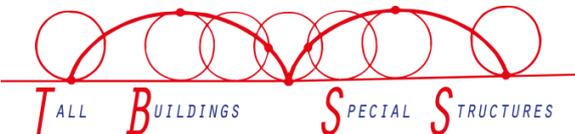
	Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02



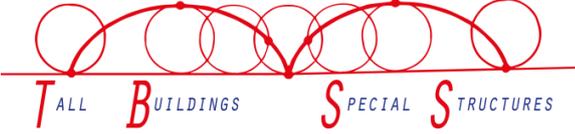
PROJECT: Tendostruttura di Yacht Club Tevere S.r.l. Via Costalunga 21, Fiumicino (RM)		TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"			N° PAGES: 32	
DATE: 12/02/14	FILE: YGrel01-Bulleri_2014.03.12-rev02.doc	JOB N.: 13086	DESIGNED BY: D.Bruciafreddo	PREPARED BY: D.Rodigari	CHECKED BY: D.Bruciafreddo	
						
2	12/02/14	Relazione di calcolo	D. Rodigari	D. Bruciafreddo		D. Bruciafreddo
1	02/08/13	Report di calcolo	D. Bruciafreddo	D. Bruciafreddo		D. Bruciafreddo
REV	DATE	DESCRIPTION	PREP'D	CHK'D		APP'D

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

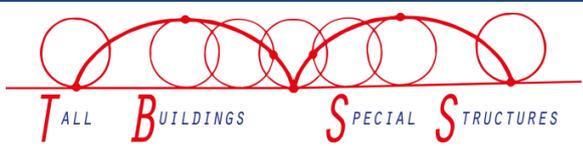
## TABELLA DI REVISIONE

Page	Rev-1	Rev-2	Rev-3	Rev-4
1	X	X		
2	X	X		
3	X	X		
4	X	X		
5	X	X		
6	X	X		
7	X	X		
8	X	X		
9	X	X		
10	X	X		
11	X	X		
12	X	X		
13	X	X		
14	X	X		
15	X	X		
16	X	X		

Page	Rev-1	Rev-2	Rev-3	Rev-4
17		X		
18		X		
29		X		
20		X		
21		X		
22		X		
23		X		
24		X		
25		X		
26		X		
27		X		
28		X		
29		X		
30		X		
31		X		
32		X		

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
2.1	Normativa italiana.....	6
2.2	Documenti nazionali utilizzabili secondo NTC08, cap.12.....	7
2.3	Documenti internazionali utilizzabili secondo NTC08, cap.12.....	7
2.4	Normativa nazionale in materia di classificazione e pericolosità sismica.....	8
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI UTILIZZATI.....</b>	<b>10</b>
4.1	Acciaio.....	10
4.2	Bulloni.....	10
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>11</b>
5.1	Peso proprio degli elementi strutturali.....	11
5.2	Sovraccarichi fissi.....	11
5.3	Carico da vento.....	11
5.4	Carico sismico.....	12
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>13</b>
6.1	Sezioni.....	14
6.1.1	Tubolare 60x60x3.....	14
6.1.2	Tubolare 40x40x2.3.....	14
6.1.3	Tubolare 30x30x2.3.....	15
6.1.4	Cavo d. 10.....	15
6.2	Casi di carico.....	16
6.2.1	Peso proprio $G_{1k}$ .....	16
6.2.2	Sovraccarico fisso $G_{2k}$ .....	16
6.2.3	Carico da neve $Q_{neve}$ .....	16
6.2.4	Carico da vento $Q_{vento}$ .....	17
6.3	Combinazioni di carico.....	17
6.3.1	Combinazione di carico SLU resistenza.....	17
6.3.2	Combinazione di carico SLU equilibrio.....	17
6.3.3	Combinazione di carico SLE.....	18

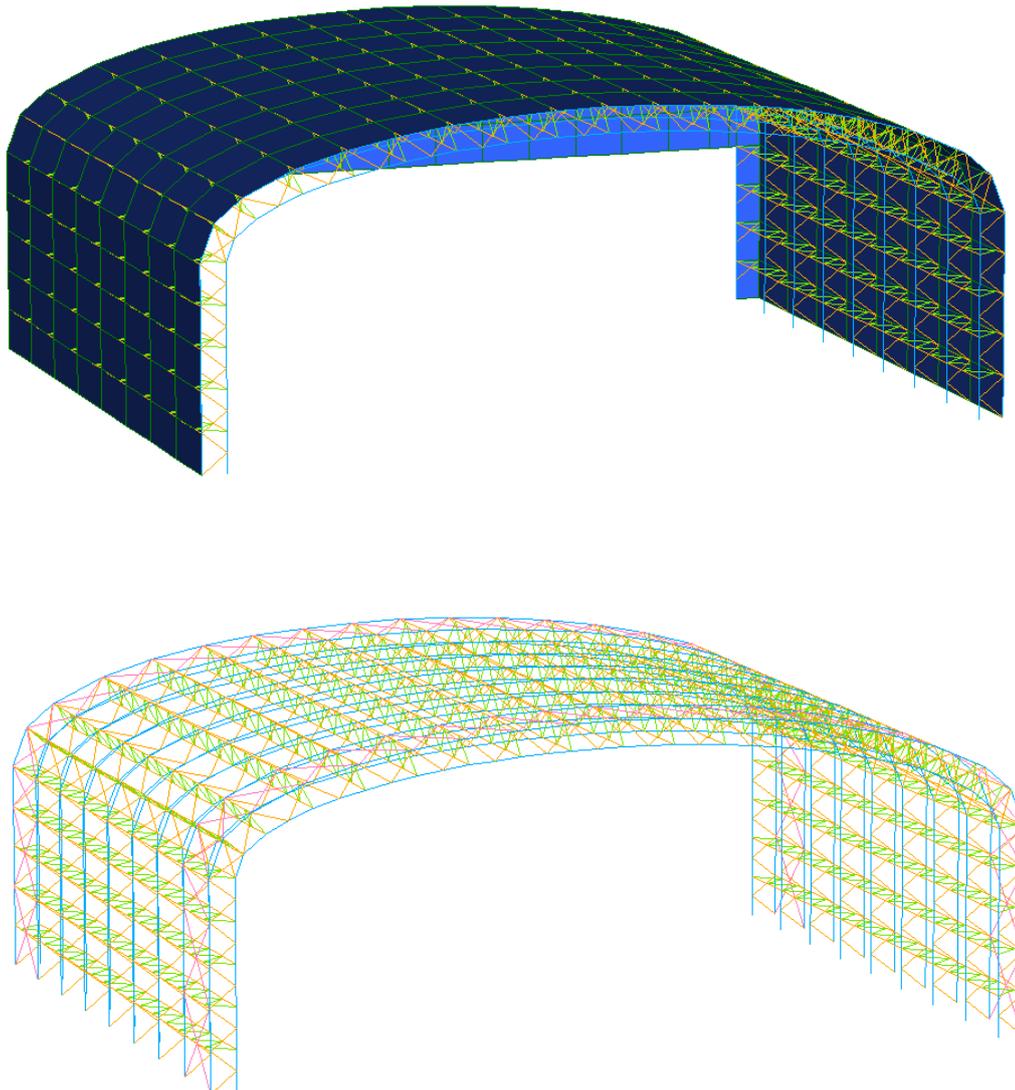
		<b>Job No. : 13086</b>
	<b>DOCUMENT TITLE:</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	<b>P.O.I.: 21</b>
	<b>DOCUMENT NUMBER:</b> rel01	<b>Rev. No.: 02</b>

<b>7</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>19</b>
7.1	Verifica profilo tubolare .....	19
7.2	Verifica della connessioni primarie di continuità tra correnti .....	22
7.3	Verifica tiranti .....	23
7.4	Verifica della piastra di base .....	24
7.5	Verifica a carico limite della fondazione .....	26
7.6	Verifica a ribaltamento della struttura.....	29
7.7	Verifica dello spostamento verticale.....	29
<b>8</b>	<b>IMMAGINI DELLA COSTRUZIONE.....</b>	<b>31</b>

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 1 INTRODUZIONE

Oggetto del presente documento è il calcolo strutturale della tendostruttura di proprietà della Portoromano. La tendostruttura viene installata ed utilizzata per far fronte alla necessità di posti di rimessaggio imbarcazioni. La struttura è costituita da elementi reticolari in acciaio, sul quale è stata effettuata zincatura con copertura a forma di ellisse e ha dimensioni inscrivibili in un parallelepipedo di dimensioni 32x26 metri in pianta e 13 m di altezza. Nell'immagine successiva è riportata una vista assonometrica della tendostruttura sia con teli di copertura che con la sola struttura portante.



*Figura 1 - Vista prospettica della struttura*

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 2 NORME DI RIFERIMENTO

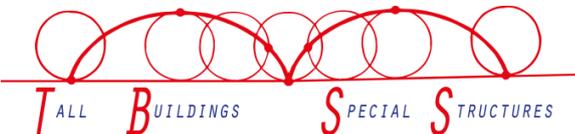
### 2.1 Normativa italiana

La normativa di riferimento in materia di strutture utilizzata è rappresentata dalle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14 Gennaio 2008.

- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica
- Legge 2 Febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 Giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- Legge 27 Luglio 2004, n. 186 – Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 28 Maggio 2004, n. 136, recante disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione. Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni connesse (art. 5: "Normative tecniche in materia di costruzioni")
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 Gennaio 2008 – Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC)
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture 2 Febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 (di seguito Circ. NTC)
- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI EN 10025-2:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-4:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica

Laddove la norma non riporti indicazioni applicative per l'ottenimento delle prestazioni prescritte, così come indicato nelle NTC08 (cap. 12), che riporta (in corsivo), sarà possibile utilizzare:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

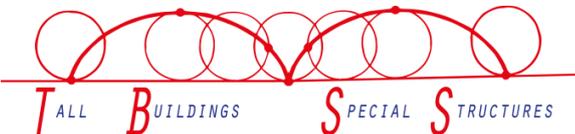
- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.). Possono essere utilizzati anche altri codici internazionali, purché sia dimostrato che garantiscano livelli di sicurezza non inferiori a quelli delle presenti Norme tecniche.

## 2.2 Documenti nazionali utilizzabili secondo NTC08, cap.12

- UNI EN-1378:2005 "Strutture temporanee – tende – sicurezza"
- Linee guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza, Consiglio Superiore LL.PP., Servizio Tecnico Centrale;
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive, Consiglio Superiore LL:PP., Servizio Tecnico Centrale;
- CNR-DT 207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni

## 2.3 Documenti internazionali utilizzabili secondo NTC08, cap.12

- UNI EN-1378:2005 "Strutture temporanee – tende – sicurezza" e la UNI EN 1999 "Eurocodice 9 -Progettazione delle strutture in alluminio"
- UNI EN 1990:2004 Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesiper unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- UNI EN 1991-1-3:2004 Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-3: Azioni in generale –Carichi da neve
- UNI EN 1991-1-4:2005 Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento
- UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-1:2005 Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1994-1-1: 2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo -Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

- UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1998-1:2005 Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1:Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI ENV 1999-1:2002 Eurocodice 9 - Progettazione delle strutture in alluminio

## 2.4 Normativa nazionale in materia di classificazione e pericolosità sismica

La pericolosità sismica è quella indicata dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008) agli Allegati A e B.

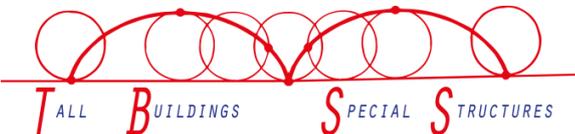
		<b>Job No. :</b> 13086
	<b>DOCUMENT TITLE:</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	<b>P.O.I.:</b> 21
	<b>DOCUMENT NUMBER:</b> rel01	<b>Rev. No.:</b> 02

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

---

In riferimento alla presente relazione di calcolo vi sono i seguenti elaborati progettuali:

- Tavola del progetto strutturale esecutivo YGSt01
- Tavola del progetto della fondazione YGSt02 - YGSt03

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 4 MATERIALI UTILIZZATI

Si riportano di seguito elenco dei principali materiali utilizzati.

### 4.1 Acciaio

Tutti gli elementi strutturali sono in acciaio del tipo S355 conforme alla UNI EN 10025-2. Le caratteristiche meccaniche del materiale sono riportate in tabella.

<b>ACCIAIO S355</b>			
Tensione caratteristica a snervamento	$f_{yk}$	355	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk}$	540	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E$	210000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0.3	
Coefficiente di espansione termica	$\alpha$	1.20E-05	°C <sup>-1</sup>
Densità di massa	$\rho$	7850	kg/m <sup>3</sup>

Per verifiche di resistenza e stabilità si adottano i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

<b>Coefficienti di sicurezza</b>		
Resistenza delle sezioni di classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0}$	1.05
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1}$	1.05

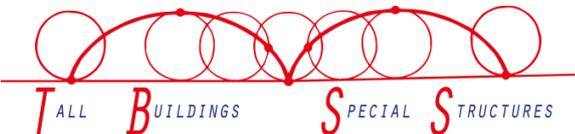
### 4.2 Bulloni

I bulloni utilizzati sono conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI EN 898-1:2001. La classe della vite è 8.8 AR mentre quella del dado è 8 AR.

<b>BULLONI 8.8 AR</b>			
Tensione caratteristica a snervamento	$f_{yb}$	640	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tb}$	800	N/mm <sup>2</sup>

Per le verifiche di resistenza e stabilità si adottano i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

<b>Coefficienti di sicurezza</b>		
Resistenza dei bulloni	$\gamma_{M2}$	1.25
Resistenza a scorrimento SLU	$\gamma_{M3serv}$	1.25
Resistenza a scorrimento SLE	$\gamma_{M0}$	1.10
Prezarico di bulloni ad alta resistenza	$\gamma_{M0}$	1.10

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 5 ANALISI DEI CARICHI

In questo paragrafo si riporta la determinazione dei carichi agenti sulla struttura

### 5.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è tenuto direttamente in conto dal programma di calcolo

### 5.2 Sovraccarichi fissi

I sovraccarichi fissi gravanti sulla struttura sono costituiti dal carico del peso proprio del PVC che assume i seguenti valori:

<i>Sovraccarichi fissi <math>G_{k,teli}</math></i>		
<i>Telo PVC copertura</i>	<i>950</i>	<i>g/m<sup>2</sup></i>
<i>Telo PVC laterale</i>	<i>650</i>	<i>g/m<sup>2</sup></i>

### 5.3 Carico da vento

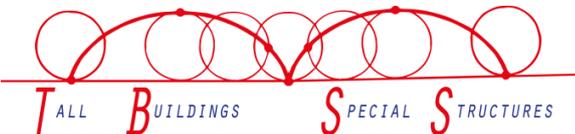
Con riferimento al §6.4.4.2 della UNI13782 è possibile un calcolo semplificato dell'azione del vento qualora la velocità di riferimento, per un periodo di ritorno di 50 anni, nel sito in esame sia inferiore a 28 m/s.

I valori di riferimento della pressione sono riportati al variare della quota nella seguente tabella estratta dalla UNI EN 13782.

height: <i>h</i> m	pressure: <i>q</i> N/m <sup>2</sup>
<i>h</i> ≤ 5	500
5 < <i>h</i> ≤ 10	600
10 < <i>h</i> ≤ 15	660
15 < <i>h</i> < 20	710
20 < <i>h</i> ≤ 25	760

Figura 2 - Estratto dei carichi da vento da UNI EN13782

Il coefficiente di forma si evince dal seguente diagramma riportato nella circolare 617 al punto C3.3.10.1

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

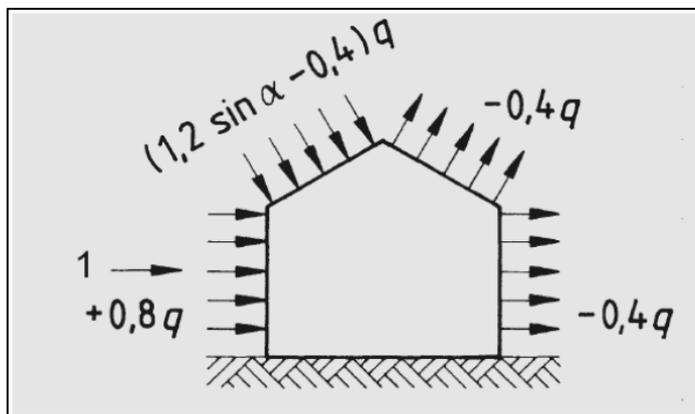
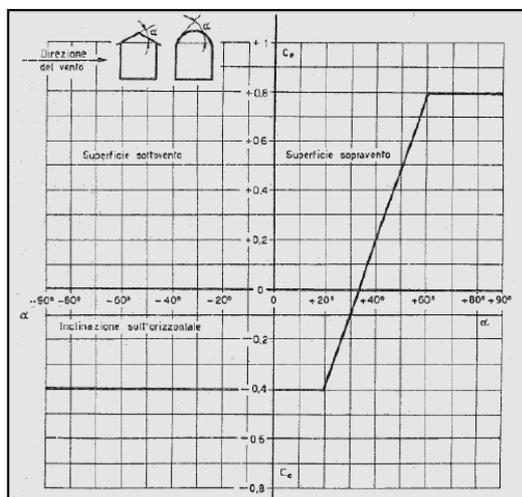


Fig. 3 - Estratti circolare ministeriali n°617

Per cui si ha:

- parete sopravvento ( $\alpha = 90^\circ$ ) = +0.8;
- parete sottovento ( $\alpha = -90^\circ$ ) = -0.4;
- capriata sopravvento ( $\alpha = 16.44$ ) = -0.4;
- capriata sottovento ( $\alpha = -16.44$ ) = -0.4.

## 5.4 Carico sismico

Essendo la struttura classificabile come opera provvisoria con vita nominale minore di 2 anni le verifiche sismiche possono essere omesse come espresso nelle NTC al punto §2.4.1. Si ritiene comunque che questa verifica non sia dimensionante data l'esigua massa e flessibilità per le quali risulta un'azione minore di quella dovuta al vento poiché dipende dalla superficie.

Questo concetto è rimarcato al §6.5 della UNI13782 di cui a seguire si riporta un estratto.

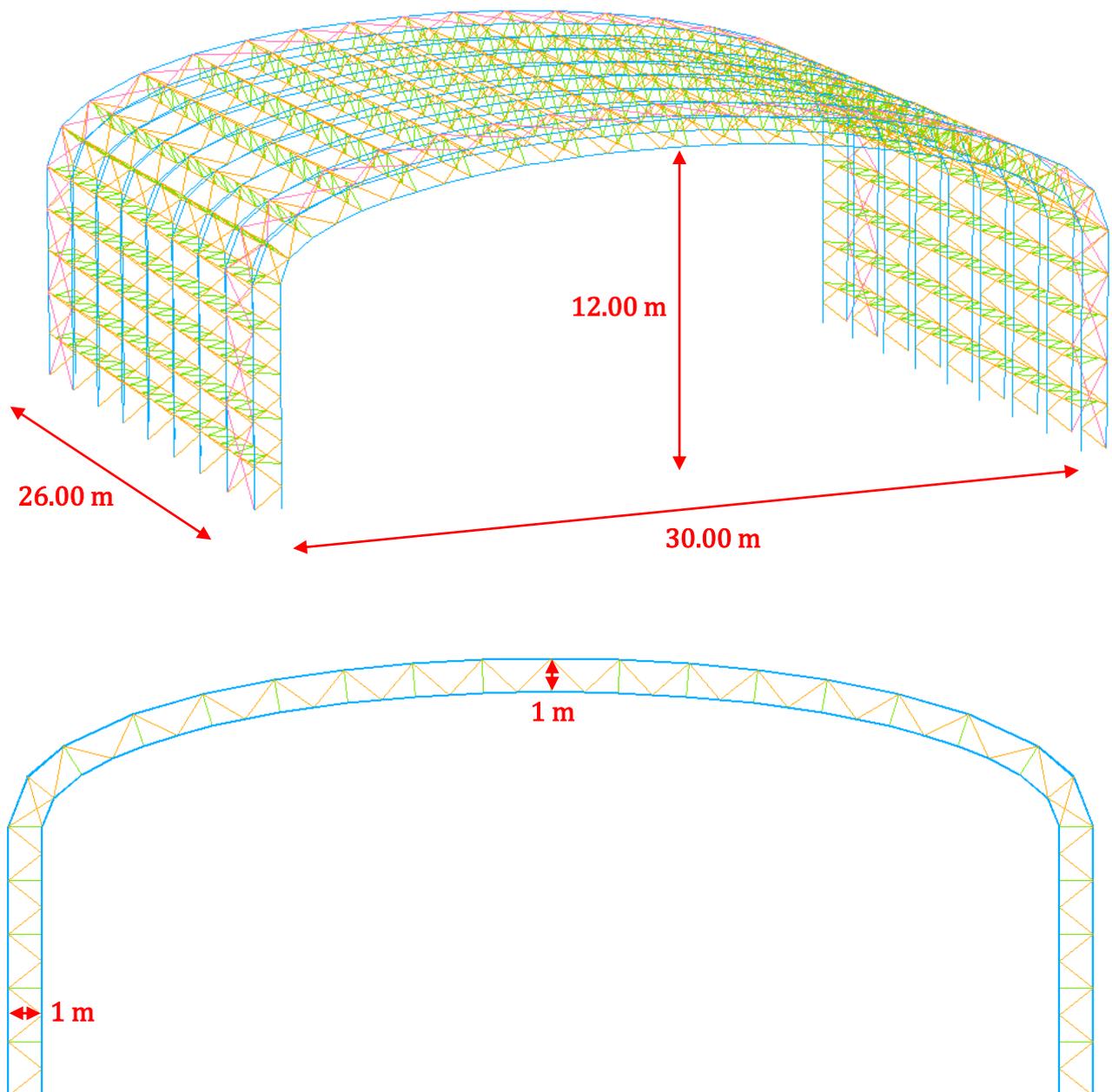
### 6.5 Seismic forces

Seismic forces may generally not be considered because of the flexibility and the light weight of the tent.

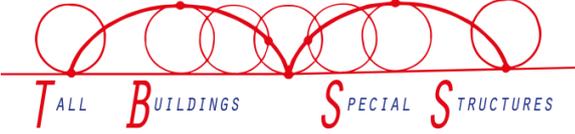
Figura 4 - Note della UNI EN 13782 sulle forze sismiche

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 6 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRUTTURA

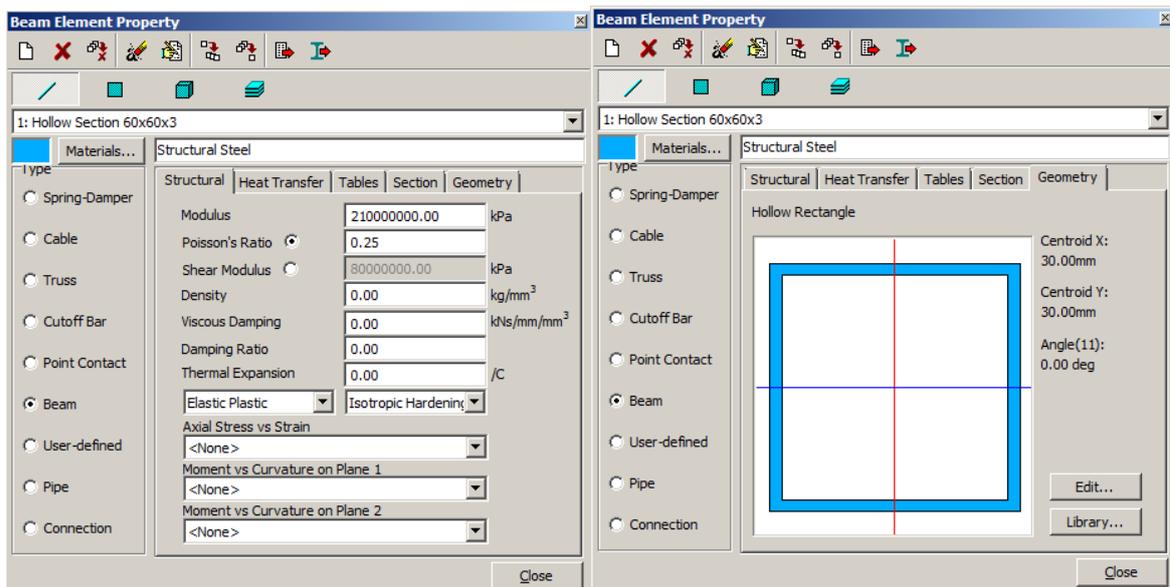


*Figura 5 - Dimensioni della struttura*

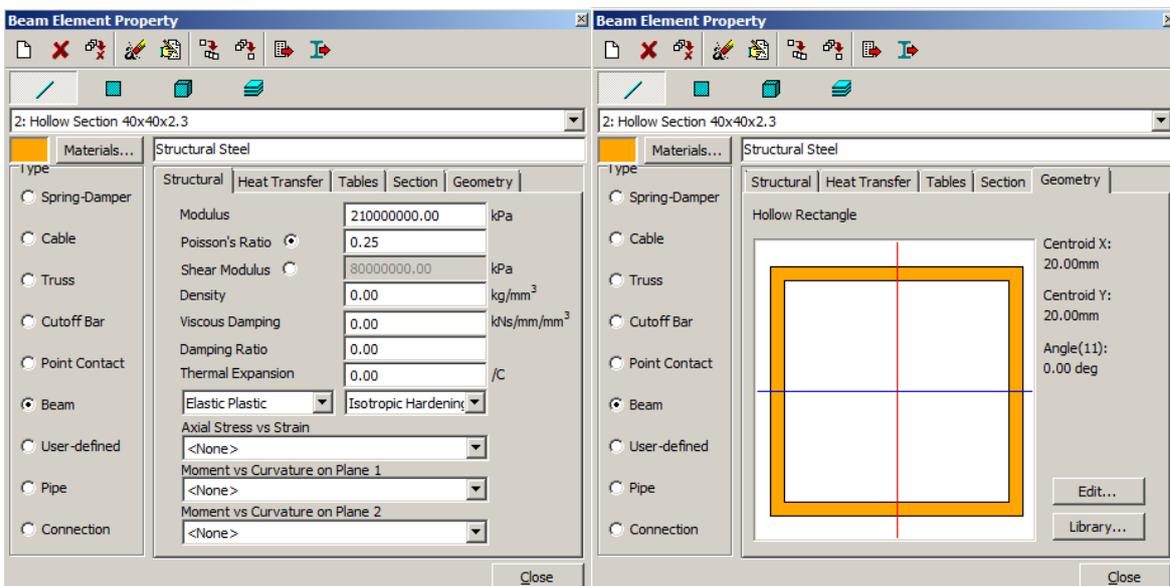
		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

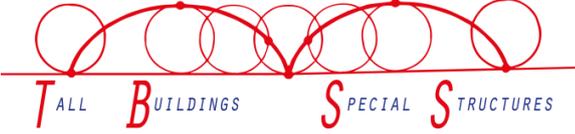
## 6.1 Sezioni

### 6.1.1 Tubolare 60x60x3

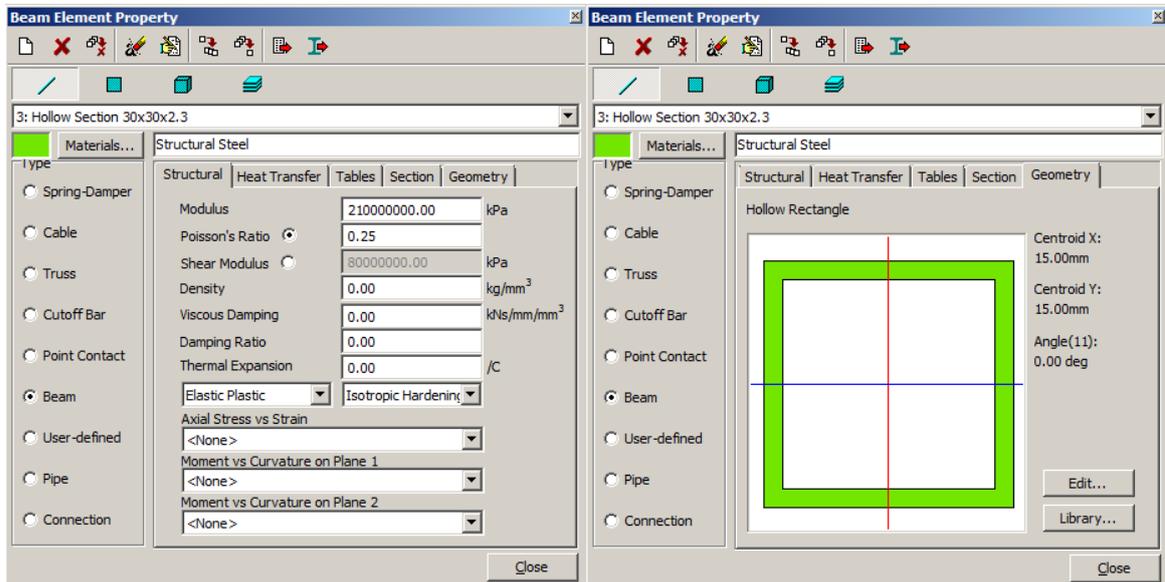


### 6.1.2 Tubolare 40x40x2.3

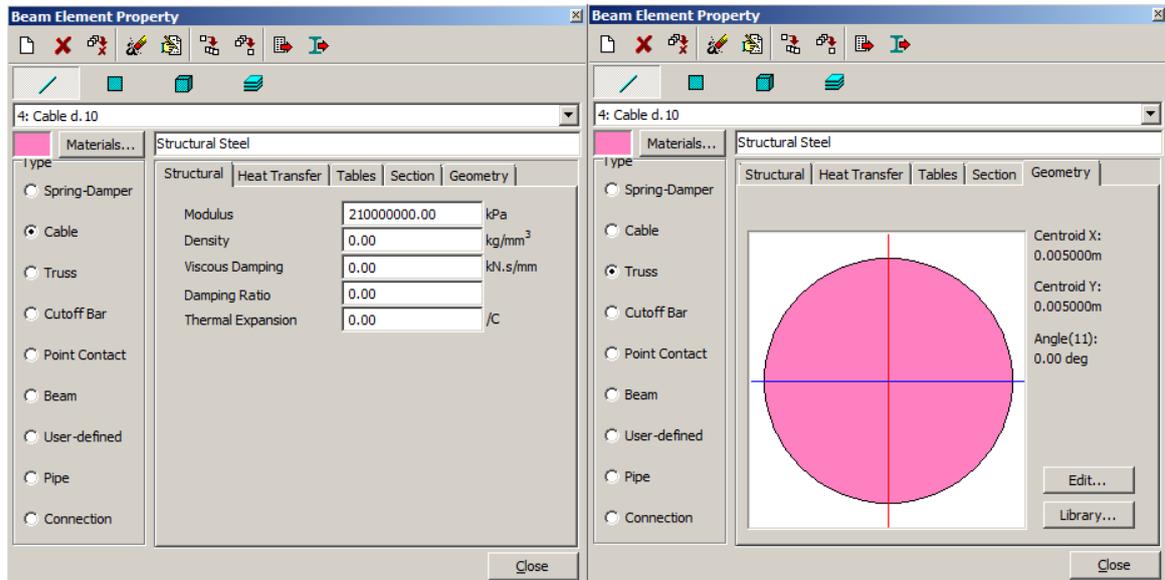


		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

### 6.1.3 Tubolare 30x30x2.3



### 6.1.4 Cavo d. 10



		<b>Job No. : 13086</b>
	<b>DOCUMENT TITLE:</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>  <b>DOCUMENT NUMBER:</b> rel01	<b>P.O.I.: 21</b>
		<b>Rev. No.: 02</b>

## 6.2 Casi di carico

### 6.2.1 Peso proprio $G_{1k}$

Il peso proprio è tenuto direttamente in conto dal programma

### 6.2.2 Sovraccarico fisso $G_{2k}$

Si è considerato un valore caratteristico dei teli pari a  $10 \text{ N/m}^2$

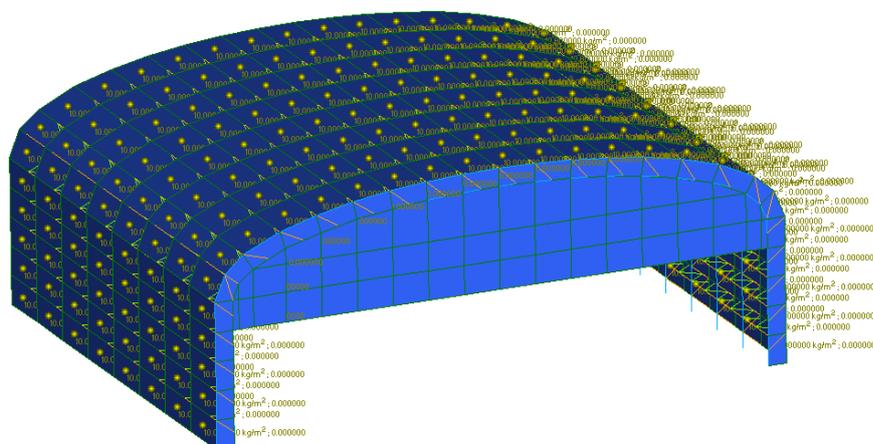


Figura 6 - Carico permanente teli

### 6.2.3 Carico da neve $Q_{neve}$

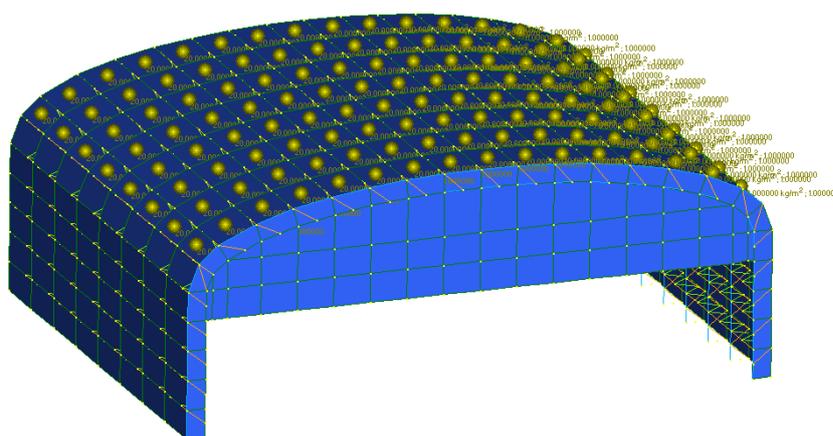
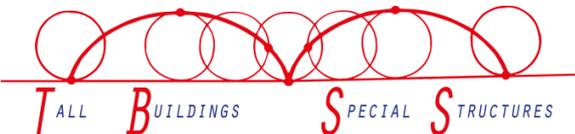


Figura 7 - Carico da neve

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 6.2.4 Carico da vento $Q_{vento}$

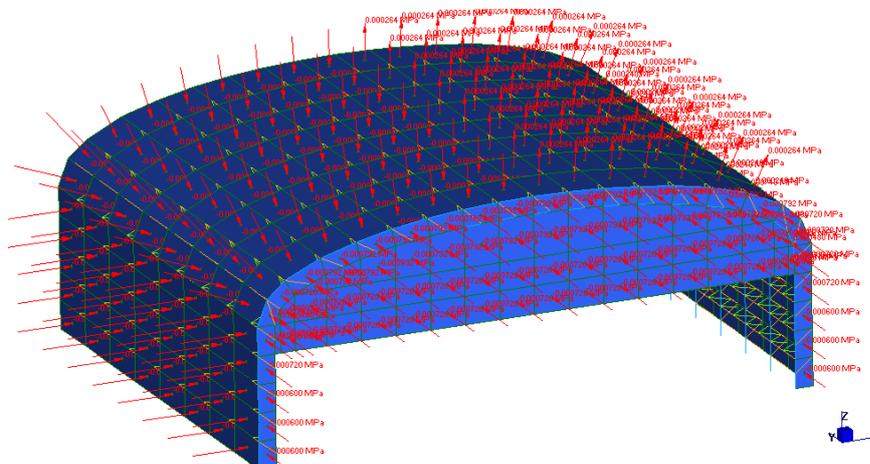


Figura 8 - Carico del vento in x e y

## 6.3 Combinazioni di carico

Sono utilizzate le seguenti combinazioni di carico in cui con il segno “+” si intende “combinato con”.

### 6.3.1 Combinazione di carico SLU resistenza

N°	Combinazione	Denominazione
1	$1.3 G_k + 1.5 Q_{neve}$	Carichi verticali
2	$1.3 G_k + 1.5 Q_{vento\ x}$	Vento in x
3	$1.3 G_k + 1.5 Q_{vento\ y}$	Vento in y

### 6.3.2 Combinazione di carico SLU equilibrio

N°	Combinazione	Denominazione
1	$0.9 G_k + 1.5 Q_{vento\ x}$	Vento in x EQU
2	$0.9 G_k + 1.5 Q_{vento\ y}$	Vento in y EQU

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

### 6.3.3 Combinazione di carico SLE

N°	Combinazione	Denominazione
1	$G_k + Q_{neve}$	Carichi verticali
2	$G_k + Q_{vento\ x}$	Vento in x
3	$G_k + Q_{vento\ y}$	Vento in y

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 7 VERIFICHE STRUTTURALI

### 7.1 Verifica profilo tubolare

Si riporta la sollecitazione assiale massima nei tubolari ottenuta nella combinazione allo stato limite ultimo con vento nella direzione x.

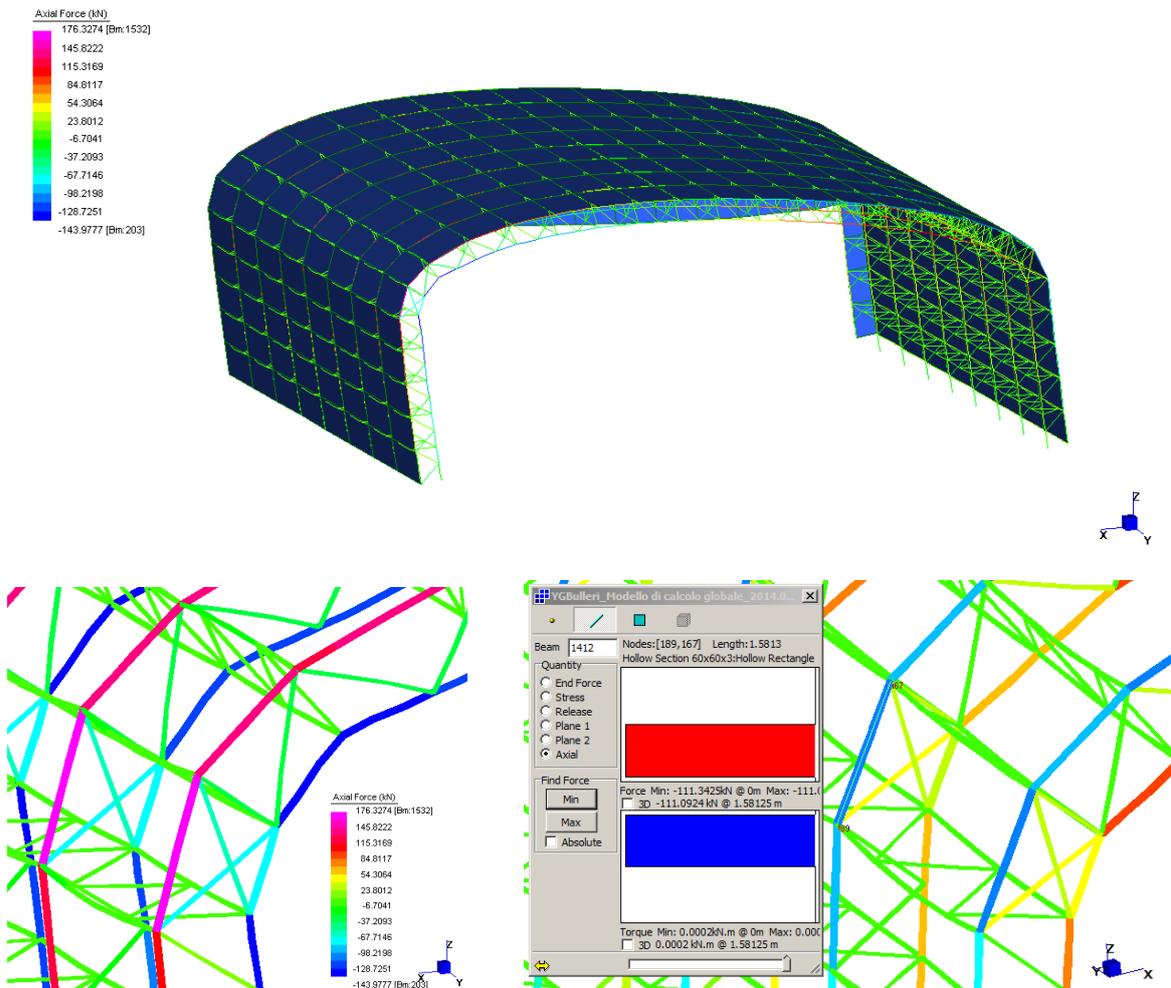


Figura 9 - Azioni massime nei profili

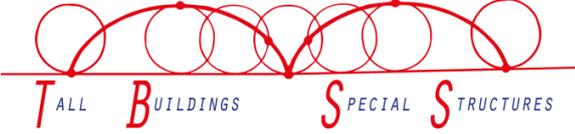
L'azione massima di compressione sui profili tubolari 60x60x3 di lunghezza 1 m è pari a 144 kN mentre su quelli di lunghezza 1.6 m è pari a 112 kN.

Si portano di seguito le verifiche strutturali degli elemento più sollecitati.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

	Job n. 13086	Sheet n. 1	Revision 1
	Location Fiumicino (RM) , Yacht Club Tevere S.r.l		
	Ref. Doc. n° rel01		
Title Verifica sforzo normale resistente tubolari	Date 12.03.2014	Made by D.R.	Checked by D.B.
<b>1.Geometria profilo</b>			
Base	B=	60 mm	
Altezza	H=	60 mm	
Spessore	t=	3 mm	
Lunghezza libera di inflessione elemento	$L_o$ =	1000 mm	
Area	A=	684.00 mm <sup>2</sup>	
Momento di Inerzia	I=	371'412.00 mm <sup>4</sup>	
Raggio giratore di inerzia	$\rho$ =	23.3 mm	
Snellezza	$\lambda$ =	42.91	
<b>2.Materiale</b>			
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$ =	355 MPa	
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_{m0}$ =	1.05	
Coeff. parziale di sicurezza per instabilità	$\gamma_{m1}$ =	1.05	
Modulo elastico	E=	210000 MPa	
Tensione di calcolo	$f_{yd}$ =	338.10 MPa	
<b>3.Classificazione sezione trasversale</b>			
Coefficiente $\epsilon$	$\epsilon$ =	0.81	
Rapporto c/t	c/t=	20.00	
Classe sezione trasversale		<b>CLASSE 1</b>	
<b>4.Calcolo dello sforzo Normale resistente a trazione</b>			
Sforzo Normale resistente	$N_{trd}$ =	<b>231.26 kN</b>	
Tensione da sforzo normale resistente	$\sigma_{trd}$ =	<b>338.10 MPa</b>	
<b>5.Calcolo del carico Critico</b>			
Carico Critico Euleriano	$N_{cr}$ =	769.79 kN	
Snellezza adimensionalizzata	$\lambda$ =	0.56	
Curva di instabilità	B=		
Fattore di imperfezione	$\alpha$ =	0.34	
Coefficiente f	$\phi$ =	0.719	
Coefficiente c	$\chi$ =	<b>0.856</b>	
Valore dello sforzo normale resistente	$N_{brd}$ =	<b>197.92 kN</b>	
Tensione fittizia da sforzo nor. resistente	$\sigma_{brd}$ =	<b>289.36 MPa</b>	

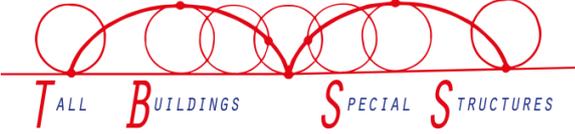
La verifica è soddisfatta con rapporto tra azione sollecitante e resistente pari al 73 %.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

	Job n. 13086	Sheet n. 2	Revision 1
	Location Fiumicino (RM) , Yacht Club Tevere S.r.l		
	Ref. Doc. n° rel01		
Title Verifica sforzo normale resistente tubolari	Date 12.03.2014	Made by D.R.	Checked by D.B.
<b>1.Geometria profilo</b>			
Base	B=	60 mm	
Altezza	H=	60 mm	
Spessore	t=	3 mm	
Lunghezza libera di inflessione elemento	L <sub>o</sub> =	1600 mm	
Area	A=	684.00 mm <sup>2</sup>	
Momento di Inerzia	I=	371'412.00 mm <sup>4</sup>	
Raggio giratore di inerzia	ρ=	23.3 mm	
Snellezza	λ=	68.66	
<b>2.Materiale</b>			
Tensione caratteristica di snervamento	f <sub>yk</sub> =	355 MPa	
Coeff. parziale di sicurezza	γ <sub>m0</sub> =	1.05	
Coeff. parziale di sicurezza per instabilità	γ <sub>m1</sub> =	1.05	
Modulo elastico	E=	210000 MPa	
Tensione di calcolo	f <sub>yd</sub> =	338.10 MPa	
<b>3.Classificazione sezione trasversale</b>			
Coefficiente ε	ε=	0.81	
Rapporto c/t	c/t=	20.00	
Classe sezione trasversale		<b>CLASSE 1</b>	
<b>4.Calcolo dello sforzo Normale resistente a trazione</b>			
Sforzo Normale resistente	N <sub>trd</sub> =	<b>231.26</b> kN	
Tensione da sforzo normale resistente	σ <sub>trd</sub> =	<b>338.10</b> MPa	
<b>5.Calcolo del carico Critico</b>			
Carico Critico Euleriano	N <sub>cr</sub> =	300.70 kN	
Snellezza adimensionalizzata	λ =	0.90	
Curva di instabilità	B=		
Fattore di imperfezione	α=	0.34	
Coefficiente f	φ=	1.023	
Coefficiente c	χ=	<b>0.662</b>	
Valore dello sforzo normale resistente	N <sub>brd</sub> =	<b>153.11</b> kN	
Tensione fittizia da sforzo nor. resistente	σ <sub>brd</sub> =	<b>223.84</b> MPa	

La verifica è soddisfatta con rapporto tra azione sollecitante e resistente pari al 73 %.



		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

### 7.3 Verifica tiranti

Si riporta la sollecitazione assiale massima nei tiranti ottenuta nella combinazione allo stato limite ultimo con vento in direzione Y.

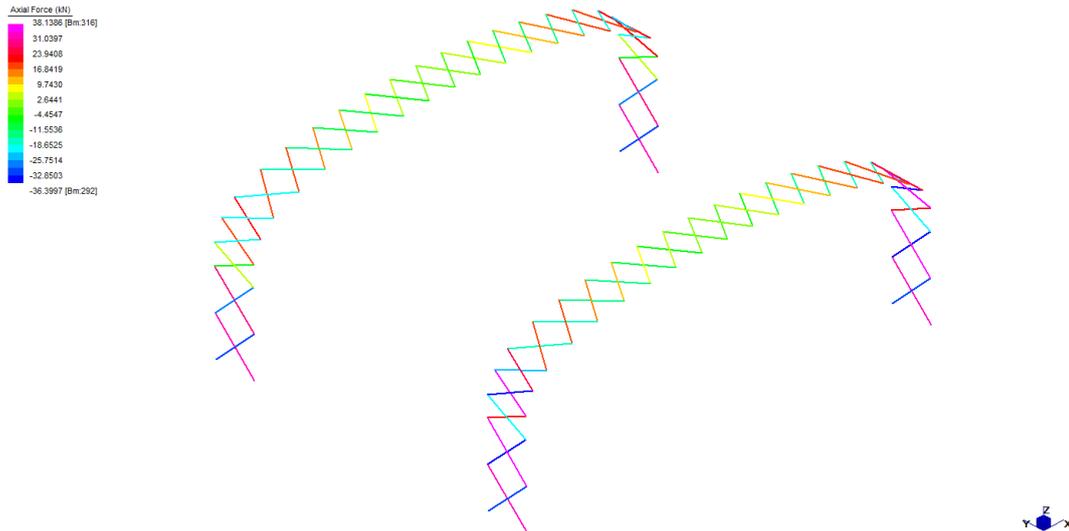


Figura 12 – Azioni sollecitanti sui cavi

Poiché l'elemento di controvento non ha la possibilità di resistere a trazione si considera che l'intera azione in un campo di controvento sia sopportata solo dall'elemento teso. L'azione di calcolo è quindi la somma algebrica dei valori assoluti delle azioni assiali all'interno di ogni campo controventato. Quindi trazione massima nella fune è pari a 74.53 kN

VS636  
Fune per gru - paranchi - carriponte - argani - impieghi diversi - Steel wire rope for electric hoist - crane - different applications

Diametro Diameter	Diametro fili esterni Outside wire diameter	Peso / 100 m Weight / 100 m	Carico di rottura minimo garantito Minimum breaking load guaranteed		
			1770 N/mm <sup>2</sup> MPa	1960 N/mm <sup>2</sup> MPa	2160 N/mm <sup>2</sup> MPa
8	0.43	26.2	40.3	44.7	49.2
9	0.50	33.1	51.0	56.5	62.3
10	0.55	40.9	63.0	69.8	76.9
11	0.60	49.5	76.2	84.4	93.0
12	0.65	58.9	90.7	100.0	110.0
13	0.70	69.1	106.0	118.0	130.0
14	0.75	80.2	124.0	137.0	151.0
15	0.80	90.9	142.0	-	166.0
16	0.85	105.0	161.0	179.0	197.0
18	0.95	133.0	204.0	226.0	249.0
19	1.05	149.0	227.0	-	278.0
20	1.10	164.0	252.0	279.0	308.0
22	1.20	198.0	305.0	338.0	372.0
24	1.30	236.0	363.0	402.0	433.0
26	1.40	276.0	426.0	472.0	520.0
28	1.50	321.0	494.0	547.0	603.0
29	1.55	335.0	530.0	-	-

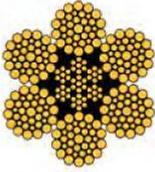

  
 COSTRUZIONE: 6x36 WS  
 + A.M. (14 + 7/7 + 7 + 1)  
 RESISTENZA: 1770 N/mm<sup>2</sup> (180 Kg/mm<sup>2</sup>)  
 e 1960 N/mm<sup>2</sup> (200 Kg/mm<sup>2</sup>)  
 CONSTRUCTION: 6x36 WS  
 + IMRC (14 + 7/7 + 7 + 1)  
 TENSILE GRADE: 1770 N/mm<sup>2</sup> (180 Kg/mm<sup>2</sup>)  
 and 1960 N/mm<sup>2</sup> (200 Kg/mm<sup>2</sup>)

Figura 13 – Carico ultimo cavi

La verifica è soddisfatta con un cavo da 10 mm con carico ultimo di rottura minimo da 76.9 kN. Il rapporto tra azione sollecitante e resistente pari a 97%.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 7.4 Verifica della piastra di base

In figura 13 si riporta la geometria della piastra di base.

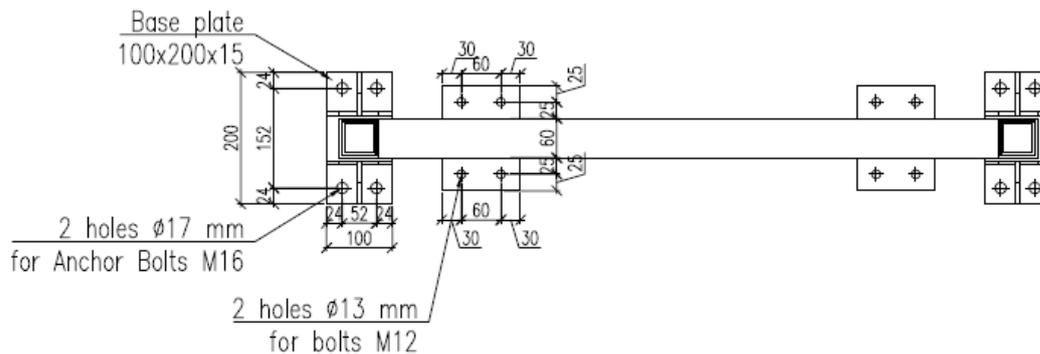


Figura 14 – Geometria piastra di base

Le massime sollecitazioni sulla piastra si ottengono nella combinazione SLU vento x.

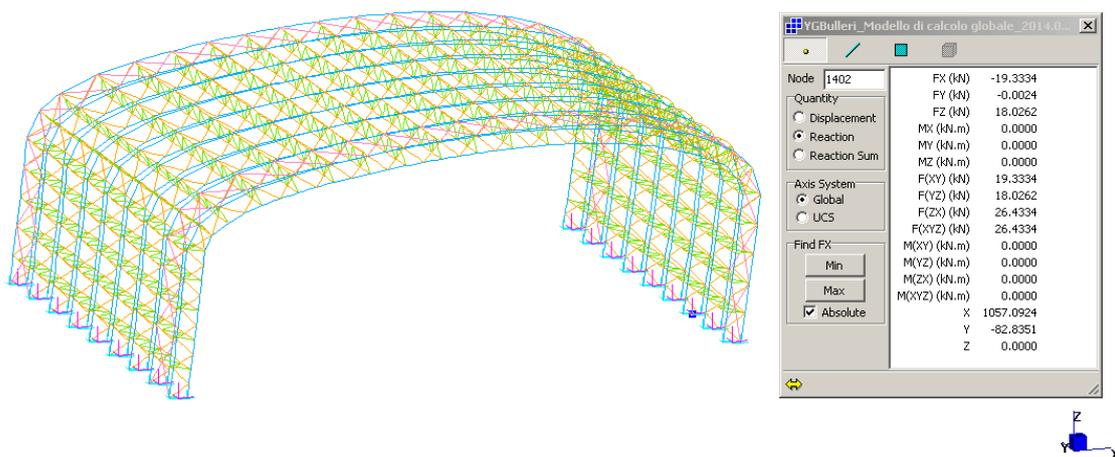
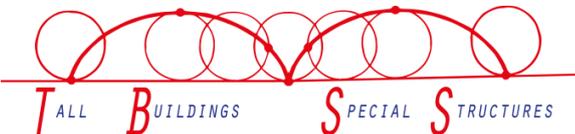
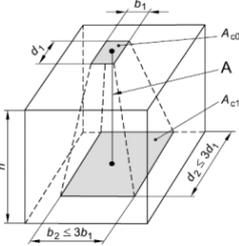
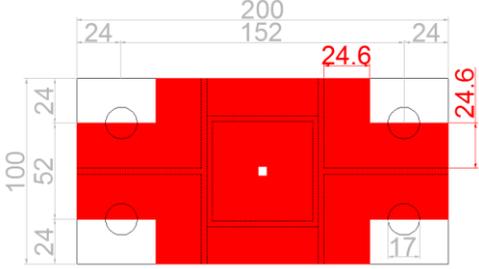
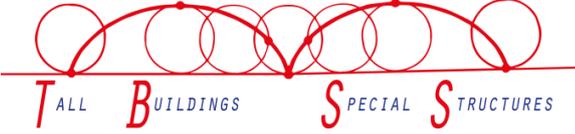


Figura 15 – Azioni verticali sulla piastra di base

La massima sollecitazione di compressione è di 18.02 kN quella di taglio di 19.33 kN (figura 15). Di seguito si riporta la verifica della piastra di base.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

	Job n. 13086 Sheet n. 3 Revision 1
	Location Fiumicino (RM), Yacht Club Tevere S.r.l
	Ref. Doc. n° rel01
Title Verifica sforzo normale resistente tubolari	Date 12.03.2014 Made by D.R. Checked by D.B.
<b>1. Materiali</b>	
Resistenza caratteristica a trazione acciaio piastra	$f_{yk} = 355 \text{ Mpa}$
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione cls	$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
Coefficiente parziale di sicurezza cls	$\gamma_M = 1.5$
Coefficiente parziale sicurezza acciaio	$\gamma_M = 1.1$
Resistenza di calcolo cls	$f_{cd} = 13.33 \text{ Mpa}$
Resistenza di calcolo acciaio piastra	$f_{yd} = 322.73 \text{ MPa}$
Coefficiente amplificativo per pressioni localizzate cls	$a = 3$
Coefficiente resistenza della malta di rinforzo	$B_j = 0.67$
Resistenza maggiorata di calcolo CLS	$f_{rdm} = 40 \text{ MPa}$
Resistenza del cls considerando al malta di rinforzo	$f_{jd} = 26.67 \text{ MPa}$
	<p>EC2 EN §6.7</p> $f_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{A_{cl} / A_{c0}} \leq 3.0 \cdot f_{cd}$
<b>2. Determinazione area resistente piastra</b>	
Spessore della piastra	$t = 15 \text{ mm}$
Distanza da rinforzo per piastra compressa	$c = 24.6 \text{ mm}$
	$A_{eff} = 15923 \text{ mm}^2$
<b>3. Verifica a compressione calcestruzzo</b>	
Area di contatto piastra fondazione	$A_{eff} = 15923 \text{ mm}^2$
Sforzo normale resistente lato calcestruzzo	$N_{Rd,c} = 424.61 \text{ kN}$
Carico sollecitante a compressione	$N_{ed} = 18.02 \text{ kN}$
Rapporto tra carico verticale sollecitante e resistente	$r = 0.04$
<b>4. Verifica a flessione della piastra</b>	
Distanza del bullone dal bordo	$d = 24 \text{ mm}$
Azione massima dal bullone	$F_t = 4.51 \text{ kN}$
Momento sollecitante	$M_{sd} = 0.11 \text{ kNm}$
Momento resistente	$M_{rd} = 0.87 \text{ kNm}$
Rapporto tra momento sollecitante e resistente	$r = 0.12$

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

La verifica a compressione del calcestruzzo e a flessione della piastra sono soddisfatte con un rapporto tra azione sollecitante e azione resistente pari rispettivamente al 4% e 12% .

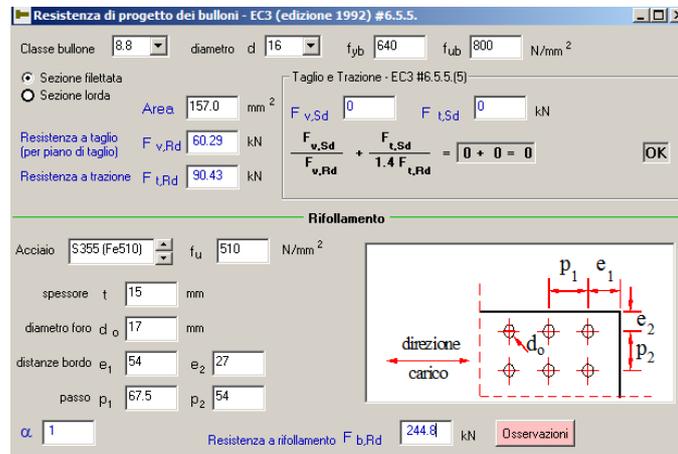


Figura 16- Format verifica piastra e bulloni Profili v7.7 Prof. Gelfi

La verifica a taglio nei bulloni è soddisfatta con rapporto tra azione sollecitante e resistente pari a 32% quella a rifollamento nella piastra con un rapporto pari a 12% .

## 7.5 Verifica a carico limite della fondazione

In Fig. 17 si riporta la geometria della fondazione oggetto della verifica.

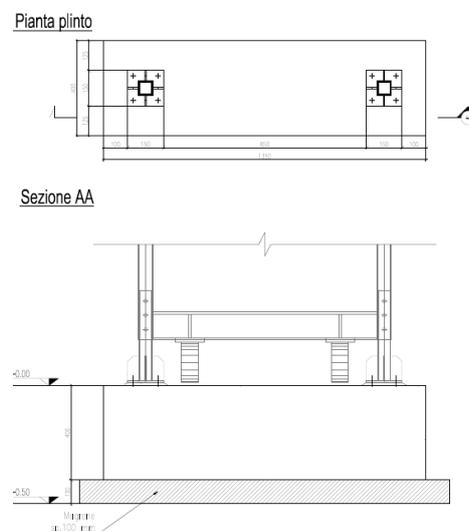


Figura 17 – Geometria plinto di fondazione

Il massimo carico verticale sulla fondazione si ottiene in combinazione SLU vento x.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

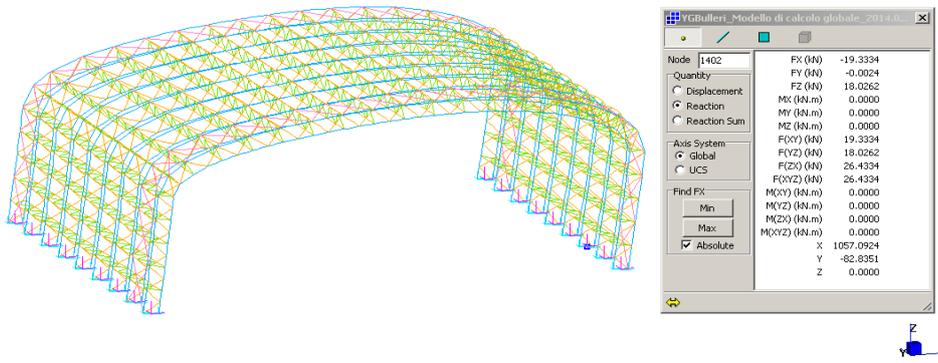


Figura 18 – Carico massimo sulla fondazione

Essendo il plinto di fondazione interrato la resistenza a taglio è affidata alla parete laterale della fondazione a contatto con il terreno che sarà soggetta ad una tensione media di 0.12 MPa. La verifica a carico limite della fondazione è stata effettuata con l'approccio 2 da N.T.C 2008 (A1+M1+R3), si riportano le tabelle dei coefficienti adottati.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_{FE}$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Figura 19 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab. 6.2.I NTC)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

Figura 20 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab. 6.2.II NTC)

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Figura 21- Coefficienti parziali verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni (Tab. 6.4.I NTC)

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

	Job n. 13086	Sheet n. 4	Revision 1
	Location Fiumicino (RM) , Yacht Club Tevere S.r.l		
	Ref. Doc. n° rel01		
Title Verifica sforzo normale resistente tubolari	Date 12.03.2014	Made by D.R.	Checked by D.B.
<b>1.Parametri terreno</b>			
Angolo d'attrito interno	$\phi' =$	30 [°]	
Coesione apparente	$c' =$	0 kN/m <sup>2</sup>	
Peso specifico del terreno	$\gamma_r =$	18 kN/m <sup>3</sup>	
Inclinazione della fondazione	$\alpha =$	0 [°]	
Condizione sottofalda		no	
<b>2.Parametri fondazione</b>			
Tipo		rettangolare	
Dimensione dir. x	B=	1.35 m	
Dimensione dir. Y	L=	0.40 m	
Spessore terreno	h=	0.40 m	
Peso di volume terreno	$g_q =$	18.00 kN/m <sup>3</sup>	
Carico a latere della fondazione	q=	7.20 kN/m <sup>2</sup>	
<b>Approccio 2</b>			
<b>3.Coefficienti parziali resistenza terreno ( R )</b>			
Coefficiente angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'} =$	1.00	
Coefficiente per coesione drenata	$\gamma_{c'} =$	1.00	
Coefficiente per il peso specifico	$\gamma_{\gamma} =$	1.00	
<b>4.Coefficiente parziali verifiche SLU</b>			
Capacità portante	$\gamma_r =$	2.30	
Scorrimento	$\gamma_r =$	1.10	
<b>5.Parametri di input</b>			
Carico verticale allo SLU incluso peso fondazione	$N_{Ed} =$	26.24 kN	
<b>6.Fattori di capacità portante Brinch-Hansen</b>			
Coefficiente per coesione	$N_c =$	30.1	
Coefficiente per carico	$N_q =$	18.4	
Coefficiente per peso proprio	$N_{\gamma} =$	20.1	
<b>7.Verifica</b>			
Tensione limite della fondazione	$q_{lim} =$	218 kN/m <sup>2</sup>	
Tensione resistente allo SLU	$q_{Rd} =$	95 kN/m <sup>2</sup>	
Carico limite sollecitante	$q_{Ed} =$	49 kN/m <sup>2</sup>	
Rapporto di impegno	<b><math>q_{Ed}/q_{Rd} =</math></b>	<b>0.513</b>	

La verifica è soddisfatta con rapporto tra azione sollecitante e resistente pari a 55%.

		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02

## 7.6 Verifica a ribaltamento della struttura

Si riportano le reazioni alla base della struttura sottoposta a vento in x in combinazione SLU EQU, a vantaggio di sicurezza è stato trascurato il peso della fondazione.

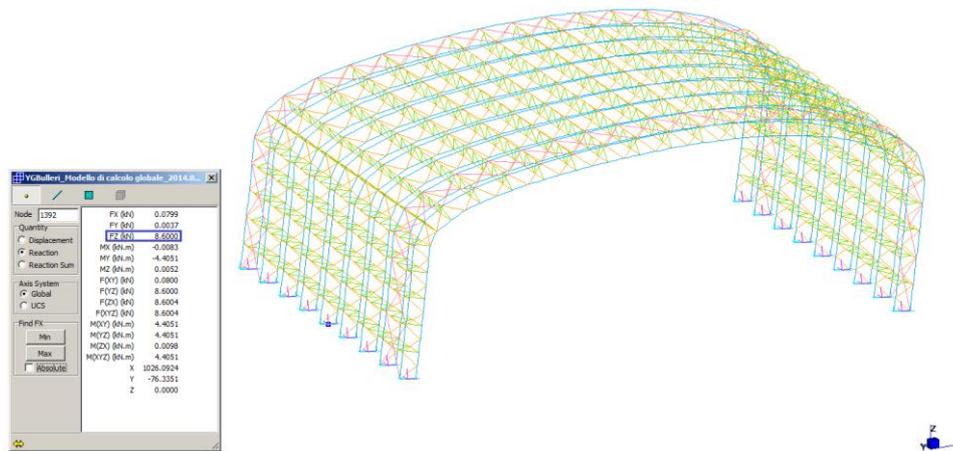
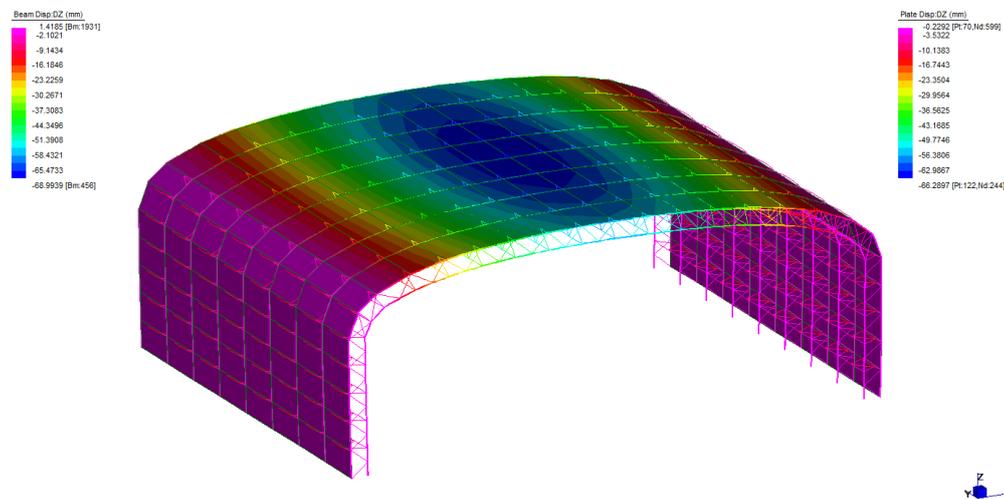


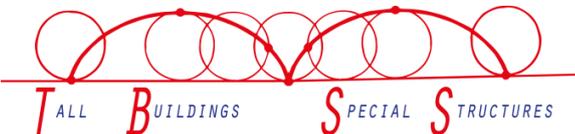
Figura 22 – Reazione vincolare nella fondazione sopravento

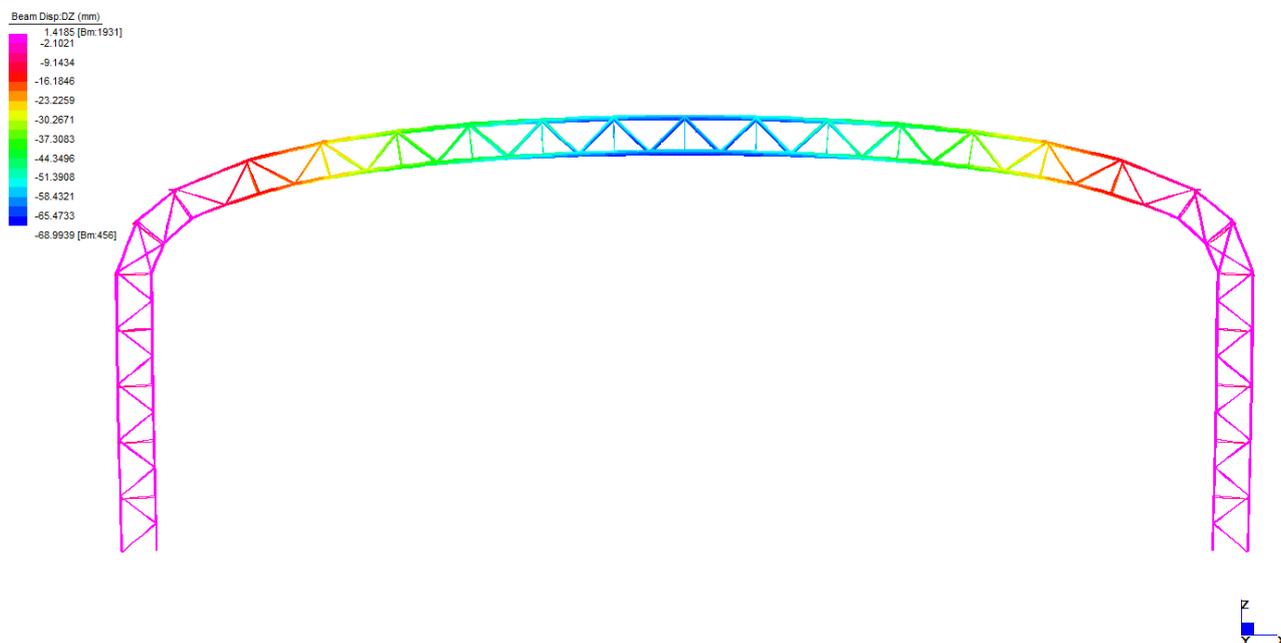
La reazione vincolare nel nodo è positiva, pertanto la fondazione sopravento risulta compressa, non vi è ribaltamento della costruzione sotto i carichi del vento, la verifica è soddisfatta.

## 7.7 Verifica dello spostamento verticale

In Fig. 23 si riportano gli spostamenti verticali da combinazione SLE verticali.



		Job No. : 13086
		P.O.I.: 21
	DOCUMENT TITLE: <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	
	DOCUMENT NUMBER: rel01	Rev. No.: 02



*Figura 23 - Spostamenti verticali sotto carico da neve*

Lo spostamento massimo è pari a 69 mm ossia  $1/464$  della luce. Il limite massimo fissato da norma è pari a  $1/200$ . Le caratteristiche di deformabilità della tendostruttura sono compatibili con le sue performance in quanto ricoperta da teli. La verifica è pertanto soddisfatta.

		<b>Job No. : 13086</b>
	<b>DOCUMENT TITLE:</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	<b>P.O.I.: 21</b>
	<b>DOCUMENT NUMBER:</b> rel01	<b>Rev. No.: 02</b>

## 8 IMMAGINI DELLA COSTRUZIONE

Di seguito si riportano alcune immagini fotografiche effettuate durante la fase di montaggio della tendostruttura.



Figura 24 - Fase di montaggio della struttura metallica

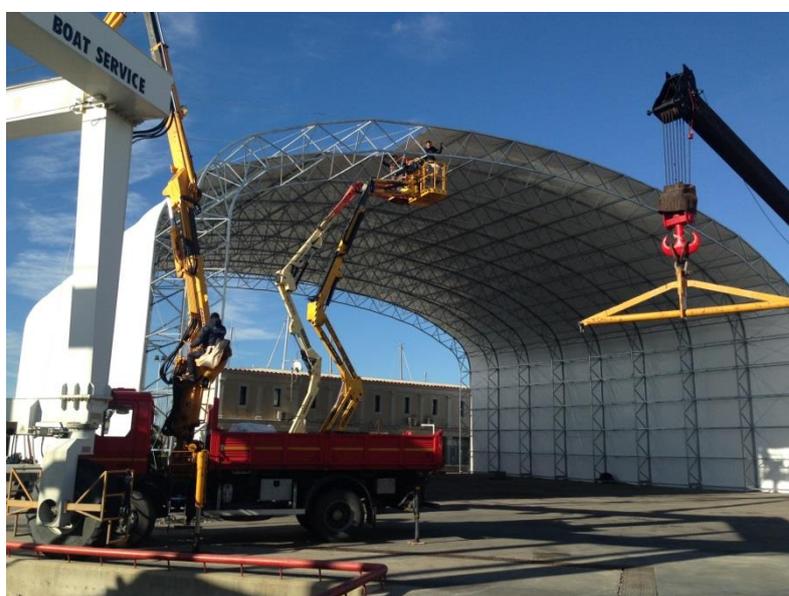


Figura 25 – Fase di montaggio dei teli di copertura

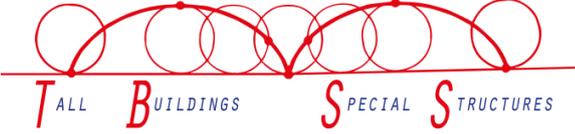
		<b>Job No. : 13086</b>
	<b>DOCUMENT TITLE:</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO TENDOSTRUTTURA "BULLERI"</b>	<b>P.O.I.: 21</b>
	<b>DOCUMENT NUMBER:</b> rel01	<b>Rev. No.: 02</b>



Figura 26- Vista interna della tendostruttura



Figura 27 – Vista aerea della tendostruttura