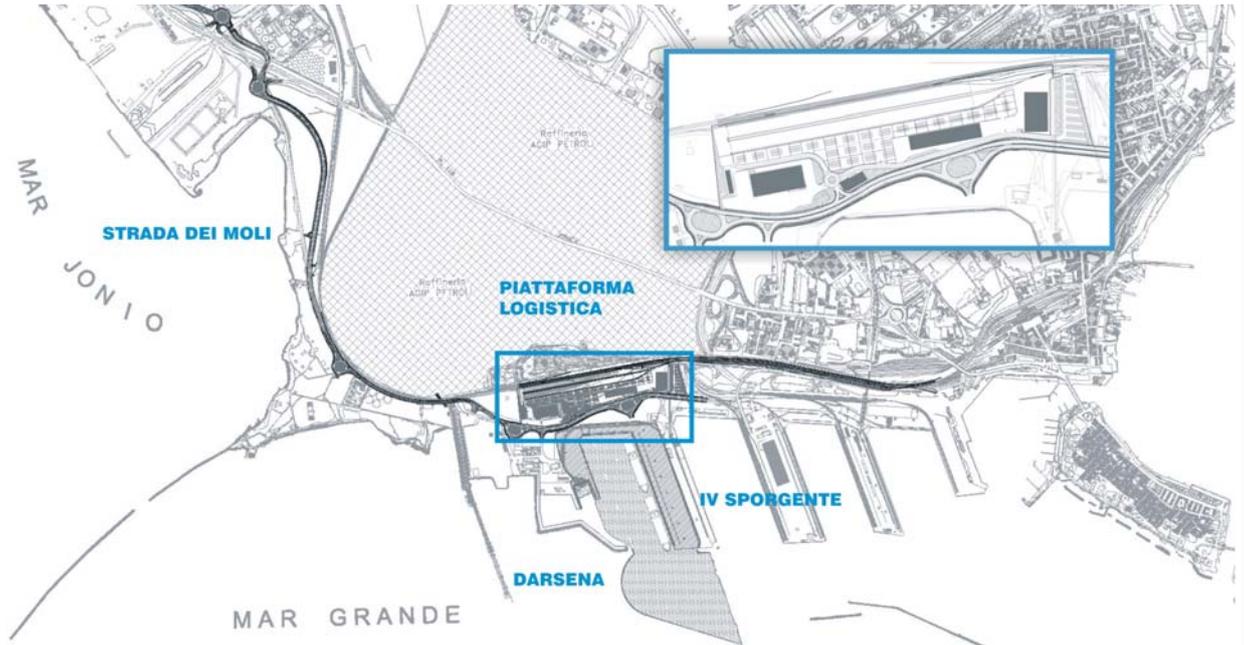




Titolo <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  Piattaforma Logistica - Autorimessa - Relazione sulle strutture			Documento no. <b>123.700 E1 UCG S 010</b>	Rev 01	Pag. 1	di 22
			 Autorità Portuale di Taranto			
Tipo doc. CR9	Emesso da DTP	Commessa no. 123-700	Progetto: Piastra Portuale di Taranto Legge obiettivo delibera CIPE 74/03 Responsabile del procedimento: Ing. D. Daraio			



<b>Progettazione</b>  		Consulenti Progettisti    Il Direttore Tecnico: Dott. Ing. Andrea PANIZZA					
---	--	--	--	--	--	--	--

P	A	A. Villa	A. Villa	A. Panizza	G. Geddo	01	Aggiornamento	15-09-2006	
P	A	A. Villa	A. Villa	A. Panizza	G. Geddo	01	Prima emissione	07-08-2006	
St.	Sc.	Redatto	Controllato	Controllato	Approvato	Rev.	Tipo di revisione	Data	

SOCIETA' DI PROGETTO:

**TARANTO LOGISTICA S.p.A.**



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	2	22

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI IMPIEGATI</b> .....	<b>4</b>
3.1	CALCESTRUZZO PER C.A. GETTATO IN OPERA.....	4
3.1.1	<i>per elementi di fondazione e sottofondazione</i> .....	4
3.2	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA AD ADERENZA MIGLIORATA.....	5
3.3	ACCIAIO PER ELEMENTI DI CARPENTERIA METALLICA.....	5
3.4	ACCIAIO PER BULLONI .....	6
3.5	ACCIAIO PER SALDATURE .....	6
<b>4</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>6</b>
4.1	PESI PROPRI STRUTTURALI .....	6
4.2	PESI PROPRI NON STRUTTURALI .....	6
4.3	NEVE .....	6
4.4	VENTO .....	7
4.5	SISMA .....	7
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI STATICA DELLA STRUTTURA</b> .....	<b>9</b>
6.1	MODELLO FEM .....	9
6.2	CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI .....	9
6.2.1	<i>Peso proprio strutture (PPS)</i> .....	10
6.2.2	<i>Neve (N)</i> .....	10
6.2.3	<i>Vento (W)</i> .....	10
6.2.4	<i>Sisma (W)</i> .....	13
6.3	COMBINAZIONE DI CARICO.....	15
6.4	VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI .....	15
6.4.1	<i>Elementi di copertura</i> .....	15
6.4.1.1	<i>Traverse</i> .....	15
6.4.1.2	<i>Arcarecci</i> .....	16
6.4.2	<i>Colonne</i> .....	17
6.4.3	<i>Diagonali di controvento verticali</i> .....	17
<b>7</b>	<b>VERIFICHE IN ESERCIZIO</b> .....	<b>18</b>
7.1	CONTROLLO DELL DEFORMABILITÀ VERTICALE.....	18
7.2	CONTROLLO DELL DEFORMABILITÀ ORIZZONTALE .....	18
<b>8</b>	<b>VERIFICA DELLE FONDAZIONI</b> .....	<b>19</b>
8.1	AZIONI SULLE FONDAZIONI .....	19
8.2	AZIONI ALLA SOMMITÀ DEL PLINTO .....	20
8.3	VERIFICHE GLOBALI.....	21
8.4	VERIFICA DEL PLINTO .....	22



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	3	22

## 1 GENERALITA'

Oggetto della presente Relazione di Calcolo è la tettoia per il ricovero dei veicoli nuovi stocati all'interno della Piattaforma Logistica del Porto di Taranto.

Secondo il Progetto Definitivo l'area che la tettoia deve coprire è di forma rettangolare con una estensione panimetrica di 50 m per 85 m (4250 mq).

Questa tettoia è prevista in struttura metallica e deve essere caratterizzata da una tipologia costruttiva essenziale. In quest'ottica sono stati adottati profili metallici da catalogo cercando di ridurre al minimo i collegamenti e per quelli indispensabili cercando di semplificarli quanto più possibile. Ne è derivata una struttura molto semplice e snella, costituita da un impalcato di copertura avente due ordini di elementi portanti, delle traverse disposte secondo il lato minore della pianta e gli arcarecci paralleli al lato maggiore della pianta. Il manto di copertura è realizzato con una lamiera grecata pura. La copertura così realizzata è sorretta da colonne disposte secondo una maglia rettangolare con luci definite in funzione della distribuzione degli spazi di parcheggio per lo stallo dei veicoli. Le colonne sono opportunamente controventate per conferire alla struttura la capacità di resistere alle azioni orizzontali (vento e sisma) nonché di manifestare spostamenti tollerabili in fase di esercizio.

Nel presente documento è riportata la verifica delle strutture descritte. Il calcolo della struttura viene eseguito, nel rispetto delle normative vigenti (§3), con l'ausilio di un modello numerico agli elementi finiti. In particolare si fa osservare che l'analisi strutturale è stata effettuata considerando l'azione sismica secondo quanto specificato nell'Ordinanza 3274 e successive modificazioni/integrazioni, assumendo per l'edificio un fattore di importanza pari ad 1.4, come stabilito di concerto con il Committente. Le verifiche degli elementi strutturali vengono svolte con l'ausilio del medesimo programma, che consente all'utente la scelta dei parametri caratteristici previsti dalla normativa in funzione delle specifiche esigenze.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli delle strutture sono stati eseguiti in accordo con le indicazioni contenute nelle seguenti normative tecniche:

- [1] **LEGGE 5 novembre 1971 n.1086:** «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica»;
- [2] **DM 9 gennaio 1996:** «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche»;
- [3] **DM 16 gennaio 1996:** «Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"»;
- [4] **CIRCOLARE 4 luglio 1996, n. 156 AA.GG./S.T.C.:** «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"» di cui al D.M. 16/1/'96;
- [5] **CIRCOLARE 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.:** «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"» di cui al D.M. 9/1/'96;
- [6] **OPCM 20 marzo 2003 n.3274 e successiva modifica ed integrazione n.3316 del 02.10.2003:** «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica»;
- [7] **OPCM 3 maggio 2005 n.3431:** «Ulteriori modifiche e integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003»;

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	4	22

### 3 MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.1 Calcestruzzo per C.A. gettato in opera

##### 3.1.1 per elementi di fondazione e sottofondazione

classe di resistenza $R_{ck} \geq 25$			
caratteristica meccanica	sigla	valore	udm
resistenza cubica a compressione	$R_{ck}$	25	[MPa]
resistenza cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	20	[MPa]
resistenza a trazione	$f_{ctm}$	2.2	[MPa]
resistenza a trazione per flessione	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm}$	2.6	[MPa]
modulo di elasticità normale	$E_c = 5700 (R_{ck})^{0.5}$	28500	[MPa]
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$		
stati limite ultimi	$\gamma_c = 1.6$	12	[MPa]
stati limite d'esercizio	$\gamma_c = 1.0$	20	[MPa]
tensione ammissibile a compressione	$\sigma_{c,amm}$	8.5	[MPa]
tensione tangenziale ammissibile	$\tau_{c0}$	1.7	[MPa]
	$\tau_{c1}$	4.3	[MPa]

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	5	22

### 3.2 Acciaio per barre di armatura ad aderenza migliorata

acciaio tipo FeB44k controllato in stabilimento			
caratteristica meccanica	sigla	valore	udm
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	430	[MPa]
tensione caratteristica a rottura per trazione	$f_{tk}$	540	[MPa]
modulo di elasticità normale	$E_s$	206000	[MPa]
resistenza di calcolo a trazione	$f_{sd} = f_{tk} / \gamma_s$		
stati limite ultimi	$\gamma_s = 1.15$	374	[MPa]
stati limite d'esercizio	$\gamma_s = 1.0$	430	[MPa]
tensione ammissibile a trazione	$\sigma_{c,amm}$	255	[MPa]

### 3.3 Acciaio per elementi di carpenteria metallica

acciaio tipo S275 (ex Fe430)			
<i>valori caratteristici con frattile di ordine 0.05</i>			
caratteristica meccanica	sigla	valore	udm
tensione caratteristica a rottura per trazione	$f_{tk}$	$\geq 430(*)$	[MPa]
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq$	$\geq 275 (**)$	[MPa]
allungamento percentuale a rottura	$\epsilon$	$\geq 23 (***)$ (lamiere) $\geq 24 (***)$ (barre, profilati, larghi piatti)	-----
modulo di elasticità normale	$E_s$	206000	[MPa]
modulo di elasticità tangenziale	$G$	78400	[MPa]
(*) per spessori $\leq 16$ mm; altrimenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>per spessori <math>&gt; 16</math> mm e <math>\leq 40</math> mm è ammessa una riduzione di 10 MPa;</li> <li>per spessori <math>&gt; 40</math> mm e <math>\leq 63</math> mm è ammessa una riduzione di 20 MPa;</li> <li>per spessori <math>&gt; 63</math> mm e <math>\leq 100</math> mm è ammessa una riduzione di 30 MPa.</li> </ul> (**) per spessori $\leq 16$ mm; altrimenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>per spessori <math>&gt; 6</math> mm e <math>\leq 30</math> mm è ammessa una riduzione di 10 MPa;</li> <li>per spessori <math>&gt; 30</math> mm e <math>\leq 50</math> mm è ammessa una riduzione di 20 MPa.</li> </ul> (***) per spessori fino a 40 mm, altrimenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>per spessori <math>&gt; 40</math> mm e <math>\leq 63</math> mm è ammessa una riduzione dell'1%;</li> <li>per spessori <math>&gt; 63</math> mm e <math>\leq 100</math> mm è ammessa una riduzione del 2%.</li> </ul>			



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	6	22

### 3.4 Acciaio per bulloni

Bulloni di classe 8.8 per unioni a taglio e ad attrito.

### 3.5 Acciaio per saldature

Materiale di apporto per saldature a cordoni d'angolo S235 (Fe430).

## 4 ANALISI DEI CARICHI

I carichi da considerare nel calcolo delle sollecitazioni agenti negli elementi strutturali dell'edificio sono i seguenti:

- Pesì propri strutturali (portanti);
- Pesì propri non strutturali (portati);
- Neve;
- Vento;
- Sisma.

### 4.1 Pesì propri strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali (travi e pilastri) viene computato automaticamente in fase di calcolo dal codice agli elementi finiti utilizzato per l'analisi statica delle strutture sulla base della geometria della sezione trasversale dell'elemento inserito nel modello numerico, con riferimento al peso specifico caratteristico del materiale:

calcestruzzo: 25.00 kN/m<sup>3</sup>;  
acciaio: 78.50 kN/m<sup>3</sup>.

### 4.2 Pesì propri non strutturali

Sono caratterizzati dalla copertura in lamiera grecata e dagli impianti connessi alla struttura medesima. Il valore complessivo assunto è pari a 0.15 kN/mq.

### 4.3 Neve

Il calcolo del carico neve da applicare alla copertura è stato effettuato facendo riferimento alla norma vigente.

Per la zona III dove sorge la costruzione oggetto del presente documento il carico caratteristico di neve al suolo assume il seguente valore:

$$q_{sk} = 0.75 \quad [\text{kN/m}^2]$$

per un'altitudine del sito inferiore a 200 m s.l.m.

Il coefficiente di forma per coperture piane assume il seguente valore:

$$\begin{aligned} \mu &= 0.8 && \text{per carico neve uniformemente distribuito sull'intera copertura;} \\ \mu &= 0.6/1.2 && \text{per carico neve distribuito linearmente solo su metà copertura;} \end{aligned}$$

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	7	22

#### 4.4 Vento

Il calcolo del carico vento da applicare alla copertura è stato effettuato facendo riferimento alla norma vigente. Il carico vento sulla copertura e sulle pareti verticali è stato valutato assumendo i seguenti valori dei parametri di calcolo:

località	<input type="text" value="Taranto"/>			
regione	<input type="text" value="Puglia"/>			
zona	<input type="text" value="3"/>	$V_{ref,0}$	=	<input type="text" value="27"/> [m/s]
		$a_0$	=	<input type="text" value="500"/> [m]
		$k_a$	=	<input type="text" value="0.03"/> [1/s]
altitudine s.l.m. del sito dove sorge la costruzione		$a_s$	=	<input type="text" value="0"/> [m]
$V_{ref}(a_s)$	=	<b>27.0</b>	[m/s]	
periodo di ritorno	$T_r$	=	<input type="text" value="50"/> anni	
$\alpha = 0.65 * [1 - 0.14 * \ln(-\ln(1 - 1/T_r))]$		=	1.00	
$V_{ref}(T_r)$	=	<b>27.0</b>	[m/s]	
<b>q<sub>ref</sub></b>	=	<b>45.6</b>	[daN/m <sup>2</sup> ]	
classe di rugosità del sito	<input type="text" value="D"/>			

#### 4.5 Sisma

Secondo la nuova Classificazione Sismica Nazionale, Taranto viene censita come zona 3, pertanto caratterizzata da una accelerazione sismica del suolo pari a:

$$a_g/g = 0.15$$

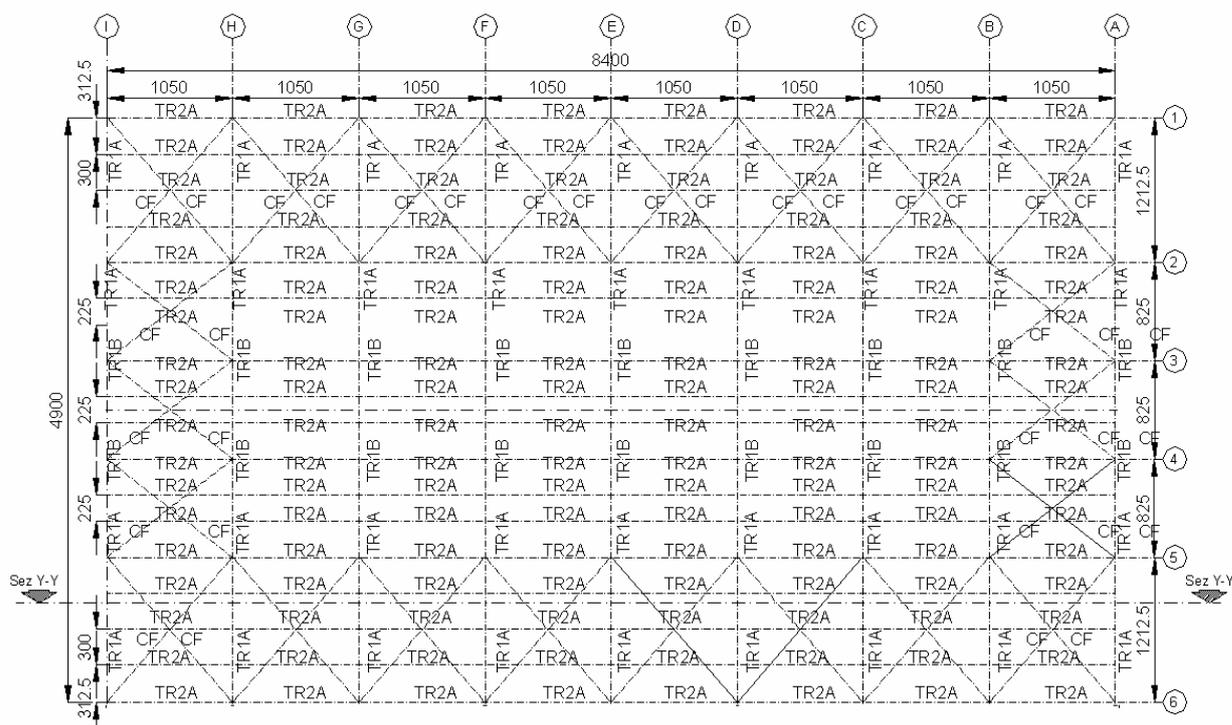
Il fattore di importanza per l'edificio in oggetto è stato stabilito pari ad 1.4 di concerto con il Committente.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	8	22

## 5 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La pianta della struttura metallica oggetto del presente documento è riportata nella seguente figura che consentono di meglio comprenderne gli aspetti caratteristici fondamentali. In particolare si rimanda agli elaborati progettuali per avere una conoscenza completa della costruzione.

PIANTA della COPERTURA



Come si osserva la conformazione plano-altimetrica è regolare; le dimensioni in pianta sono pari a 84 m in lunghezza per 49 m in larghezza misurati in corrispondenza degli assi pilastri; l'altezza della struttura è pari a 6.10 m, misurata a partire dall'estradosso fondazione fino al colomo.

Gli elementi verticali sono costituiti da colonne metalliche che si possono distinguere in due tipologie: quelle controventate e quelle non controventate. Entrambe le tipologie devono trasmettere alle fondazioni i carichi verticali di loro competenza; inoltre quelle collegate ai diagonali verticali di controvento devono garantire anche la trasmissione delle azioni orizzontali (vento e sisma) ai rispettivi plinti di fondazione garantendo l'equilibrio strutturale in due direzioni ortogonali della pianta.

La struttura della copertura è organizzata secondo uno schema costituito da elementi principali (traverse) ed elementi secondari (arcarecci) sopra i quali viene appoggiata e fissata la lamiera grecata di copertura. Le traverse sono disposte secondo il lato più corto della pianta (49 m) ad interasse di 10.50 m, pertanto risultano in numero di 9. Ciascuna traversa è costituita da due elementi inclinati come le falde della copertura (con pendenza del 2%) e si appoggia in maniera continua alle sottostanti colonne senza trasmettervi momento. Lo schema statico di questi elementi è quello di una trave continua a 5 campate. Gli arcarecci si sviluppano secondo il lato lungo della pianta (84 m) e sono costituiti da elementi continui che si appoggiano sulle traverse principali; lo schema statico è quello

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	9	22

di una trave continua a 8 campate di luce identica, pari a 10.50 m. L'interasse fra gli arcarecci non è costante ma comunque risulta non superiore a 3.00 m.

I telai trasversali formati dalle colonne e dalle relative traverse sono efficacemente controventati orizzontalmente da un sistema di diagonali di falda che si sviluppano lungo tutto il perimetro della copertura.

## 6 ANALISI STATICA DELLA STRUTTURA

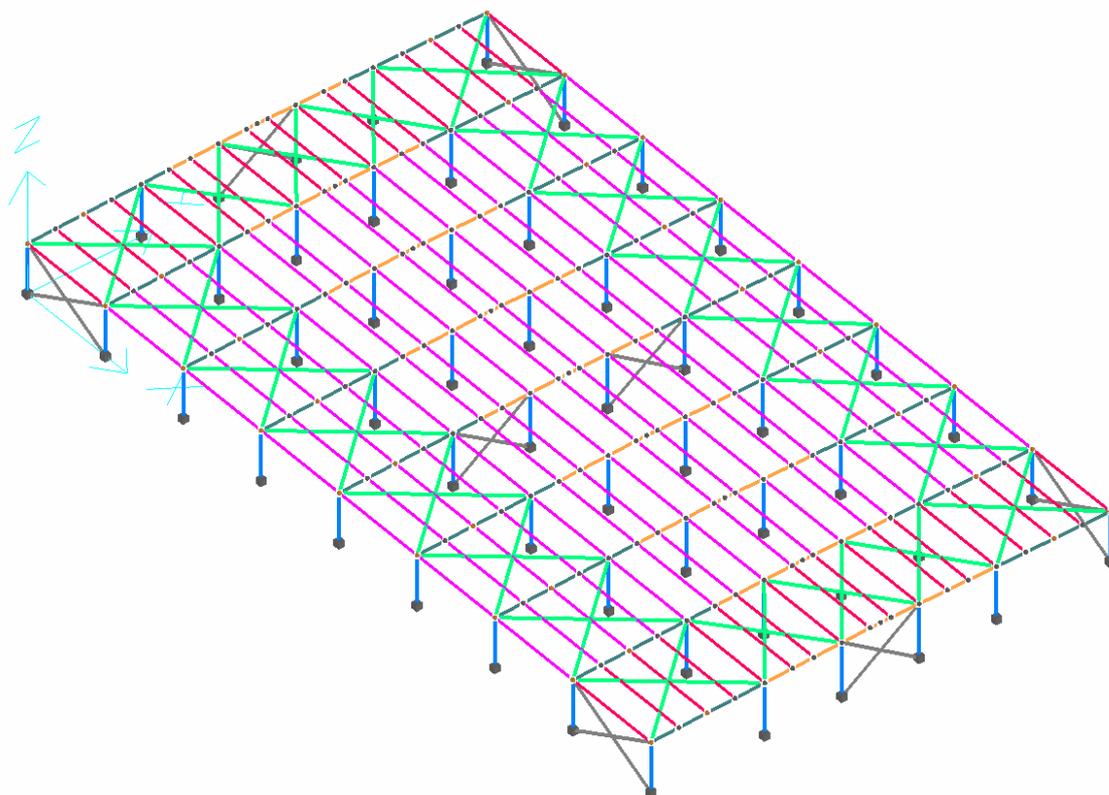
Il calcolo delle sollecitazioni di progetto negli elementi strutturali della copertura è stato condotto, come precedentemente anticipato, con l'ausilio di un modello agli elementi finiti della struttura implementato nel codice di calcolo DolmenWin vs. 4.3 (CDM Dolmen, Torino).

Il modello realizzato è di tipo globale, cioè considera l'intero complesso strutturale nella sua effettiva configurazione.

L'analisi condotta su questo modello matematico è di tipo statico; anche le azioni sismiche sono state trattate con il metodo delle forze statiche equivalenti in quanto la regolarità plano-altimetrica dell'edificio consente di impiegare questo approccio semplificato.

### 6.1 Modello FEM

La seguente figura riporta una vista complessiva del modello agli elementi finiti utilizzato.



### 6.2 Condizioni di carico elementari

Le condizioni di carico elementari considerate corrispondono ai carichi analizzati nel precedente §4.

I carichi applicati agli elementi della struttura sono stati valutati sulla base della geometria della costruzione come segue.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	10	22

### 6.2.1 *Peso proprio strutture (PPS)*

Per quanto riguarda gli elementi strutturali modellati il peso proprio viene considerato automaticamente dal programma di calcolo una volta stabilite le sezioni trasversali delle aste e il materiale costituente.

Le sezioni trasversali degli elementi strutturali sono di seguito riportate con le indicazioni delle principali misure geometriche e il peso a m.l.

#### ARCARECCI

<i>profilato</i>	<i>peso</i>
	[kg/m]
<b>IPE200</b>	22.4
<b>IPE220</b>	26.2

#### TRAVERSE

<i>profilato</i>	<i>peso</i>
	[kg/m]
<b>IPE300</b>	42.2
<b>IPE400</b>	66.3

#### COLONNE

<i>profilato</i>	<i>peso</i>
	[kg/m]
<b>HEA200</b>	42.3

#### CONTROVENTI

##### verticali

<i>profilato</i>	<i>peso</i>
	[kg/m]
<b>tondo cavo De=50mm s=5mm</b>	5.6
	5.6

##### di falda

<i>profilato</i>	<i>peso</i>
	[kg/m]
<b>tondo pieno D=20 mm</b>	2.5
	2.5

### 6.2.2 *Neve (N)*

Il carico neve a mq di proiezione orizzontale di copertura è stato dedotto precedentemente tramite l'analisi dei carichi e vale 0.6 kN/m<sup>2</sup>.

Il carico neve viene assegnato direttamente agli arcarecci tenuto conto del loro interasse; in particolare si assume tale interasse costante e pari a 3.00 m.

Il carico a metro lineare di arcareccio risulta pari a:

$$q = 0.6 \cdot 3.00 = 1.80 \quad [\text{kN/m}]$$

### 6.2.3 *Vento (W)*

Nel precedente §4 è stata dedotta la pressione cinetica di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito dove sorge la costruzione; tale pressione deve essere fattorizzata mediante opportuni coefficienti al fine di conoscere la pressione effettiva agente sugli elementi strutturali.

La pressione effettiva sugli elementi della struttura viene calcolata con la nota espressione:

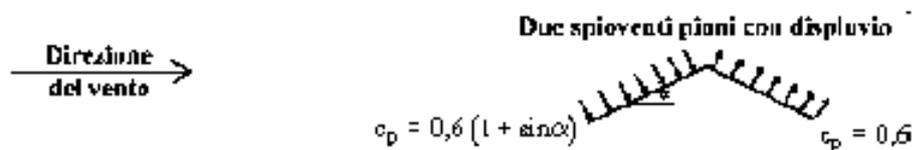
Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	11	22

$$p_w = c_e \cdot c_p \cdot c_d \cdot q_{ref}$$

dove:

- $c_e$  = coefficiente di esposizione;  
 $c_p$  = coefficiente di pressione;  
 $c_d$  = coefficiente dinamico

Per quanto riguarda gli elementi della copertura, il fabbricato in oggetto è classificabile come tettoia isolata a due spioventi piani con displuvio, pertanto i coefficienti di forma assumono i valori riportati nella seguente figura che schematizza la situazione descritta.



L'inclinazione delle falde è del 2% pertanto risulta:

- falda sopravento:  $c_p = 0.612$  (pressione)  
 falda sottovento:  $c_p = 0.600$  (depressione)

Per quanto riguarda invece gli elementi di facciata, costituiti dalle sole colonne metalliche, si assumono i coefficienti di forma relativi a costruzioni che presentano una parete con aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale, pertanto risulta:

elementi normali alla direzione del vento

- sopravento:  $c_p = 1.20$  (pressione)  
 sottovento:  $c_p = -1.20$  (depressione)

La costruzione sorge in un sito la cui classe di rugosità può essere ragionevolmente assunta di tipo D; essendo inoltre il sito in zona 3 si desumono dalla normativa i seguenti valori dei parametri caratteristici per la valutazione del coefficiente di esposizione:

- $z_{min} = 2$  [m]  
 $z_0 = 0.01$  [m]  
 $k_r = 0.17$

Il coefficiente di esposizione è fornito dalla seguente relazione:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right], \text{ per } z > z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}), \text{ per } z \leq z_{min}$$

Il coefficiente di esposizione viene calcolato per l'altezza massima del fabbricato, pari a 5.70 m, e assunto costante per tutta l'altezza della costruzione.

Inserendo nella formula precedente il valore dei relativi coefficienti si ottiene:



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	12	22

$$ce = 2.45$$

(coefficiente di topografia = 1).

Il coefficiente dinamico viene assunto, cautelativamente, pari ad 1.0

In definitiva la pressione effettiva da considerare per calcolare il carico del vento sugli elementi della tettoia assume i seguenti valori:

elementi della copertura:

$$\begin{aligned} \text{sopravento: } p_w &= 2.45 \cdot 0.612 \cdot 45.6 = 68.4 \text{ [daN/mq]} \\ \text{sottovento: } p_w &= 2.45 \cdot (-0.6) \cdot 45.6 = -67.0 \text{ [daN/mq]} \end{aligned}$$

Questi valori vengono incrementati, cautelativamente, al valore di 100 daN/mq, assunto come valore di calcolo.

elementi delle facciate:

$$\begin{aligned} \text{sopravento: } p_w &= 2.45 \cdot 1.2 \cdot 45.6 = 134.0 \text{ [daN/mq]} \\ \text{sottovento: } p_w &= 2.45 \cdot (-1.2) \cdot 45.6 = -134.0 \text{ [daN/mq]} \end{aligned}$$

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	13	22

#### 6.2.4 Sisma (W)

Le forze sismiche calcolate con il metodo statico lineare equivalente sono fornite dalla seguente relazione:

$$F_i = F_h \frac{z_i W_i}{\sum z_j W_j}$$

nella quale:

$$F_h = \lambda S_d(T_f) \frac{W}{g}$$

Le grandezze riportate hanno il seguente significato:

- $F_i$  = forza sismica al livello i-esimo
- $W_i, W_j$  = peso delle masse sismiche rispettivamente ai livelli i-esimo e j-esimo
- $z_i, z_j$  = quote rispettivamente dei livelli i-esimo e j-esimo
- $S_d(T_f)$  = spettro di risposta di progetto calcolato per il periodo fondamentale della struttura  $T_f$
- $W$  = peso complessivo delle masse sismiche
- $g$  = accelerazione di gravità
- $\lambda$  = coefficiente di altezza: assume valore 0.85 se la costruzione ha almeno 3 piani fuori terra e  $T_f < 2 \cdot T_c$ , mentre vale 1 in tutti gli altri casi.

Lo spettro di risposta di progetto è fornito dalle seguenti espressioni:

$$S_d(T) = \begin{cases} a_g S \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \left( \frac{2.5}{q} - 1 \right) \right] & 0 \leq T < T_B \\ a_g S \frac{2.5}{q} & T_B \leq T < T_C \\ a_g S \frac{2.5 T_C}{q T} & T_C \leq T < T_D \\ a_g S \frac{2.5 T_C T_D}{q T^2} & T \geq T_D \end{cases}$$

nelle quali T è il periodo di vibrazione e rappresenta la variabile indipendente.

Il coefficiente q è denominato fattore di struttura e deve essere valutato in funzione delle caratteristiche strutturali secondo quanto riportato sulla normativa.

Le altre grandezze sono funzione della zona sismica (classe di sismicità) e delle caratteristiche del terreno di fondazione (categoria del suolo).

Il fattore di struttura per edifici in acciaio viene calcolato con la seguente relazione:

$$q = q_0 K_D K_R$$

nella quale:

$q_0$  dipende dalla tipologia strutturale e dalla classe di duttilità assunta;



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	14	22

$K_D$  dipende dalle risorse di duttilità locale delle zone dissipative della struttura;  
 $K_R$  dipende dalle caratteristiche di regolarità dell'edificio

Per la struttura in oggetto il seguente prospetto riassume i valori delle grandezze necessarie al calcolo delle forze sismiche e il valore assunto da queste.

-----  
 Analisi sismica - Statica lineare - ( Ord. 3431 )  
 -----

Edificio con struttura in acciaio sito nel comune di Taranto ( TARANTO )

Zona sismica = 3

Categoria del suolo di fondazione = D

Fattore di struttura q = 2.000  
 Classe di duttilità = Bassa

q = q0 \* KD \* KR dove :  
 q0 = 4. ( Strutture intelaiate controventate )  
 KD = .75 ( Strutture snelle )  
 KR = 1.0 ( Edifici regolari in altezza )

Coeff. lambda = 1.000  
 Sd = 0.234 per T1 = 0.33

Numero condizioni generanti carichi sismici : 3

Cond. 001 : Peso\_proprio\_\_\_\_\_ con coeff. 1.000  
 Cond. 002 : neve\_\_\_\_\_ con coeff. 0.200  
 Cond. 003 : permanenti\_\_\_\_\_ con coeff. 1.000

Condizioni di carico sismico generate:

Cond. 007 : Sisma X  
 Cond. 008 : Sisma Y  
 Cond. 009 : Torcente add. X  
 Cond. 010 : Torcente add. Y

Carichi sismici :

Piani	Pesi	C. distr.	Forze di piano	Torc. di piano X	Torc. di piano Y	Baric. X
Baric. Y						
cm	daN		daN	daNcm	daNcm	cm
550.0	165511	0.2344	38792	9513633	16292461	4200.0
2452.5						

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	15	22

### 6.3 Combinazione di carico

Le condizioni di carico elementari sono state combinate al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto necessarie alla verifica degli elementi strutturali secondo quanto riportato nella tabella successiva.

condizione di carico elementare	SLE			SLU						
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
peso proprio struttura	1.00	1.00	1.00	1.40	1.40	1.40	1.00	1.40	1.00	1.00
permanenti	1.00	1.00	1.00	1.40	1.40	1.40	1.00	1.40	1.00	1.00
neve	0.00	1.00	1.00	0.00	1.50	1.50	0.00	1.05	0.00	0.20
vento	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.05	1.50	1.50	0.00	0.00
sisma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.40

Le combinazioni di carico allo stato limite di esercizio (SLE) vengono considerate al fine delle verifiche di deformabilità della struttura nel suo complesso e dei singoli elementi strutturali. Invece la resistenza dei medesimi viene verificata considerando le combinazioni di carico allo stato limite ultimo (SLU).

### 6.4 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali

La verifica degli elementi strutturali è stata condotta con l'ausilio delle suite di calcolo presenti all'interno del codice DolmenWin. Le verifiche sono svolte secondo le indicazioni riportate nella norma vigente.

#### 6.4.1 Elementi di copertura

##### 6.4.1.1 Traverse

Le traverse principali di copertura sono costituite da due differenti profili:

- campate esterne: IPE400
- campate interne: IPE300

In particolare il profilo IPE 400 continua oltre la prima colonna interna per circa 1 m, raccordandosi al profilo IPE300 in maniera graduale tramite opportuno collegamento in grado di trasmettere tutte le sollecitazioni agenti nella sezione di connessione.

Viene di seguito riportato il tabulato delle % massime di lavoro dei profili costituenti le 9 traverse della copertura dedotti effettuando le verifiche di resistenza come precedentemente illustrato, con riferimento alle combinazioni di carico in SLU.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	17	22

In particolare il profilo IPE 220 continua oltre la prima colonna interna per circa mezzo metro, raccordandosi al profilo IPE200 mediante semplice collegamento in grado di realizzare una cosiddetta cerniera Gerber in grado di trasmettere esclusivamente le sollecitazioni taglianti.

Viene di seguito riportato il tabulato delle % massime di lavoro dei profili costituenti le 9 traverse della copertura dedotti effettuando le verifiche di resistenza come precedentemente illustrato, con riferimento alle combinazioni di carico in SLU.

#### 6.4.2 Colonne

Le colonne sono costituite da profili HEA200 aventi altezza di circa 5.00 m. Alla base le colonne si ritengono incastrate nel plinto di fondazione, mentre alla sommità in corrispondenza dell'attacco con la traversa principale di copertura è previsto un collegamento che evita la trasmissione di momento flettente fra l'elemento orizzontale e quello verticale, pertanto il vincolo si può assimilare ad una cerniera.

Vengono di seguito riportati i tabulati di verifica di questi elementi nei confronti delle combinazioni di carico allo stato limite ultimo, distinguendo i valori le combinazioni senza sisma da quelle con sisma.

asta 21 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 1% della S1	limite.
asta 22 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 12% della S1	limite.
asta 23 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 10% della S1	limite.
asta 24 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S1	limite.
asta 25 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 12% della S1	limite.
asta 26 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 1% della S5	limite.
asta 183 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 8% della S1	limite.
asta 184 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 8% della S1	limite.
asta 185 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 186 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 187 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 188 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 189 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 190 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 191 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 192 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 12% della S5	limite.
asta 193 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 194 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 195 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 196 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 197 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 198 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 263 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S5	limite.
asta 264 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S5	limite.
asta 265 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 17% della S5	limite.
asta 266 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S1	limite.
asta 267 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S5	limite.
asta 268 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 10% della S5	limite.
asta 269 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 8% della S5	limite.
asta 270 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S5	limite.
asta 271 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 16% della S1	limite.
asta 272 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 12% della S1	limite.
asta 273 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 274 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S1	limite.
asta 275 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S1	limite.
asta 276 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 14% della S1	limite.
asta 277 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S1	limite.
asta 278 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 17% della S5	limite.
asta 359 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S1	limite.
asta 360 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S1	limite.
asta 361 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S1	limite.
asta 362 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S5	limite.
asta 363 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 9% della S5	limite.
asta 364 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 10% della S5	limite.
asta 365 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 8% della S5	limite.
asta 366 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 14% della S5	limite.
asta 367 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S1	limite.
asta 368 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 15% della S1	limite.
asta 369 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 14% della S1	limite.
asta 370 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 12% della S1	limite.
asta 371 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S1	limite.
asta 372 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 21% della S5	limite.
asta 373 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 13% della S1	limite.
asta 374 - sez.	9 - P_HEA200_S009	- 8% della S1	limite.

#### 6.4.3 Diagonali di controvento verticali

I controventi verticali sono costituiti da elementi tubolari aventi diametro esterno pari a 50 mm e spessore della parete pari a 5 mm. Questi elementi sono aste incernierate agli estremi soggetti unicamente sforzi assiali.

Vengono di seguito riportati i tabulati di verifica di questi elementi nei confronti delle combinazioni di carico allo stato limite ultimo, distinguendo i valori le combinazioni senza sisma da quelle con sisma.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	18	22

asta 536 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 16% della Ss limite.  
asta 537 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 6% della Ss limite.  
asta 538 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 539 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 540 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 541 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 542 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 2% della Ss limite.  
asta 543 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 7% della Ss limite.  
asta 544 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 7% della Ss limite.  
asta 545 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 2% della Ss limite.  
asta 546 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 547 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 595 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 596 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 1% della Ss limite.  
asta 597 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 6% della Ss limite.  
asta 598 - sez. 10 - TUBO\_CIRCOLARE\_S010 - 15% della Ss limite.

## 7 VERIFICHE IN ESERCIZIO

Vengono di seguito riportate le verifiche di deformabilità della struttura nei confronti delle azioni agenti su di essa in fase di esercizio.

### 7.1 Controllo della deformabilità verticale

Le frecce limite degli elementi costituenti l'orditura portante di copertura sono le seguenti:

- orditura secondaria (arcarecci): 1/200 luce
- orditura principale: 1/300 luce

Le frecce massime devono essere valutate considerando come carichi i pesi propri e i sovraccarichi accidentali (neve/vento).

Dall'analisi numerica, con riferimento alle combinazioni di carico riportate in precedenza, si sono dedotte le seguenti frecce massime:

- arcarecci: 3.50 [cm] <  $1050/200 = 5.25$  [cm]
- traversa: 3.15 [cm] <  $1200/300 = 4.00$  [cm]

La verifica è soddisfatta per entrambi gli elementi.

### 7.2 Controllo della deformabilità orizzontale

Lo spostamento massimo alla sommità di un elemento verticale (colonna) deve essere inferiore al seguente valore:

- colonne di edifici monopiano: 1/350 altezza

La limitazione di cui sopra si riferisce agli spostamenti orizzontali valutati considerando l'azione del vento, escluso il sisma.

Dall'analisi numerica, con riferimento alle combinazioni di carico riportate in precedenza, si sono dedotte le seguenti frecce massime:

- direzione X: 0.10 [cm] <  $500/350 = 1.43$  [cm]
- direzione Y: 0.20 [cm] <  $500/350 = 1.43$  [cm]

La verifica è soddisfatta per entrambe le direzioni.

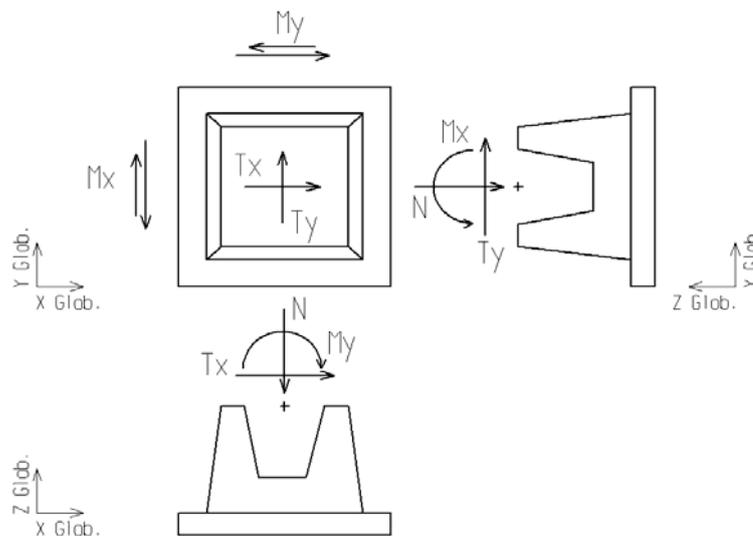
Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	19	22

## 8 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

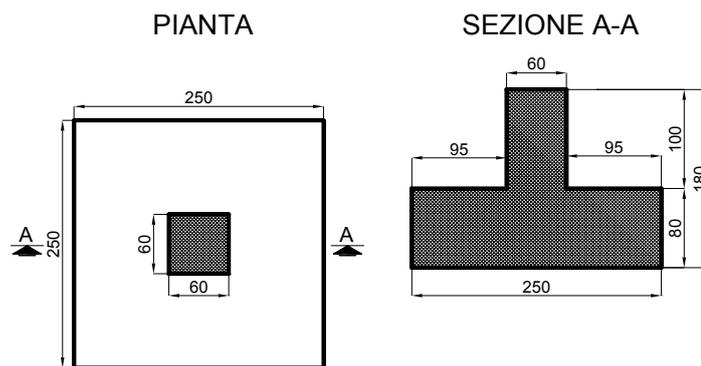
### 8.1 Azioni sulle fondazioni

Vengono di seguito riportate le azioni trasmesse dalle colonne ai plinti di fondazione, con riferimento alla sezione in corrispondenza dell'estradosso plinto (alla base del baggio).

La seguente figura riporta la convenzione da seguire per quanto concerne i segni delle azioni.



La seguente figura riporta le dimensioni geometriche del plinto.



Il peso del plinto risulta pari al seguente valore:

$$G_{pl} = 5.36 \cdot 25.00 = 134 \text{ [kN]}$$

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	20	22

## 8.2 Azioni alla sommità del plinto

La seguente tabella riporta le azioni involuppate per le combinazioni di carico in SLU considerate.

	N	My	Tx	ex	Mx	Ty	ey	Caso	Nodo
N min	-193.34	.009	0.	0.	-.5955	25.99	-.0031	4-1	245
N max	144.	-.1706	-.03	-.0012	-1.7915	67.69	.0124	9-1	333
My min	19.2	-.3707	-5.42	-.0193	-1.7184	.31	.0895	9-1	41
My max	25.95	5.141	.93	.1981	-.0613	.01	.0024	8-1	142
Tx min	19.2	-.3707	-5.42	-.0193	-1.7184	.31	.0895	9-1	41
Tx max	83.14	5.1267	66.83	.0617	.1089	-.02	-.0013	8-1	152
ex min	-10.49	2.425	7.35	-.2311	-.0397	.01	-.0038	6-1	168
ex max	3.32	2.559	9.04	.771	-.0109	0.	.0033	1-1	41
Mx min	-85.32	.0043	0.	-.0001	-3.4869	2.7	-.0409	4-1	158
Mx max	77.39	4.695	61.26	.0607	.1559	-.03	-.002	8-1	168
Ty min	-166.54	.7782	.14	-.0047	.0956	-7.39	.0006	3-1	333
Ty max	-87.81	.0497	.01	-.0006	-1.8516	73.36	-.0211	9-1	241
ey min	-17.34	.0164	1.58	-.0009	-2.2962	1.79	-.1324	7-1	51
ey max	10.	-.3531	-3.88	-.0353	-2.1776	.4	.2179	9-1	152

Le azioni riportate sopra sono trasportate al piano di posa del plinto al fine di effettuare le verifiche globali (stabilità e pressione massima).



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	21	22

### 8.3 Verifiche globali

#### geometria del plinto a bicchiere (o a piedestallo)

NB per fare il caso di plinto a piedestallo occorre fornire come spessore del colletto la metà del suo lato (scx=lx/2;scy=ly/2)

##### suola

lato X	lx	=	250	[cm]			
lato Y	ly	=	250	[cm]	volume	5	[m <sup>3</sup> ]
altezza	hs	=	80	[cm]	peso	125	[kN]

##### bicchiere (o piedestallo)

lato X	lbx	=	60	[cm]			
lato Y	lby	=	60	[cm]			
spessore colletto	scx	=	30	[cm]	volume	0.36	[m <sup>3</sup> ]
	scy	=	30	[cm]	peso	9.00	[kN]
altezza	hb	=	100	[cm]			

peso totale del plinto Gp 134.00 [kN]

##### terreno di ricoprimento

peso specifico del terreno		18.00	[kN/m <sup>3</sup> ]
altezza del ricoprimento	hr	1.00	[m]
volume di terreno che insiste sul plinto		5.890	[m <sup>3</sup> ]
peso del riempimento	Gr	106.020	[kN]

#### sollecitazioni alla base del boggolo

condizione	N		MX		MY		TX		TY		ey =MX/N		ex =MY/N	
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	-193.34	0.5955	0.009	0	26.00	0.00	0.00							
2	144.00	1.7915	0.1706	0.00	67.69	0.01	0.00							
3	19.20	1.7184	0.3707	5.42	0.00	0.09	0.02							
4	25.95	0.0613	5.141	1.00	0.00	0.00	0.20							
5	83.14	0.1089	5.1267	66.83	0.00	0.00	0.06							
6	-10.49	0.0397	2.425	7.00	0.00	0.00	-0.23							
7	3.32	0.109	2.559	9.00	0.00	0.03	0.77							
8	-85.32	3.4869	0	0.00	2.70	-0.04	0.00							
9	77.39	0.1559	4.695	61.26	0.00	0.00	0.06							
	-166.54	0.0956	0.7782	0.00	7.39	0.00	0.00							
	-87.81	1.8516	0.0497	0.00	73.36	-0.02	0.00							
	-17.34	2.2962	0.0164	1.58	1.79	-0.13	0.00							
10	10.00	2.1776	0.3531	3.88	0.00	0.22	0.04							

#### sollecitazioni piano di posa plinto

condizione	N		MX		MY		ey =MX/N		ex =MY/N	
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	46.68	-20.20	0.01	43.28	0.02					
2	384.02	-52.36	0.17	13.63	0.04					
3	259.22	1.72	4.71	0.66	1.82					
4	265.97	0.06	5.94	0.02	2.23					
5	323.16	0.11	58.59	0.03	18.13					
6	229.53	0.04	8.03	0.02	3.50					
7	243.34	0.11	9.76	0.04	4.01					
8	154.7	1.33	0.00	0.86	0.00					
9	317.41	0.16	53.70	0.05	16.92					
10	250.02	2.18	3.46	0.87	1.38					

#### pressioni di contatto

condizione	per MX		per MY	
	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	15	7		
2	82	62		
3	42	43		
4	43	45		
5	52	74		
6	37	40		
7	39	43		
8	25	25		
9	51	71		
10	41	41		

massimi 82 74

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra Portuale di Taranto – Piattaforma Logistica	123.700 E 1 UCG S 010	01	22	22

**ribaltamento**

condizione	per MX		per MY	
	MsX	MsX/MX	MsY	MsY/MY
1	58.4	3	58.4	6483
2	480.0	9	480.0	2814
3	324.0	189	324.0	69
4	332.5	5424	332.5	56
5	404.0	3709	404.0	7
6	286.9	7227	286.9	36
7	304.2	2791	304.2	31
8	193.4	146	193.4	/
9	396.8	2545	396.8	7
10	312.5	144	312.5	90
	minimi	2.9		6.9

#### 8.4 Verifica del plinto

La pressione massima trasmessa al suolo dai plinti è risultata pari a 82 kPa.

Il calcolo delle sollecitazioni nella suola di fondazione viene effettuato assumendo cautelativamente un valore maggiorato della pressione di contatto; si assume 150 kPa in condizioni di SLU.

Le sollecitazioni vengono calcolate assumendo uno schema meccanico tipo puntone-tirante.

La forza di trazione dimensionante per l'armatura inferiore del plinto è fornita dalla seguente relazione:

$$T = R_{\max} \cdot \cotg\theta = 150 \cdot 2.5 \cdot 0.95 \cdot 1.00 = 356.25 \text{ [kN]}$$

Occorre pertanto disporre al lembo inferiore del plinto parallelamente ai lati della pianta un'armatura pari a:

$$A_{s,nec} = T/f_{sd} = 356250/374 = 952 \text{ [mm}^2\text{]} = 9.52 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Si dispongono 1Ø16/20 nelle due direzioni.