



	<p><b>Comune di Ravenna</b>  <b>AREA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE</b></p> <p>Servizio Gestione Urbanistica ed Edilizia Residenziale  Pubblica</p>	<p>Comune di Ravenna  Piazzale Farini, 21  480121 – Ravenna (RA)</p> <p>c.f. /P.IVA 00354730392</p>	
 <p><b>T.C. - Traghetti e Crociere S.r.l.</b>  Società Unipersonale a responsabilità limitata</p>		<p><b>Committente:</b></p> <p><b>T&amp;C Traghetti e crociere srl</b>  Cav. Alberto Bissi</p> <p>Via Baiona, n°151  48123 – Ravenna (RA)  C.F. 02050340393</p>	
 <p>progetto ingegneria architettura</p> <p><small>via r. murri, 21 48124 ravenna italy tel/fax +39.0544.460441 www.studiodosi.it info@studiodosi.it</small></p> 		<p><b>Progettista:</b></p> <p>Ing. Stefano Dosi</p> <p>Via r. murri, n°21  48124 – Ravenna (RA)  c.f. DSO SFN 70P19 H199D  P.IVA 01469860397</p>	
<p style="text-align: center;"><b><u>PROGETTO ESECUTIVO</u></b></p> <p>Opere di urbanizzazione presso l'area di T&amp;C Traghetti e Crociere, via Baiona n°151</p> <p style="color: purple;"><i>Parcheggio privato ad uso pubblico, adeguamento via Trattaroli,  ampliamento parcheggio privato (Il stralcio)</i></p>			
<p>Data</p> <p>21/06/2021</p>	<p style="text-align: center;"><i>Relazione di calcolo strutturale, dei materiali, comprensiva  dell'illustrazione sintetica degli elementi essenziali del  progetto</i></p> <p style="text-align: center;">BASAMENTO TORRE FARO - FONDAZIONI</p>		<p>Documento n°</p> <p style="font-size: 2em; text-align: center;">D</p>
<p><b>REV.</b></p>	<p><b>DATA</b></p>	<p><b>DESCRIZIONE</b></p>	<p>RIFERIMENTI  CATASTALI  Sezione RAVENNA  Foglio, n°13  Mapp.  729,730,723,734</p>
<p>0</p>	<p>NOVEMBRE 2013</p>	<p>EMISSIONE</p>	
<p>1</p>	<p>FEBBRAIO 2016</p>	<p>REVISIONE</p>	
<p>2</p>	<p>OTTOBRE/ DICEMBRE 2019</p>	<p>REVISIONE</p>	
<p>3</p>	<p>GIUGNO 2021</p>	<p>REVISIONE</p>	

## INDICE

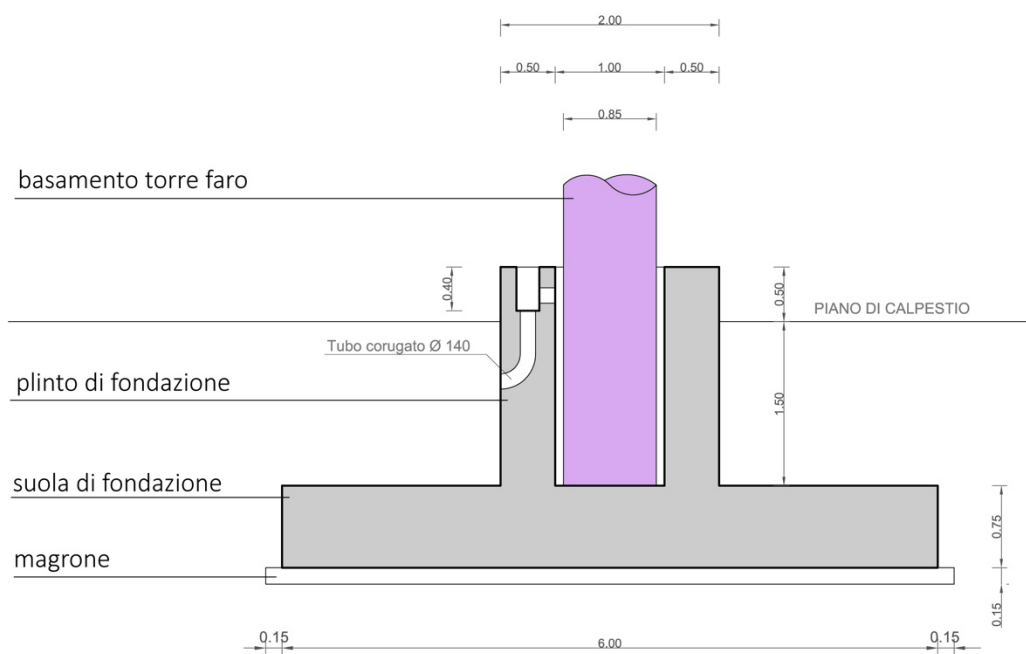
INDICE.....	2
1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO.....	3
2. NORMATIVA .....	4
2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.2. TIPOLOGIA DI INTERVENTO .....	4
3. MATERIALI UTILIZZATI .....	5
4. TIPOLOGIA FONDALE.....	6
5. TIPO DI APPROCCIO ADOTTATO .....	6
6. PARAMETRI ADOTTATI .....	6
7. PRESSIONE ULTIMA.....	6
8. MODELLO NUMERICO .....	7
8.1. CONDIZIONI DI CARICO DEFINITE.....	7
8.2. COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	7
8.3. DATI DI OUTPUT.....	7
9. VERIFICHE STRUTTURALI .....	8
10. VERIFICHE GEOTECNICHE.....	12
11. TABULATO.....	13
12. ALLEGATO: RELAZIONE GEOTECNICA.....	21

## 1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO

L'intervento consiste nella realizzazione di due basamenti in c.a. per le torri faro n° 10 e 11 da realizzare nell'ampliamento del piazzale operativo della T&C traghetti e crociere srl - Il stralcio, in via Baiona – via Trattaroli sinistra a Ravenna.

I basamenti delle torri faro, posizionati a -2.40 m circa, rispetto al piano di campagna avranno le seguenti caratteristiche:

- Magrone con spessore pari a 15 cm;
- Suola di fondazione con dimensioni pari a 6.00 x 6.00 m e spessore 0.75 m;
- Plinto di fondazione con dimensioni paria a 2.00 x 2.00 x 2.00 m;
- Plinto di fondazione collocato per 1.50 m al di sotto del piano di campagna;



## **2. NORMATIVA**

### **2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si assume quale riferimento la seguente normativa:

- D.M. 14/02/1992 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 09/01/1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. 16/01/1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. 11/03/1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- CIRC. 15/10/1996 252AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09/01/1996.
- CIRC. 04/07/1996 156AA.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. 16/01/1996.
- C.N.R. 10011/85 Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- UNI 9502 Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso.
- D.M. 20/11/1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e loro consolidamento
- D.M. 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni
- NTC 17/01/2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale

### **2.2. TIPOLOGIA DI INTERVENTO**

L'intervento consiste nella realizzazione dei basamenti in c.a. per due torri faro, la numero 10 e la numero 11 (si vedano elaborati grafici).

### 3. MATERIALI UTILIZZATI

Calcestruzzo magro per sottofondazioni .....  $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$   
 Calcestruzzo per fondazioni .....  $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$   
 Acciaio in barre per calcestruzzo (saldabile) ..... B450 C  
 Rete elettrosaldata .....  $f_{yk} \geq 390 \text{ N/mm}^2$   $f_{tk} \geq 440 \text{ N/mm}^2$

#### Calcestruzzo C25/30 :

Resistenza cilindrica caratteristica calcestruzzo :  $250.0 \text{ [kg/cm}^2]$   
 Resistenza cubica caratteristica del calcestruzzo :  $300.0 \text{ [kg/cm}^2]$   
 Coefficiente di sicurezza calcestruzzo ..... : 1.60  
 Tensione di riferimento con epsilon al 2 % ..... :  $110.2 \text{ [kg/cm}^2]$

#### Acciaio B 450 C :

Tensione di snervamento dell'acciaio ..... :  $4500.0 \text{ [kg/cm}^2]$   
 Coefficiente di sicurezza acciaio ..... : 1.15  
 Modulo elastico dell'acciaio ..... :  $2100000.0 \text{ [kg/cm}^2]$   
 Tensione di riferimento dell'acciaio ..... :  $3913.0 \text{ [kg/cm}^2]$   
 Epsilon di snervamento dell'acciaio ..... : 0.00

#### 4. TIPOLOGIA FONDALE

Dal punto di vista strutturale viene realizzato un plinto a pozzetto delle dimensioni di 600x600 cm.

#### 5. TIPO DI APPROCCIO ADOTTATO

Si adotta l'approccio 1; per le verifiche geotecniche si verificheranno le combinazioni GEO per le verifiche strutturali le combinazioni STR

Si effettuano le verifiche a collasso dell'insieme fondazione-terreno, e ribaltamento.

#### 6. PARAMETRI ADOTTATI

In prossimità della zona di intervento è stata effettuata una campagna geognostica consistente in 3 sondaggi a carotaggio continuo con prelievi e prove in situ ed una prova penetrometrica, spinti alla profondità di 20 m dal piano di campagna.

Dall'indagine è emersa la seguente situazione stratigrafica:

dal p.c. a quota 0,00 (l.m.m)	materiale di riporto quale sabbia e limo
da 0,00 m a -1,80 m	limo argilloso
da -1,80 m a -7,40 m	sabbia limosa poco addensata
da -7,40 m a -8,60 m	argilla limosa molle
da -8,60 m a -11,40 m	sabbia limosa mediamente addensata
da -11,40 m a -15,00 m	limo argilloso/sabbioso

Si desumono i seguenti parametri:

$k_{ps}$  (coefficiente di sottofondo) = 1 Kg/cm<sup>2</sup>

$$C_{ud} = \frac{C_{uk}}{\gamma_M} = \frac{0,44}{1,4} = 32 \text{ kPa} = 0,32 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 7. PRESSIONE ULTIMA

$$q = \frac{5,15 \cdot C_u \cdot \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) \cdot \left(1 + 0,2 \frac{D}{L}\right) + \Gamma \cdot D}{1,8} = 1,12 \text{ Kg/cm}^2$$

## 8. MODELLO NUMERICO

Si considera un plinto isolato su terreno alla winkler soggetto ad un carico caratteristico da vento pari a 75000daNm, ad un carico caratteristico dovuto a peso proprio e arredi pari a 4300 daN e ad un carico dovuto al terreno sovrastante pari a  $1800 \times (6 \times 6 - 2 \times 2) \times 1,5 = 86400$  daN

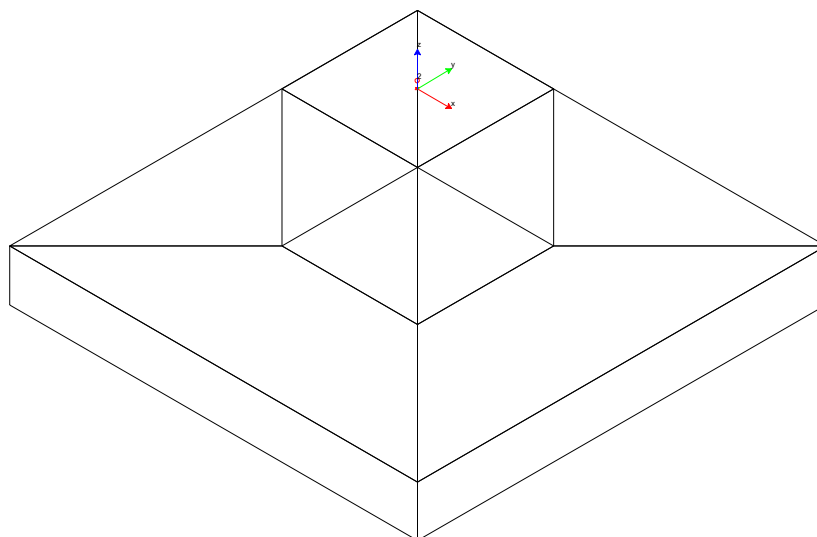
### 8.1. CONDIZIONI DI CARICO DEFINITE

- Cond. 1 Gk1pp
- Cond. 2 Gk2 sovrastruttura
- Cond. 3 Gk2 terreno
- Cond. 4 Qk1 vento

### 8.2. COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Combinazione di  
carico numero

		1	2	3	4
1	STR	1.3000	1.5000	1.5000	1.5000
2	GEO	1.0000	1.3000	1.3000	1.3000



### 8.3. DATI DI OUTPUT

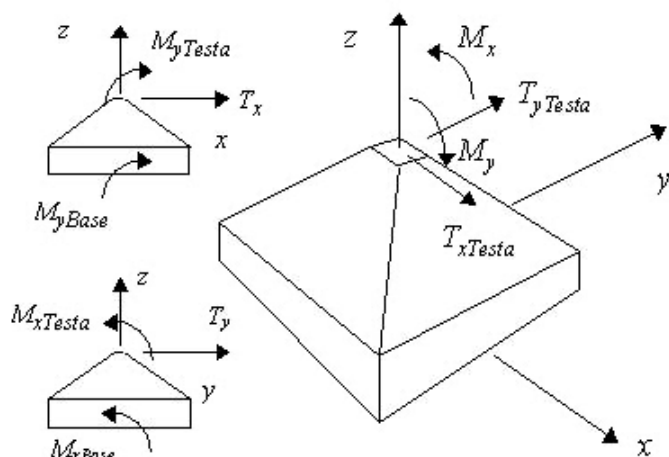
Comb.	N Som.	Tx [kg]	Ty [kg]	N Base [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]
1	-136079	0	0	-249829	112500	0
2	-117932	0	0	-205433	97500	0

## 9. VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano i dati principali per le verifiche complete si vedano i tabulati allegati.

Verifiche plinti

- Modalità di verifica



Il progetto e la verifica dei plinti in C.A. vengono effettuati considerando come azioni agenti:

Lo sforzo normale agente sul plinto.

I momenti (come da figura) agenti sul plinto e dedotti dal calcolo.

I momenti di trasporto  $T \cdot h$  (dove  $T$  è il taglio ed  $h$  l'altezza del plinto)

Con tali sollecitazioni vengono calcolate le pressioni sul terreno (considerato come non reagente a trazione) e da queste calcolate le azioni di progetto per il dimensionamento delle armature.

Premesso che la verifica viene sempre condotta nella sezione del colletto a filo pilastro, indicando con  $\alpha$  l'angolo compreso tra la base del plinto e la congiungente lo spigolo di detta base con l'attacco del pilastro, possono presentarsi i seguenti casi:

L'angolo  $\alpha$  è maggiore di trenta ( $> 30'$ ) gradi nel qual caso il plinto è considerato tozzo. La forza di trazione  $F$  con la quale viene dimensionata l'armatura di base vale:

$$F = \frac{R \times (B - b)}{8 \times H_{\text{plinto}}}$$

dove:

**R**

risultante delle pressioni del terreno

**B**

base del Plinto

**b**

larghezza minima del pilastro sovrastante

**H<sub>plinto</sub>**

altezza totale del plinto



L'angolo  $\alpha$  è minore di trenta ( $< 30'$ ) gradi nel qual caso il plinto è considerato snello ed il calcolo è svolto in maniera consueta considerando, per i plinti svasati, sezioni equivalenti di dimensioni:

$$s_1 = h_{zoc} - copr$$

$$s_2 = H_{pl} - (h_{zoc} + copr)$$

$$H_{eq} = s_1 + \frac{s_2 \cdot (2 \cdot b + b_1)}{3 \cdot b}$$

$$B_{eq} = \frac{2 \cdot b \cdot H_{eq}}{3 \cdot (s_1 + s_2)}$$

e per plinti cubici o a pozzetto:

$$d = H_{pl} - copr$$

$$s_1 = \frac{d}{3}$$

$$s_2 = \frac{2}{3} \cdot d$$

$$H_{eq} = s_1 + \frac{s_2 \cdot (2 \cdot b + b_1)}{3 \cdot b}$$

$$B_{eq} = \frac{2 \cdot b \cdot H_{eq}}{3 \cdot (s_1 + s_2)}$$

dove:

**H<sub>pl</sub>**

altezza del plinto

**copr**

spessore del copriferro

**b**

larghezza del plinto alla base

**b<sub>1</sub>**

larghezza del plinto al colletto

A favore di sicurezza si è in ogni caso considerata (ai fini delle verifiche) la pressione massima sul terreno come agente sull'intera sezione del plinto.

- Verifica dei plinti a bicchiere

**Spinta sulla parte superiore del pozzetto**

$$F_1 = V_{sd} + 3/2 M_{sd}/h$$

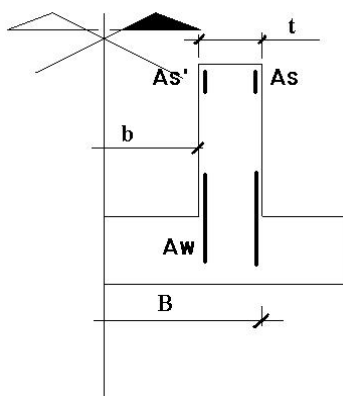
**Contro-Spinta sulla parte inferiore (opposta) del pozzetto**

$$F_2 = 3/2 M_{sd}/h$$

**Azione Verticale**

$$F_3 = N_{sd}$$

- Verifica bordi frontali



posto:

$$\alpha = A_{s'}/A_s$$

$$\alpha_c = E_s/E_c$$

$$d = t - \text{copriferro}$$

$$z = 0.9 d$$

$$c = (B + t)/2 - b/4 = B - 2 * (t + \text{copriferro})$$

$$\lambda = c/z$$

**Verifica delle barre orizzontali (cerchiatura) del bordo superiore del pozzetto**

$$F_1 < 2 A_s (1 + \alpha) f_{yd} / \lambda$$

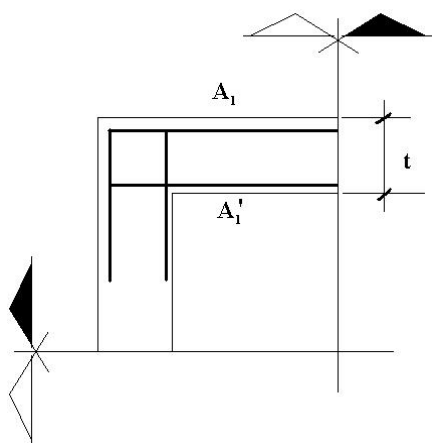
**Verifica del calcestruzzo**

$$F_1 < 2 * 0.4 * d (h/2) f_{ctd} / (1 + \lambda^2)$$

**Verifica alla base della biella compressa del telaio di cerchiatura del pozzetto**

$$F_2 < (t (b + t) + \alpha_c A_w) f_{ctd}$$

- Verifica bordi laterali

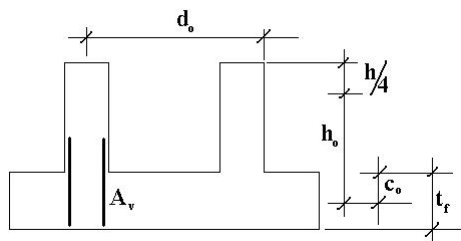


**Verifica a 'tirante' delle armature di cerchiatura superiori del pozzetto**

$$F_1 < 2 A_1 f_{yd} / (1 - \alpha_c / z)$$

$$F_1 < 2 A f_{yd} / (1 - \alpha_c / z)$$

- Verifica pareti laterali del pozzetto



posto:

$$d_o = B - t/2$$

$$c_o = \min(0.2 d_o, t_r/2)$$

$$\lambda_o = h_o/d_o$$

**Verifica delle barre verticali (tiranti) del pozzetto**

$$F_1 < 2 A_v f_{yd} / \lambda_o$$

**Verifica della biella compressa di calcestruzzo**

$$F_1 < 2 * 0.4 * d_o t f_{ctd} / (1 + \lambda^2)$$

- Sezioni Impiegate:

Sezione Numero	Info	Dimensioni	Criterio	Rbk	$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_{rd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{RARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{FREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{QP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Acciaio	$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{YRARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{YFREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{YQP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Copriferro [cm]
1	Plinto a bicchiere	B 600 [cm] H 600 [cm] b 200 [cm] h 200 [cm] Hp 275 [cm] Hz 75 [cm] tb 50 [cm] Terreno numero 1	Verplin	300	132.3	2.8	124.5	99.6	99.6	B450C	3739.0	4300.0	4300.0	4300.0	3.000

Fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{R,d}=1.10$

- Verifiche Plinti:

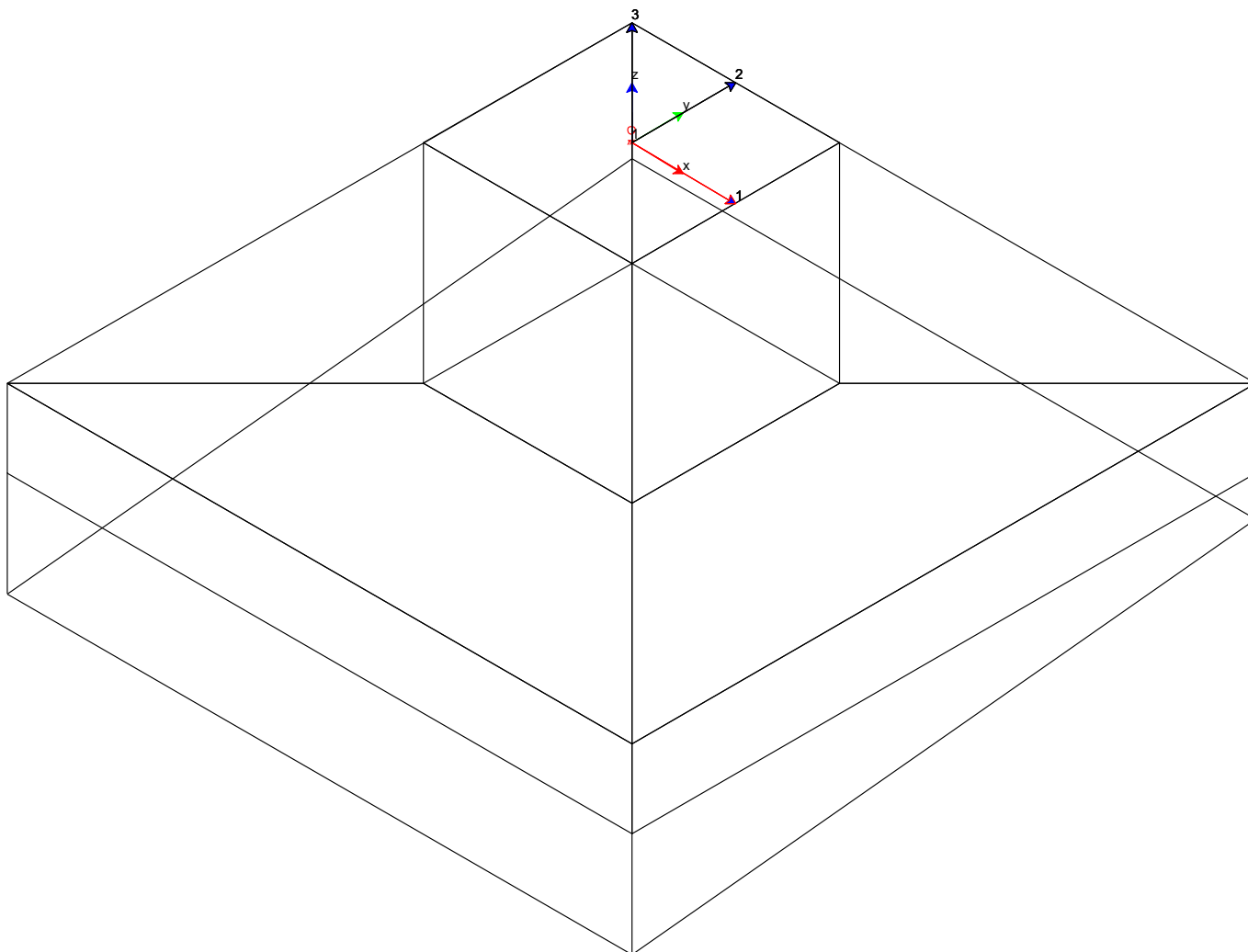
Nodo	Sez.	Comb. Critica	$N_c$ [kg]	$M_{c,Base}$ [kgm]	$V_{c,Base}$ [kg]	$\bar{\alpha}_{Ter}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Armature	$B_{eq.}$ [cm]	$H_{eq.}$ [cm]	$M_d$ [kgm]	$M_{Rd}$ [kgm]	$N_d$ [kg]	$N_{Rsd}$ [kg]	$V_{sd}$ [kg/m]	$V_{rd}$ [kg/m]
1	1	B 1	-249829	112500	0	1.0	31Ø18	340.741	61.333	120776	157338			174	363
		H 1	-249829	0	0	1.0	31Ø18	340.741	61.333	120776	157338			174	363

- Verifiche Bicchiere nodo 1:

Direzione	Comb.	$N_d$	$M_d$	$V_d$	F1	F2	F3	$A_{fc}$	$A_{fv}$	Bordi Frontali			Bordi Laterali Pareti Laterali		
		[kg]	[kgm]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]			$F1_{Afr}$	$F1_{Cis.r}$	$F2_{Vr}$	$F1_{Lat,Afr}$	$F1_{Afv}$	$F1_{Cis.rV}$
										[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
B	1	136079	0	0	0	0	136079	13Ø14	15Ø18	186762	138798	666681	181741	270009	437282
H	1	136079	0	112500	84375	84375	136079	13Ø14	15Ø18	186762	138798	666681	181741	270009	437282

## 10. VERIFICHE GEOTECNICHE

Comb.	N Som.	Tx [kg]	Ty [kg]	N Base [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	$\sigma_{Ter.}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	
2	-117932	0	0	-205433	97500	0	0.8	OK



In combinazione geotecnica (2) non si raggiunge la pressione limite. La verifica è soddisfatta

## 11. TABULATO

- En.Ex.Sys. WinStrand
- Structural Analysis & Design

**Ditta produttrice:**

**En.Ex.Sys.** s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

**Sigla:**

WinStrand

**Piattaforma software:**

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

**Documentazione in uso:**

Manuale teorico - Manuale d'uso

**Campo di applicazione:**

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

- Elementi finiti implementati

Truss.

Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).

Travi su suolo elastico alla Winckler.

Plinti su suolo elastico alla Winckler.

Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.

Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

- Schemi di Carico

Carichi nodali concentrati.

Carichi applicati direttamente agli elementi.

Carichi Superficiali.

- Tipo di Risoluzione

Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.

Fattorizzazione LDL<sup>T</sup>.

Analisi Statica:

modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.

ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).

Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):

Via statica equivalente.

Modale con il metodo dello spettro di risposta.

- Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)
- D.M. del 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".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Indice

[Dati relativi ai nodi della struttura](#)

[Elementi tipo pilastro](#)

[Elementi tipo plinto su suolo alla winkler](#)

[Condizioni e combinazioni di carico](#)

[Carichi e coppie applicati ai nodi](#)

[Carichi applicati agli elementi](#)

[Spostamenti nodali](#)

[Pressioni sul terreno](#)

[Sollecitazioni nei pilastri](#)

[Sollecitazioni nei plinti](#)

- Dati relativi ai nodi della struttura
- Convenzioni adottate

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

#### - Nodi

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	0.000	0.000	0.000	1	1	0	0	0	1	0
2	0.000	0.000	0.100	0	0	0	0	0	0	0
10000	0.000	200.000	0.100	1	1	1	1	1	1	0

#### - Elementi tipo pilastro

#### - Convenzioni adottate

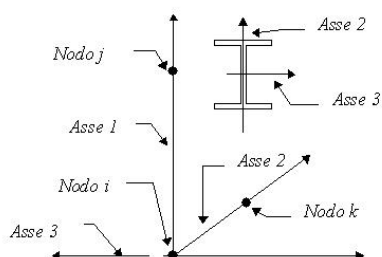
Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

Il nodo iniziale **i**;

Il nodo finale **j**;

Il nodo **k** che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:



#### Sistema di riferimento locale

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo **0%** e il **100%**), nei due piani **1-2** e **1-3** del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti **Vi12 - Vj12 - Vi13 - Vj13**).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse **y** globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

#### - Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850	Acciaio

#### - Sezioni Impiegate:

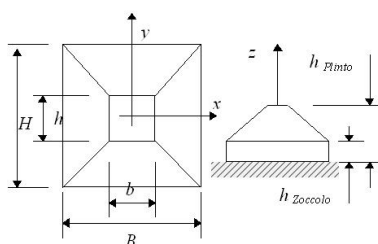
Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 30 H= 30 [cm]

- Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale		Area [cm²]	Jt [cm^4]	J2 [cm^4]		J3 [cm^4]	J23 [cm^4]		Xx	Xy
1	1		900.00	113866		67500	67500	0		1.2	1.2
Piano	Pilastro	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
0	1	2	1	10000	1	1	0.100	100	100	100	100

- Elementi tipo plinto su suolo alla Winkler
- Convenzioni adottate

L'elemento, con riferimento al piano x-y, risulta essere così disposto:



Il plinto viene identificato con il numero del nodo a cui fa capo.

- Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850	Acciaio

- Caratteristiche dei Terreni di Fondazione:

Tipo	Costante di Sottotondo [kg/cm <sup>3</sup> ]	Commento
1	1.00	Default

- Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Plinto a bicchiere	B=600 H=600 b=200 h=200 Hp=275 Hz=75 tb=50 [cm] Terreno numero 1 Default
Nodo	Sezione	Materiale	
1	1	1	

- Condizioni e combinazioni di carico
- Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate il numero di condizioni di carico statiche e dinamiche che sollecitano la struttura. Si noti che:

Per quanto riguarda le condizioni di carico dinamiche, il programma assimila ogni direzione di ingresso del sisma, definita dal progettista, ad una condizione di carico. Pertanto qualora agiscano sulla struttura  $n$  condizioni di carico statiche e il progettista abbia supposto che la struttura venga sollecitata da un sisma entrante in  $m$  direzioni, la struttura stessa viene considerata del programma come soggetta ad  $n + m$  condizioni di carico.

Le combinazioni di carico, definite dal progettista, combinano fra loro le  $n + m$  condizioni di carico ognuna partecipante alla combinazione  $i$ -esima secondo i fattori di partecipazione nel seguito riportati. N.B.: se la condizione  $j$ -esima ha fattore di partecipazione unitario, allora partecipa per intero alla combinazione  $i$ -esima.

Le prime  $n$  condizioni sono sempre statiche mentre sono di origine dinamica le (eventuali) condizioni da  $n+1$  a  $n+m$ .

- Condizioni di carico definite:



Cond. 1 Gk1pp  
Cond. 2 Gk2 sovrastruttura  
Cond. 3 Gk2 terreno  
Cond. 4 Qk1 vento

#### - Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

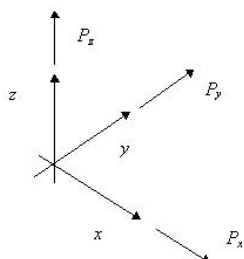
##### Combinazione di carico numero

1	STR			
2	GEO			
Comb.\Cond	1	2	3	4
1	1.3000	1.5000	1.5000	1.5000
2	1.0000	1.3000	1.3000	1.3000

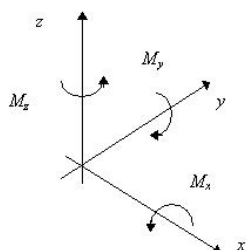
#### - Carichi e coppie applicati ai nodi

##### - Convenzioni adottate

La terna di riferimento generale è destrorsa per cui si hanno i seguenti segni positivi per i carichi o per le coppie direttamente applicati ai nodi:



Versi positivi delle forze concentrate applicate ai nodi.



Versi positivi delle coppie concentrate applicate ai nodi.

Nel seguito vengono riportati per ogni nodo, su cui agiscono carichi concentrati, le componenti del carico ( $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) e la condizione di carico cui esse fanno riferimento.

Nodo	Cond.	$P_x$ [kg]	$P_y$ [kg]	$P_z$ [kg]	$M_x$ [kgm]	$M_y$ [kgm]	$M_z$ [kgm]
2	2	0	0	-4300	0	0	0
	3	0	0	-86400	0	0	0
	4	0	0	0	75000	0	0

#### - Carichi applicati agli elementi

##### - Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

##### NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

## L

La distanza fra i suddetti nodi.

## qxi, ..., qzj

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

## xi, xj

Le distanze, misurate a partire dal Nodol, dei punti di applicazione dei carichi qxi..qzj relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

## Px, ..., Pz xApp

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza xApp dal Nodol.

## Mx, ..., Mz xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal Nodol.

## Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

## mxi, ..., mzj

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

## qSx, qSy, qSz

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

## Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

## - Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	xi [m]	qxi [kg/m]	qyi [kg/m]	qzi [kg/m]	xj [m]	qxj [kg/m]	qyj [kg/m]	qzj [kg/m]
2	1	0.100	1	0.100	-225	0	0	0.100	-225	0	0

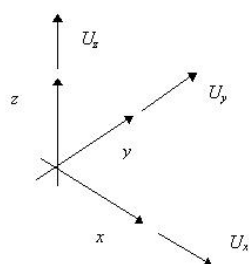
## - Carichi distribuiti

Nodo	Condizione	Peso Proprio [kg]
1	1	87500

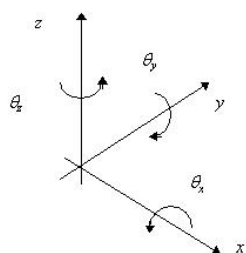
## - Spostamenti nodali

## - Convenzioni adottate

La terna di riferimento generale è destrorsa per cui si hanno i seguenti segni positivi per le componenti di spostamento nodale:



e per quanto riguarda le rotazioni:



Nel seguito vengono riportate, per ogni nodo (con esclusione dei nodi K che definiscono l'orientamento delle aste e quindi, essendo bloccati, hanno componenti di spostamento nulle), le componenti di spostamento in tutte le combinazioni di carico definite.

Nodo	Comb.	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rx [°]	Ry [°]	Rz [°]
1	1	0.000	0.000	-0.694	0.06	0.00	0.00
	2	0.000	0.000	-0.571	0.05	0.00	0.00
2	1	0.000	-0.038	-0.699	0.38	0.00	0.00
	2	0.000	-0.033	-0.575	0.33	0.00	0.00

- Pressioni sul terreno

- Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate le pressioni trasmesse al terreno dalla struttura in corrispondenza dei nodi di fondazione.

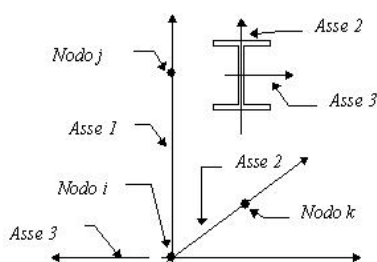
Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	1	0.000	0.000	0.000	0.7
	2				0.6

- Sollecitazioni nei pilastri

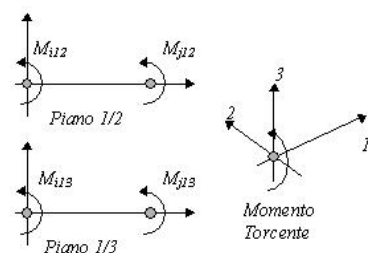
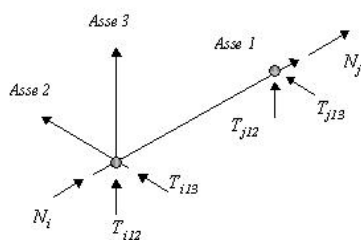
- Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nei pilastri sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento e si riferiscono all'asta.

L'orientamento del pilastro nello spazio è definito a mezzo del nodo K. La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni così diretti:



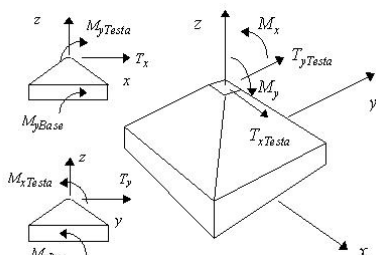
Per ogni pilastro vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kg]	T1-2 [kg]	T1-3 [kg]	Mt [kgm]	M1-3 [kgm]	M1-2 [kgm]
1	2	136050	0	0	0	0	112500

	1	-136079	0	0	0	0	-112500
2	2	117910	0	0	0	0	97500
	1	-117932	0	0	0	0	-97500

- Sollecitazioni nei plinti
- Convenzioni adottate

L'elemento, con riferimento al piano **x-y**, risulta essere così disposto:



Per ogni plinto vengono riportati i valori dello Sforzo normale sulla testa del plinto i valori del taglio (dedotti a partire da quelli trasmessi al plinto dal pilastro sovrastante), i momenti alla base del plinto e le tensioni correlative indotte sul terreno. Per quanto riguarda i momenti alla base del plinto valgono, indicando con  $H_p$  l'altezza del plinto dalla quota di fondazione a quella di imposta del pilastro sovrastante:

$$M_{xBase} = M_{xTesta} + T_y \times H_{Plinto}$$

$$M_{yBase} = M_{yTesta} - T_x \times H_{Plinto}$$

La tensione sul terreno viene calcolata in pressoflessione deviata su una sezione d'impronta di forma rettangolare eventualmente parzializzata.

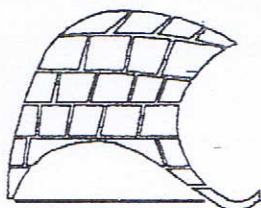
Nodo	Comb.	N [kg]	Tx [kg]	Ty [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	$\sigma_{ter}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Rib.
1	1	-249829	0	0	112500	0	1.0	!
	2	-205433	0	0	97500	0	0.8	!

Ravenna, 21/06/2021

Ing. Stefano Dosi



## 12. ALLEGATO: RELAZIONE GEOTECNICA



# AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA

OPERE DI URBANIZZAZIONE IN LOC. TRATTAROLI SINISTRA  
PROGETTO N° 1999/01

OGGETTO

RELAZIONE GEOTECNICA



EMISSIONE

GOD. ARCH.

SCALA

TAVOLA

C

N°	REVISIONI	DATA	DISEGNAT.	CONTR.
1				
2				
3				
4				

COMMITENZA

PROGETTAZIONE



PORTO INTERMODALE RAVENNA spa

Off. Ing. **SCIACCA LEONELLO**  
Dipendente S.A.P.I.R.  
Porto S. Vitale - RAVENNA  
Albo Ing. RA - N. 409

DIREZIONE LAVORI del Genio Civile  
per le OO. MM. RAVENNA

Visto ai sensi della nota di  
questo Ufficio N. 2675  
in data 27 NOV 1999

IL CAPO DELL'UFFICIO  
INGEGNERE DIR. COORDINATORE  
(Off. Ing. Giovanni Caputo)





## AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA

\*\*\* \*\*

### OPERE DI URBANIZZAZIONE LARGO TRATTAROLI IN SINISTRA CANALE CANDIANO

\*\*\* \*\*

#### RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA RELATIVA A:

- VASCA DI PRIMA PIOGGIA (smaltimento acque meteoriche di banchina)
- VASCA ANTINCENDIO
- VASCA PER STAZIONE DI RILANCIO
- BASAMENTI TORRI FARO

#### INDICE

1. PREMESSA	Pag. 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	Pag. 3
3. ANDAMENTO STRATIGRAFICO DEL TERRENO	Pag. 4
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	Pag. 5
5. ALLEGATI	Pag. 7

## 1. PREMESSA

Nella seguente relazione sono riportati i risultati della campagna geognostica effettuata in prossimità delle Opere di Urbanizzazione da realizzare in sinistra Canale Candiano in corrispondenza del Largo Trattaroli.

Pertanto, ci si è avvalsi di:

- nr. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti mediamente fino alla profondità di 20 m dal p.c. con prelievi e prove in situ;
- nr. 1 prova penetrometrica statica spinta fino alla profondità massima di 20 m. dal p.c.



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 11/03/1988 :

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

- Circ. LL.PP 24 settembre 1988 n. 30483:

"Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

- Associazione Geotecnica Italiana AGI, Giugno 1977 :

"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"

### 3. ANDAMENTO STRATIGRAFICO DEL TERRENO

I sondaggi eseguiti hanno evidenziato la seguente situazione stratigrafica:

- dal p.c. a quota 0,00 m (l.m.m.)  
materiale di riporto: sabbia e limo
- da 0,00 m. a -1.80 m  
limo argilloso consistente sabbioso con argilla di media consistenza
- da -1.80 m. a -7.40 m  
sabbia limosa poco addensata
- da -7.40 m. a -8.60 m  
argilla limosa molle
- da -8.60 m. a -11.40 m  
sabbia limosa mediamente addensata
- da -11.40 m. a -15.00 m  
limo argilloso/sabbioso



#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini progettuali, sulla base dei risultati delle prove eseguite e delle correlazioni disponibili in letteratura è possibile schematizzare il terreno nelle seguenti unità stratigrafiche:

- Unità 1: dal p.c. a quota 0,00 m (l.m.m.)

Materiale di riporto: sabbia e limo

$$\gamma = 19 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno})$$

$$\gamma_i = 9 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno immerso})$$

$$\phi' = 31^\circ \quad (\text{angolo d'attrito efficace})$$

- Unità 2 da 0,00 m a -1.80 m

Limo argilloso consistente sabbioso con argilla di media consistenza

$$\gamma = 18 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno})$$

$$\gamma_i = 9 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno immerso})$$

$$\phi' = 20^\circ \quad (\text{angolo d'attrito efficace})$$

$$C_u = 40 \quad \text{kN/m}^2 \quad (\text{coesione non drenata})$$

- Unità 3 da -1.80 m a -7.40 m

Sabbia limosa poco addensata

$$\gamma = 19 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno})$$

$$\gamma_i = 10 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno immerso})$$

$$\phi' = 28^\circ \quad (\text{angolo d'attrito efficace})$$

$$C_u = 40 \quad \text{kN/m}^2 \quad (\text{coesione non drenata})$$

- Unità 4 da -7.40 m a -8.60 m

Argilla limosa molle

$$\gamma = 18 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno})$$

$$\gamma_i = 9 \quad \text{kN/m}^3 \quad (\text{massa volumica del terreno immerso})$$

$$\phi' = 4^\circ \quad (\text{angolo d'attrito efficace})$$

$$C_u = 50 \quad \text{kN/m}^2 \quad (\text{coesione non drenata})$$

- Unità 5 da -8.60 m a -11.40 m

Sabbia limosa mediamente addensata

$\gamma = 20$        $\text{kN/m}^3$  (massa volumica del terreno)  
 $\gamma_i = 10$        $\text{kN/m}^3$  (massa volumica del terreno immerso)  
 $\phi' = 28^\circ$       (angolo d'attrito efficace)

- Unità 6 da -11.40 m a -15.00 m

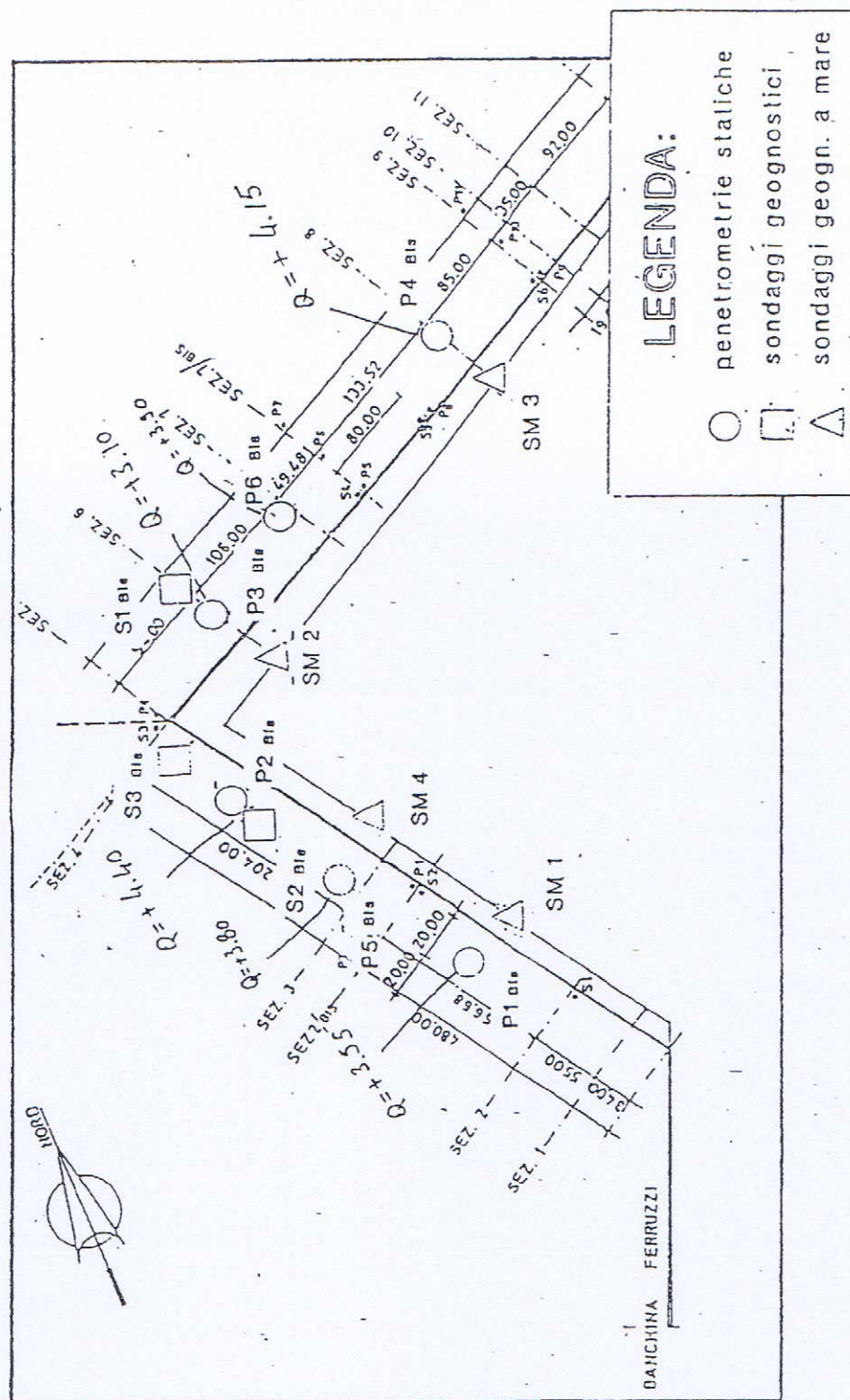
Limo argilloso/sabbioso

$\gamma = 18$        $\text{kN/m}^3$  (massa volumica del terreno)  
 $\gamma_i = 9$        $\text{kN/m}^3$  (massa volumica del terreno immerso)  
 $\phi' = 12^\circ$       (angolo d'attrito efficace)  
 $C_u = 45$        $\text{kN/m}^2$  (coesione non drenata)

# **ALLEGATI**



# UBICAZIONE PROVE





TRATTAROLI - RAVENNA





Quota iniziale: I.n.n.  
Tipo avanzamento: H.L.  
Data: 21/03/95

SEZIONE GEOTECNICA

SCALA 1:100

SUUSIDENZA

LOCALITA':

TRATTAROLI - RAVENNA

25.00



TRATTAROLI - RAVENNA

20



COMMITTENTE:

SUBSIDENZA.

LOCALITÀ:

TRATTAROLI - RA.

AM o T	A	AL	LA	LS	SL	SF	SG	GS
Rp / Ral	.25			.50			.75	.100
RT Kg.								
Ral Kg/cm <sup>2</sup>	.12			.22			.32	.40
Rp Kg/cm <sup>2</sup>	.50			.100			.150	.200

SCALA

Profondità

