

**Decreto n.239/EL-146/181/2013 del 12 Marzo 2013**

**Elettrodotto 380 kV doppia terna "S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia"  
ed opere connesse**

**Relazione di calcolo Fondazione Trivellata Sostegno MDT36  
Attraversamento Fiume Isonzo**

<b>Studio Ing. Luciano Zuccolo Via S.Andrea 9 31100 Treviso</b>	<b>COMMITTENTE:</b> TERNA RETE ITALIA SpA  <b>TITOLO ELABORATO:</b> Relazione di calcolo Fondazione Trivellata Sostegno MDT36 Attraversamento Fiume Isonzo	
---	---	--

**Storia delle revisioni**

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato
00	11/07/2014	Prima emissione	Ing. Zuccolo	Ing. Zuccolo



*Luciano Zuccolo*

**Storia delle revisioni**

Rev.	Data	Descrizione
Rev. 00	del 11/07/2014	Prima Emissione.

Elaborato	Verificato	Approvato
L. Zuccolo Studio Ing. Zuccolo	S. Bisignano ING-REA-APRI-NE D.Sperti ING-REA-APRI-NE	G. Paziienza ING-REA-APRI-NE

## Indice

1.	PREMESSA .....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
3.	NORMATIVA .....	5
4.	MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO .....	5
5.	CARICHI.....	5
6.	NATURA DEL TERRENO .....	6
7.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
8.	VERIFICA DI STABILITA'.....	8
8.1	<i>Compressione e strappamento</i> .....	8
8.1.1	Portanza laterale.....	8
8.1.2	Portanza alla base .....	9
8.1.3	Calcolo della portanza critica e verifica di stabilità .....	9
8.2	<i>Carichi orizzontali</i> .....	10
9.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	11
9.1	<i>Platea di base</i> .....	11
9.2	<i>Pilastro di supporto dei sostegni</i> .....	11
9.3	<i>Trivellati</i> .....	13

## 1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo si propone di verificare le opere di fondazione del seguente sostegno di attraversamento del Fiume Isonzo:

Impianto	Picchetti di riferimento dei sostegni
Linea 380 kV Udine Sud-Redipuglia	55

Lungo tutto lo sviluppo dell'impianto, ed in particolare in prossimità dei sostegni interessati, sono state eseguite delle appropriate indagini geognostiche.

Il sostegno, posizionato in alveo del Fiume Isonzo, è stato oggetto insieme ad altri posizionati nello stesso alveo ed in quello del Fiume Torre, di una dedicata Relazione di Compatibilità Idraulica (doc. RECR10001CGL00124) alla quale si rimanda per gli approfondimenti del caso.

A seguito delle analisi sviluppate dei documenti sopra citati e vista la particolare localizzazione dei sostegni, considerato anche il rischio di esondazione, è stato deciso di prevedere delle fondazioni costituite da un pilastro cilindrico in elevazione fino ad un livello di 50 cm superiore alla quota degli argini del fiume, collegato ad una platea di fondazione con la faccia superiore posizionata alla quota di potenziale scalzamento e collegata a sua volta ad una serie di 8 piloti trivellati del diametro di 1 m profondi 13 m.

La cui rappresentazione schematica è riportata nella figura seguente, dove sono indicate le quote di riferimento per ogni singolo sostegno.

Nei calcoli eseguiti è stata presa in considerazione, come raccomandato nella Relazione di Compatibilità Idraulica, una spinta dell'acqua sul pilastro superiore della struttura in condizioni di piena, conseguente ad una velocità assunta prudenzialmente di 5 m/s.

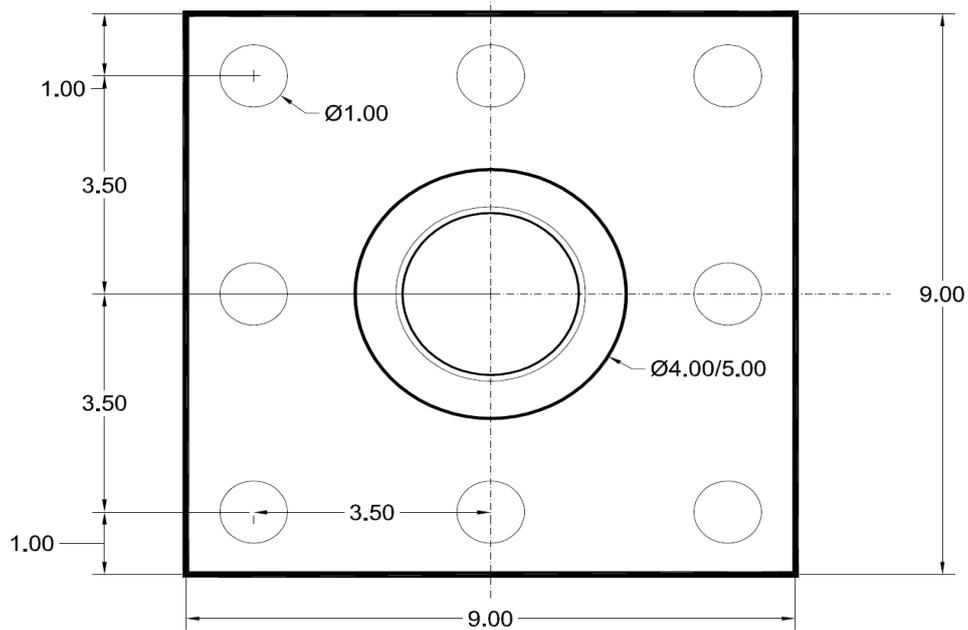
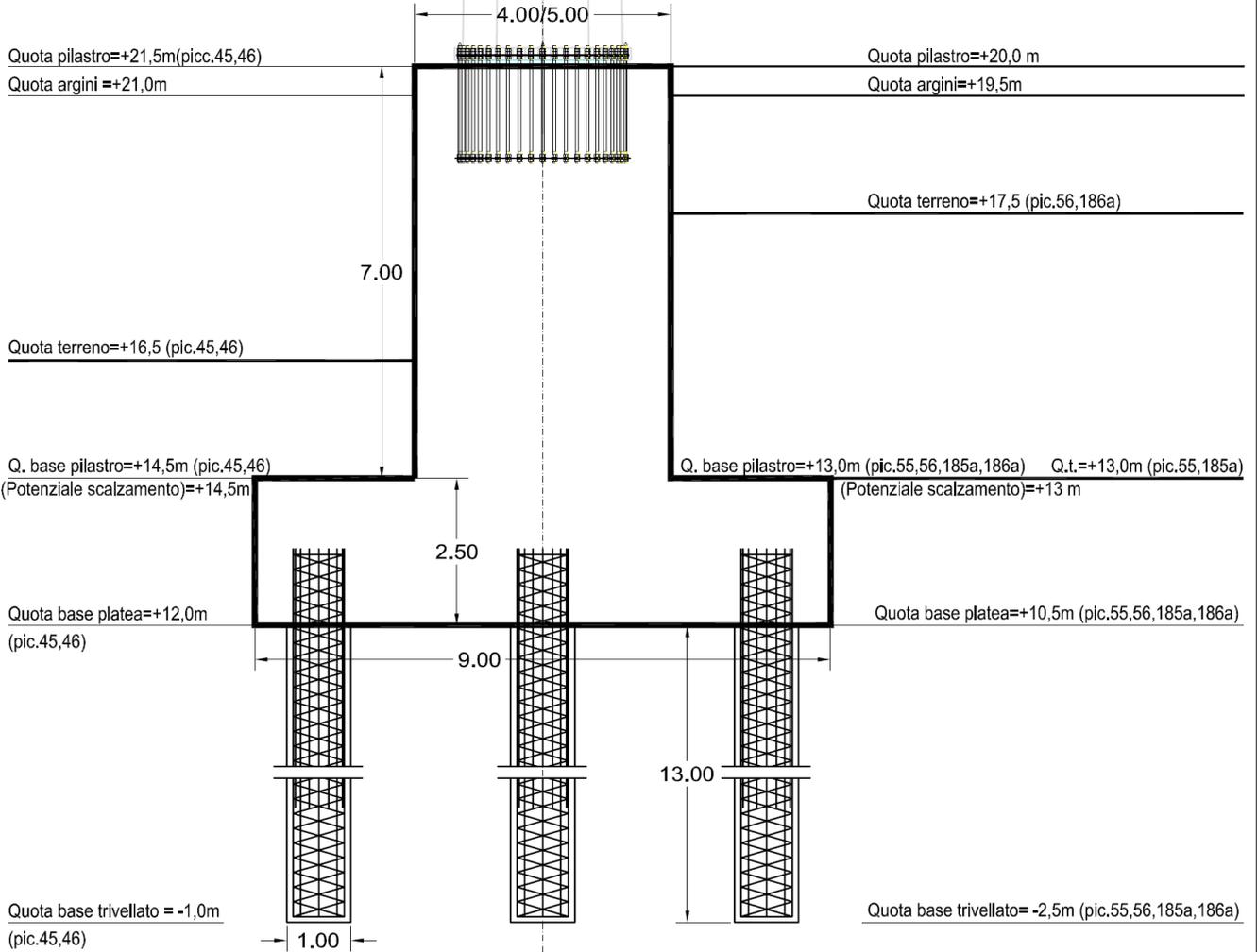
La forza agente è stata valutata con la seguente espressione:

$$F = \frac{1}{2} c \rho A v^2 \text{ (N)}$$

dove:	F:	forza =	21125 daN
	c:	coefficiente di forma =	0,65
	$\rho$ :	densità del fluido =	1000 kg/m <sup>3</sup>
	A:	superficie investita =	26 m <sup>2</sup>
	v:	velocità =	5 m/s.

Quote di riferimento per i sostegni in alveo fiume TORRE

Quote di riferimento per i sostegni in alveo fiume ISONZO



## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- RELAZIONE GEOLOGICA: RECR10001CGL00098;
- PROVE PENETROMETRICHE: RECR10001CGL00105;
- SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO: RECR10001CGL00106;
- INDAGINI SISMICHE: RECR10001CGL00107;
- TABELLE DI ELABORAZIONE DEI RILIEVI GEOLOGICI: TEGR10001CGL00108;
- RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA: RECR10001CGL00124;
- INTERPRETAZIONE GEOTECNICA DELLE INDAGINI ESEGUITE: RECR10001CGL00244;
- DISEGNO FONDAZIONE: DEGR10001CGL00278;
- INSIEME PALO MDT36: P045DM7556\_01;
- CALCOLO PALO MDT36: P045DM7502\_00.

## 3. NORMATIVA

D.M. LL. PP. del 27 Marzo 1988, "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

D.M. LL. PP. del 5 Agosto 1998, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

Legge 5/11/1971 N. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato e precompresso ed a struttura metallica";

D.M. LL. PP. del 9 Gennaio 1996, " Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche";

## 4. MATERIALI E RESISTENZE DI CALCOLO

### Materiali

Calcestruzzo per opere di fondazione: C25/30;

Calcestruzzo per getti di sottofondazione: C12/15;

Barre d'armatura per cemento armato: B450C.

### Resistenze di calcolo

Calcestruzzo C25/30:

flessione e pressoflessione:  $\sigma_{cam} = 97,5 \text{ daN/cm}^2$ ;

taglio:  $T_{cam} = 6,0 \text{ daN/cm}^2$ ;

Acciaio B450C:  $\sigma_a = 2550 \text{ daN/cm}^2$ .

## 5. CARICHI

I carichi trasmessi alle fondazioni sono stati ricavati dai calcoli del sostegno, che è del tipo MDT di altezza utile 36 m.

Di seguito sono riportati i carichi nelle condizioni più significative, che producono le sollecitazioni totali massime ( $M_x+M_y$ ) nei pali trivellati, i quali garantiscono la stabilità della fondazione nel suo complesso.

Sostegno tipo	Condizione (1)	Forza			Momento			
		Verticale N daN	Trasv. Tx daN	Long. Ty daN	Trasv. My daNm	Long. Mx daNm	Totale My+Mx daNm	Torcente Mz daNm
MDT36	3N	76260	32494	600	1322917	37263	1360180	0
	7N	86934	20241	800	883266	50260	933527	0
	73E	75040	28992	16801	1221157	893523	2114680	55063
	88S	85789	22513	800	814051	50198	864249	0

(1) N= Normale con conduttori integri, E= Eccezionale con rottura conduttori, S= Sismica.

La condizione più gravosa risulta la 73E ed i carichi risultanti sono di lavoro, pertanto le verifiche verranno eseguite in accordo al metodo delle tensioni ammissibili.

## 6. NATURA DEL TERRENO

Si riportano di seguito le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati che verranno utilizzate nelle verifiche, ricavate dalle indagini eseguite e riportate anche nella Interpretazione Geotecnica (doc. RECR10001CGL00244).

Num.	Tipo	Allung.	Livello m	Peso kg/m <sup>3</sup>	Angolo $\phi'$ °	Coesione Cu daN/cm <sup>2</sup>	Livello falda m
55	MDT	36	1,00-20,00	2160	43	-	3.30

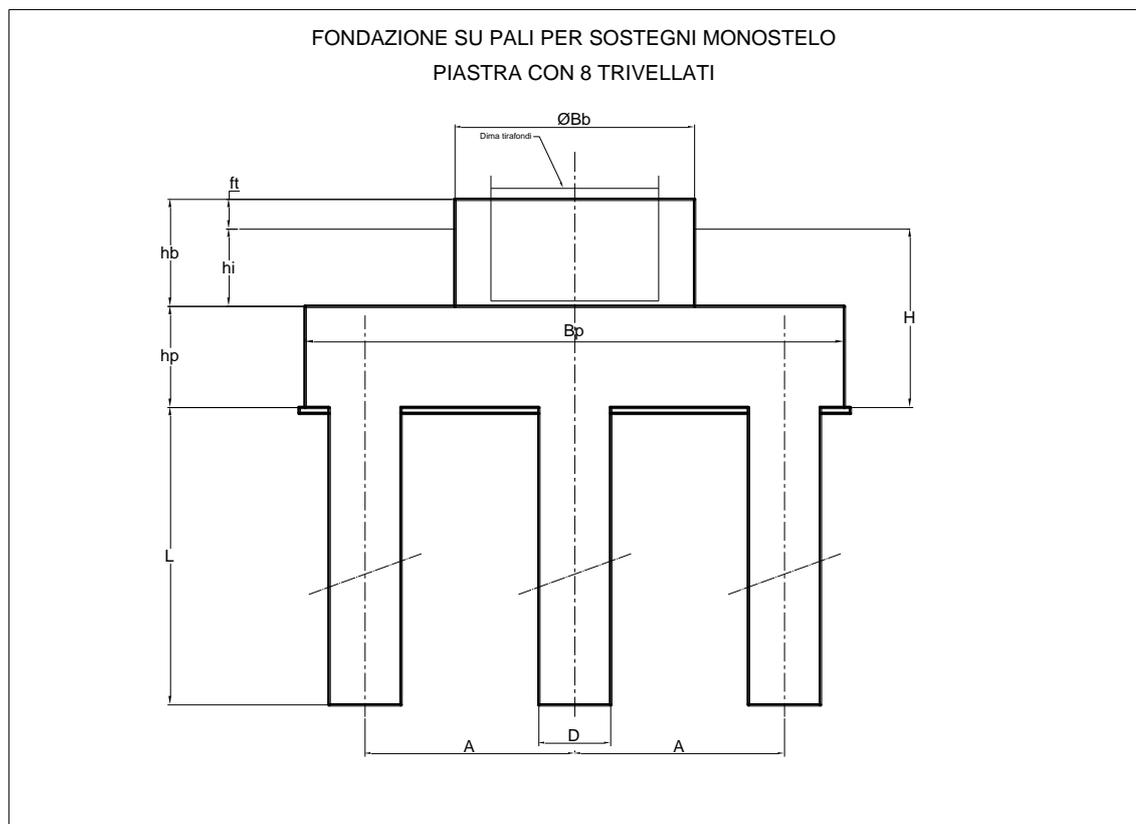
Viste le caratteristiche delle aree interessate ed in considerazione del rischio di esondazione considerato nei calcoli, è stato previsto che la falda possa raggiungere e superare il livello del piano di campagna.

## 7. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Lo schema generale della fondazione è riportato in figura, le dimensioni significative nella tabella seguente.

Dimensioni, volumi e pesi											
	Platea				Pali				Volumi mc	Pesi su base platea	
	Orizz.		Verticale		Numero N	Interasse A m	bracci carichi			Strapp. Vs daN	Compr. Vc daN
	m		m				Jx/y=Jy/x m	Jp/d m			
Scavo	Bp	9.00	H	2.50					202.50		
Blocco superiore	Bb	4.00	hb	7.00					87.96		
Platea	Bp	9.00	hp	2.50					202.50		
Fondazione									290.46	435697	726161
Terreno gravante									0.00	0	0
Pali	D	1.00	L	13.00	8	3.50	21.00	29.70	81.68		

Peso specifico dei materiali gravanti sulla base della platea (daN/mc)		
	Strapp.	Compr.
Terreno $\gamma_t$	600	1600
Fondazione $\gamma_c$	1500	2500



## 8. VERIFICA DI STABILITA'

Carichi applicati ai trivellati		Blocco superiore	Base platea		Pali			
			Strapp.	Compr.	Strappamento		Compressione	
					verticali	orizzont.	verticali	orizzont.
Azioni verticali	Fz daN	75040	510737	801201	63842		100150	
Azioni trasversali	Fx daN	28992	28992	28992		3624		3624
Azioni longitudinali	Fy daN	16801	16801	16801		2100		2100
Momento trasversale	My daNm	1221157	1496577	1496577	-71266		71266	
Momento longitudinale	Mx daNm	893523	935524	935524	-44549		44549	
Momento torcente	Mz daNm	55063	55063	55063				
Taglio da Momento torcente	Ft daN					1854		1854
Spinta dell'acqua:	Forza	F daN	21125			2641		2641
	Braccio	b m	5.75					
	Momento	M daNm		121469	121469	-5784		5784
Compressione	C daN						221749	
Strappamento	S daN				-57756			
Taglio risultante	R daN					8683		8683

### 8.1 Compressione e strappamento

La capacità portante dei trivellati rispetto ai carichi di compressione è costituita dalla somma di due componenti: la portanza di punta e quella laterale:  $Q_c = Q_p + Q_l$ , per quanto riguarda invece i carichi di strappamento la sola componente considerata è quella laterale  $Q_s = Q_l$ .

Per entrambe le verifiche verrà utilizzato un fattore di sicurezza  $F_s = 2,5$ .

#### 8.1.1 Portanza laterale

La portanza laterale di un palo è data dalla somma della coesione del terreno e della resistenza per attrito del terreno e/o tra palo e terreno.

##### Portanza limite laterale dovuta alla coesione

$$Q_{lc} = \pi D H \alpha C_u$$

dove D è il diametro del palo, H la lunghezza del tratto interessato,  $C_u$  la coesione non drenata ed  $\alpha$  un coefficiente che tiene conto del rimaneggiamento del terreno dovuto alle attività di infissione o di trivellazione.

Per pali trivellati il coefficiente  $\alpha$  può essere valutato in funzione della coesione  $C_u$  mediante l'uso dei seguenti valori raccomandati dalla Associazione Geotecnica Italiana AGI (1984):

$C_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\alpha$
< 0.25	0.9
0.25 – 0.75	0.8 – 0.4
> 0.75	0.4

##### Portanza limite laterale dovuta all'attrito

$$Q_{la} = \pi D H \beta \sigma'_{v0}$$

Dove D ed H hanno i medesimi significati della precedente espressione, mentre  $\sigma'_{v0}$  è la pressione efficace geostatica in corrispondenza del baricentro dello strato interessato e  $\beta$  è un coefficiente che tiene conto dei vari fattori che influenzano la resistenza laterale.

Reese e O'Neill (1988) raccomandano per  $\beta$  il seguente andamento variabile con la profondità:

$\beta = 1.5 - 0.245 Z^{0.5}$ , con valori compresi tra 0.25 e 1.2 e con il limite di  $\beta \sigma'v0 \leq 2daN/cm^2$ , essendo Z la profondità in m del baricentro del tratto in esame.

### 8.1.2 Portanza alla base

L'espressione generale della portanza alla base è la seguente:

$$Q_p = A_b (N_q \sigma'v0 + C_u N_c)$$

dove  $A_b$  è la sezione alla base del palo ed  $N_q$  ed  $N_c$  sono dei coefficienti adimensionali che dipendono dall'angolo di attrito e che sono stati studiati da diversi Autori.

Nel caso di terreni incoerenti l'espressione diventa:

$$Q_p = A_b N_q \sigma'v0.$$

Berezantzev (1961) propone l'impiego di un valore di  $N_q^*$  variabile anche in funzione del rapporto L/D, dove L indica la lunghezza del palo, che limita i valori dei cedimenti a valori compresi tra 6-10% di D.

Nel caso invece di terreni coerenti:

$$N_q = 1 \text{ e l'espressione diventa } Q_p = A_b (\sigma'v0 + C_u N_c) \Rightarrow A_b (C_u N_c), \text{ con } N_c = 9.$$

### 8.1.3 Calcolo della portanza critica e verifica di stabilità

Picchetto N. 55

Strato	Spessore		$\gamma$	$C_u$	$\phi'$	$\alpha$	$\alpha C_u$	$\beta$	$\sigma'v0$	$\tau$	Ql	Z	Superf. later.	Volume	Strapp.		Compressione					
	tot.	utile													$\gamma_c$	Peso triv.	$\phi'$ base palo	$\sigma'v0$ base palo	$C_u$ base palo	$\gamma_c$	Peso triv.	
	m	m	daN/m <sup>3</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	°		daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN	m	cm <sup>2</sup>	mc		daN	°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN	
1	20.0	13.0	1160	--	43	--	--	0.88	1.57	1.37	559856	6.50	408407	10.21	1500	15315	43	2.32	--	2500	25525	
											559856				10.21		15315					25525

Capacità portante alla base					
$N_q^*$	$\sigma'v0$	$N_c$	$C_u$	$A_b$	$Q_p$
	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN
40.00	2.320	9	0.00	7854	728849

Verifica a strappamento						
Carico applicato S	Peso palo Wc	Risultante S+Wc	Capacità Ql	Coeff. di Sicurezza		
				$\eta$ effettivo	richiesto	
daN	daN	daN	daN			
-57756	15315	-42441	-559856	13.19	2.50	Ok

Verifica a compressione								
Carico applicato C daN	Peso palo Wc daN	Risultante C+Wc daN	Capacità			Coeff. di Sicurezza		
			laterale Ql daN	base Qp daN	totale Ql+Qp daN	η effettivo	richiesto	
221749	25525	247274	559856	728849	1288706	5.21	2.50	Ok

## 8.2 Carichi orizzontali

Lo schema statico adottato per la determinazioni delle azioni applicate ai trivellati è quello di palo con testa impedita di ruotare.

Determinazione del momento massimo e verifica della pressione laterale sul suolo.

Momento massimo:  $M = R T A_m + M_t B_m$

Pressione sul suolo:  $p = (R T A_p / T + M_t B_p / T^2) / D$

dove:  $T = (E J) / (n h)^{0,2}$ : Fattore di rigidità;

D: diametro del trivellato;

$A_m, B_m, A_p, B_p$ : Coefficienti in funzione del coeff. di profondità  $Z = x/T$ .

Picchetto N. 55

Modulo elastico E daN/cm <sup>2</sup>	Momento inerzia J cm <sup>4</sup>	Angolo φ' °	Peso specifico γ daN/m <sup>3</sup>	Coeff. reazione kp	Rigidezza relativa nh daN/cm <sup>3</sup>	Fattore rigidità T cm	Carichi applicati	
							Forza or. R daN	Momento Mt daNcm
200000	4908739	43	1160	5.29	1.75	224	8683	720794

Momento massimo			
Coeff.	Coeff.	Profondità	Momento massimo
A <sub>m</sub>	B <sub>m</sub>	X <sub>m</sub> cm	M daNcm
0.77	0.78	269	2048889

Pressione sul suolo							
Coeff. A <sub>p</sub>	Coeff. B <sub>p</sub>	Profondità X <sub>p</sub> cm	Pressione		Coeff. di Sicurezza		
			effettiva p daN/cm <sup>2</sup>	limite p <sub>l</sub> daN/cm <sup>2</sup>	η effettivo	richiesto	
-0.97	-0.43	179	0.44	3.30	7.49	2.50	Ok

## 9. VERIFICHE STRUTTURALI

### 9.1 Platea di base

Il calcolo è stato eseguito considerando il momento flettente dovuto al carico massimo agente sul palo più sollecitato, moltiplicato per il numero di pali affiancati lungo un lato.

Il braccio di azione della mensola così concepita è stato assunto pari alla distanza tra gli assi dei trivellati ed una sezione posta cautelativamente all'interno del pilastro superiore di supporto del sostegno, ad una distanza dal centro della fondazione pari al 70% del raggio del pilastro.

Verifica platea					
Trivellato più Sollecitato		Numero trivellati per lato	Braccio m	Momento flettente	
Strapp. daN	Compr. daN			totale daNm	per m daNcm/m
-57756	221749	3	2.10	1397017	15522409

n/m	Armatura				coprif. di calcolo c	Sezione			Asse neutro x	Distanza fra centri com/traz z	momento d'inerzia J cm <sup>4</sup>	tensioni		
	diam.		sezione			alt. totale hc	alt. utile d	largh. b				cls	acciaio	
	traz Ø1 mm	cmp Ø2 mm	A1 cm <sup>2</sup>	A2 cm <sup>2</sup>									teso σa daN/cm <sup>2</sup>	compr. σac daN/cm <sup>2</sup>
5	28	28	30.79	30.79	9.5	250	240.5	100	39.70	227.27	21127526	29	2213	-333

Le tensioni nel calcestruzzo e nel ferro risultano entro i valori ammissibili.

### 9.2 Pilastro di supporto dei sostegni

Le verifiche sono state previste in corrispondenza sia dell'estradosso, che dell'intradosso dove momenti e carichi verticali si differenziano in modo significativo.

Le verifiche delle sezioni in c.a. sono state eseguite con il programma VcaSlu ver. 7.7 del 30/08/2011, sviluppato dal Prof. Piero Gelfi del Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Brescia.

Carichi applicati al pilastro								
Azioni	Estradosso				Intradosso			
	verticali daN	orizzontali daN	bracci m	momenti daNm	verticali daN	orizzontali daN	bracci m	momenti daNm
Sostegno	75040	33508			75040	33508	7.00	234554
				1513145				1513145
Pilastro					131947			
Acqua						21125	3.25	68656
<b>Totali</b>	<b>75040</b>	<b>33508</b>		<b>1513145</b>	<b>206987</b>	<b>54633</b>		<b>1816355</b>

Estradosso

Verifica C.A. S.L.U. - File: MDT36\_Estradosso\_pilastro\_P55

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

**Titolo :** MDT36, Estradosso pilastro, P.55, Fiume Isonzo

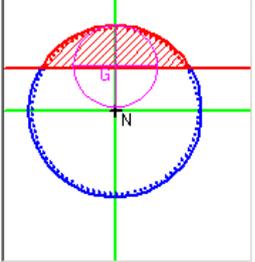
**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 200 [cm]  
Raggio interno: 0 [cm]  
N° barre uguali: 89  
Diametro barre: 2.8 [cm]  
Copriferro (baric.): 7.5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.



**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Sd</sub>: -2185 750.40 kN  
M<sub>xSd</sub>: 3768 15131.45 kNm  
M<sub>ySd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

FeB44k C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰  $\epsilon_{cu}$ : 3.5  
 $f_{yd}$ : 373.9 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 15.63  
 $E_s$ : 200,000 N/mm<sup>2</sup>  $\alpha$ : 0.85  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.870 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -4.884 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 216.5 N/mm<sup>2</sup>

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4

d: 392.5 cm  
x: 99.29 x/d: 0.2530  
 $\delta$ : 0.7562

Intradosso

Verifica C.A. S.L.U. - File: MDT36\_Intradosso\_pilastro\_P55

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

**Titolo :** MDT36, Intradosso pilastro, P.55, Fiume Isonzo

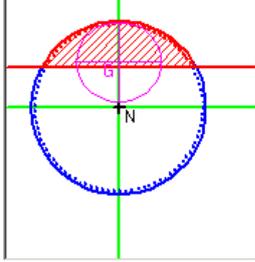
**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 200 [cm]  
Raggio interno: 0 [cm]  
N° barre uguali: 89  
Diametro barre: 2.8 [cm]  
Copriferro (baric.): 7.5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.



**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Sd</sub>: -2185 2069.87 kN  
M<sub>xSd</sub>: 3768 18163.55 kNm  
M<sub>ySd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

FeB44k C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰  $\epsilon_{cu}$ : 3.5  
 $f_{yd}$ : 373.9 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 15.63  
 $E_s$ : 200,000 N/mm<sup>2</sup>  $\alpha$ : 0.85  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.870 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -5.811 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 235.8 N/mm<sup>2</sup>

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4

d: 392.5 cm  
x: 106.0 x/d: 0.2700  
 $\delta$ : 0.7776

Le tensioni nel calcestruzzo e nel ferro risultano entro i valori ammissibili.

### 9.3 Trivellati

La verifica è stata eseguita per il trivellato più sollecitato.

Carichi applicati al trivellato		
Trazione daN	Compress. daN	Momento daNm
-57756	221749	20489

#### Tensoflessione

**Verifica C.A. S.L.U. - File: MDT36\_Tensoinflesso\_P55**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

**TITOLO:** MDT36, Trivellato tensoinflesso P.55, Fiume Isonzo

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 50 [cm]  
 Raggio interno: 0 [cm]  
 N° barre uguali: 22  
 Diametro barre: 2.6 [cm]  
 Copriferro (baric.): 10 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Sd</sub>: -2185 [-577.56] kN  
 M<sub>xSd</sub>: 3768 [204.89] kNm  
 M<sub>ySd</sub>: 0 [0]

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

**FeB44k** **C25/30**

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰  $\epsilon_{cu}$ : 3.5  
 $f_{yd}$ : 373.9 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 15.63  
 $E_s$ : 200,000 N/mm<sup>2</sup>  $\alpha$ : 0.85  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.870 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{cl}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -2.197 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 128.1 N/mm<sup>2</sup>

Vertici: 50  
 Verifica  
 N° iterazioni: 4

d: 89.59 cm  
 x: 18.33 x/d: 0.2046  
 $\delta$ : 0.7000

**Pressoflessione**

**Verifica C.A. S.L.U. - File: MDT36\_Pressoinflesso\_P55**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

**TITOLO :** MDT36, Trivellato pressoinflesso P.55, Fiume Isonzo

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 50 [cm]  
Raggio interno: 0 [cm]  
N° barre uguali: 22  
Diametro barre: 2.6 [cm]  
Copriferro (baric.): 10 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
S.L.U.  Metodo n

N <sub>Sd</sub>	-2185	2217.49	kN
M <sub>xSd</sub>	3768	204.89	kNm
M <sub>ySd</sub>	0	0	

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

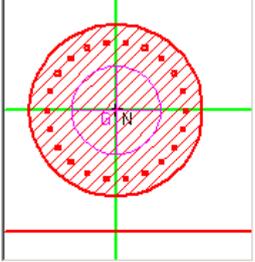
**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

<b>FeB44k</b>	<b>C25/30</b>
$\epsilon_{su}$ 10 ‰	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$f_{yd}$ 373.9 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 15.63
$E_s$ 200,000 N/mm <sup>2</sup>	$\alpha$ 0.85
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\epsilon_{syd}$ 1.870 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0.6
	$\tau_{c1}$ 1.829

$\sigma_c$  -3.943 N/mm<sup>2</sup>

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4



Le tensioni nel calcestruzzo e nel ferro risultano entro i valori ammissibili.