

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

#### U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

#### PROGETTO DEFINITIVO

#### TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA (LOTTO 5)

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI06 - L=985 m

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 3/3

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.


RS3E 50 D 09 RB VI0603 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Rev.
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Novembre 2019	M.E. D'Effremo	Novembre 2019	F.Sparacino	Novembre 2019	A

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti  
Dott. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	5
3.1	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	5
3.2	STRATIGRAFIA .....	6
3.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	7
3.4	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	7
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE .....	18
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	18
4.1.1	<i>Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....</i>	<i>18</i>
4.1.2	<i>Calcolo della capacità portante .....</i>	<i>20</i>
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO .....	25
4.3	MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO.....	26
4.4	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI .....	28
4.5	ANALISI PALIFICATA SPALLA E STIMA DEFORMAZIONI.....	29
5.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	33
5.1	SPALLE. PALI D=1500 MM (STRATIGRAFIA 4) .....	33
6.	APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR.....	42
6.1	SPALLE D=1500 MM L = 25M .....	42
6.2	SPALLE D=1500 MM L = 35M .....	44
7.	APPENDICE C: ANALISI PALIFICATA SPALLA. TABULATI DI CALCOLO MAP .....	46
7.1	SPALLA – ANALISI SLV .....	46

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)  PROGETTO DEFINITIVO					
VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0603 003	REV. A	FOGLIO 3 di 52

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni del Viadotto VI06 nell'ambito del Progetto Definitivo lotto 5 della tratta denominata Dittaino – Catenanuova relativa al Nuovo Collegamento ferroviario Palermo – Catania. In particolare vengono trattate le fondazioni delle spalle.

In particolare verranno affrontati i seguenti aspetti:

- condizioni geotecniche;
- valutazione della capacità portante verticale dei pali di fondazione;
- definizione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno;
- valutazione del momento adimensionale lungo il palo e del parametro alfa (rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita);
- valutazione carico limite orizzontale dei pali.

Tutte le analisi svolte nel seguito sono eseguite in conformità alla normativa italiana vigente sulle opere civili (DM 14/01/2008).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)  PROGETTO DEFINITIVO					
VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0603 003	REV. A	FOGLIO 4 di 52

## 2. **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### 2.1 **Normativa di riferimento**

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-2008 (NTC-2008).
- [N.2]. DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni.
- [N.3]. Specifica RFI del 21/12/11 per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.

### 2.2 **Documenti di riferimento**

- [DC1]. RS3E 50 D09 RH GE0001 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Dittaino - Catenanuova. Progetto Definitivo. Relazione Geotecnica tratti all'aperto - Lotto 5 (da km 0+000 a km 8+920).
- [DC2]. RS3E 50 D09 F6 GE0001 001 A ÷ RS3E 50 D09 F6 GE0001 006 A- Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Dittaino - Catenanuova. Progetto Definitivo. Profilo geotecnico - Lotto 5 (da km 0+000 a km 8+920) – 6 tavole.
- [DC3]. RS3E 50 D09 RB VI0000 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione Tecnico-Descrittiva – Relazione tecnico descrittiva dimensionamento e verifica fondazioni profonde - Lotto 5 (Dittaino - PM Palomba).

### 3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica per il viadotto in esame, valutata sulla base dell'interpretazione delle indagini geotecniche svolte in prossimità dell'opera.

La stratigrafia di riferimento finalizzata al dimensionamento delle palificate di fondazione è rappresentata nel profilo stratigrafico longitudinale [DC2].

Per maggiori dettagli sulla caratterizzazione geotecnica si rimanda alla Relazione geotecnica generale (doc. rif. [DC1]).

#### 3.1 Indagini geotecniche eseguite

L'opera in esame è ubicata tra le progressive km 5+439 e km 6+424. Le indagini più prossime all'opera sono le seguenti:

Sondaggio /prova	Profondità [m]	N. prove SPT	N. campioni indisturbati	N. campioni rimaneggiati	Prova Down – Hole	Piezometro TA	Prova Lefranc, profondità [m]
5_DPSH10	15.4	-	-	-	-	-	-
5_SV11	40.0	6	3	1	[40m]	-	4.0 16.5
5_SV12	50.0	7	4	2	-	[19.5-21.5]	9.0 14.0
5_S08	30.0	5	2	3	-	CC [28.5]	3.0 12.0
5_S07	40.0	8	3	3	-	[5.5-31.5]	4.5
5_S23	30.0	7	3	2	-	[19.5-20.5]	8.5

TA [m]: profondità tratto filtrante  
CC [m]: profondità cella.

Inoltre sono state eseguite due indagini sismiche: Masw5 e Masw6.

Le letture dei piezometri (5\_S08, 5\_SV12, 5\_S07) indicano falda variabile da 3 a 8 m dal p.c., per la portanza dei pali è stata assunta a p.c. anche in relazione alla presenza di corsi d'acqua.

### 3.2 Stratigrafia

Lungo lo sviluppo del viadotto predominano terreni coesivi alluvionali (unità ba) con spessori variabili da 8 a 11.0 m circa, che sovrastano la formazione di Terravecchia (argilla limosa debolmente marnosa a struttura brecciata). Il deposito alluvionale coesivo è talvolta intercalato da lenti/strati di alluvioni incoerenti sabbiose (unità bs) e ghiaiose (unità bg).

Quindi per il dimensionamento delle fondazioni dell'opera si sono assunte le seguenti stratigrafie.

STRATIGRAFIA 1 – Pila P1 – P13		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
ba	Depositi alluvionali coesivi (limo argillosi)	0.0÷11.0
TVRb	Formazione di Terravecchia	11.0÷50.0

STRATIGRAFIA 2 – Pile P14 – P21, P26 – P28		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
ba	Depositi alluvionali coesivi (limo argillosi)	0.0÷10.0
bs/bg	Depositi alluvionali sabbiosi/ghiaiosi	10.0÷12.5
TVRb	Formazione di Terravecchia	12.5÷50.0

STRATIGRAFIA 3 – Pile P22 – P25		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
ba	Depositi alluvionali coesivi (limo argillosi)	0.0÷6.0
bs/bg	Depositi alluvionali sabbiosi/ghiaiosi	6.0÷11.5
TVRb	Formazione di Terravecchia	11.5÷50.0

STRATIGRAFIA 4 - Spalle		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
ba	Depositi alluvionali coesivi (limo argillosi)	0.0÷9.0
TVRb	Formazione di Terravecchia	9.0÷50.0

## FALDA

Le letture dei piezometri (5\_S08, 5\_SV12, 5\_S07) indicano falda variabile da 3 a 8 m dal p.c. cautealmente per il dimensionamento dei pali è stata assunta falda a p.c.; per il dimensionamento delle opere provvisorie si considera il livello di falda mostrato nel profilo geotecnico longitudinale.

### 3.3 Categoria di sottosuolo

Per l'opera si è definita una categoria di sottosuolo C, sulla base delle indagini sismiche eseguite: masw5 ( $V_{s,30}=281$  m/s), Masw6 ( $V_{s,30} = 292$  m/s), prova Down – Hole nel foro di sondaggio 5\_SV11 ( $V_{s,30} = 320$  m/s).

### 3.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le unità intercettate.

Tabella 1 – VI06 – Parametri geotecnici

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$V_s$ [m/s]	$E_o$ [MPa]	$E'_{op,1}$ [MPa]
ba	19.0	50÷100 (75)	5	25	130÷200	80÷200	$E_o / 5$
bs	19.0	-	0	33	180÷220	200÷400	$E_o / 5$
bg	19.0	-	0	38	250÷300	300÷500	$E_o / 5$
TRVb	20.5÷21.0	130 ( $z < 15$ m) 115+3.5*z ( $15 < z < 30$ m) 2.5+6.5*z ( $z > 30$ m)	5÷10	26	340÷640	200÷1000	$E_o / 5$

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate (valore medio)

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

$V_s$  = velocità delle onde di taglio

$G_o$  = modulo di deformazione a taglio iniziale, ovvero a piccole deformazioni

$E_o$  = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

$E'_{op,1}$  = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	8 di 52

Relativamente alla formazione di Terravecchia, si osserva che l'andamento del valore della resistenza al taglio in condizione non drenate è ritenuto sufficientemente cautelativo. I risultati delle prove di laboratorio ad espansione laterale libera si ritengono non rappresentativi delle reali condizioni dell'ammasso, infatti forniscono valori molto bassi che spesso coincidono con la normal consolidazione. Inoltre i valori di Pocket Penetrometer eseguiti sugli stessi campioni indisturbati danno valori sempre maggiori di 6 kg/cm<sup>2</sup> (fondo scala strumento), quindi resistenza non drenata maggiore di 300 kPa. Le prove triassiali non consolidate non drenate forniscono valori di resistenza che si collocano sopra la correlazione di progetto.

Nelle seguenti figure si riportano i risultati delle prove in sito e di laboratorio delle indagini prese a riferimento per l'opera, da cui sono stati stimati i parametri geotecnici della tabella seguente.



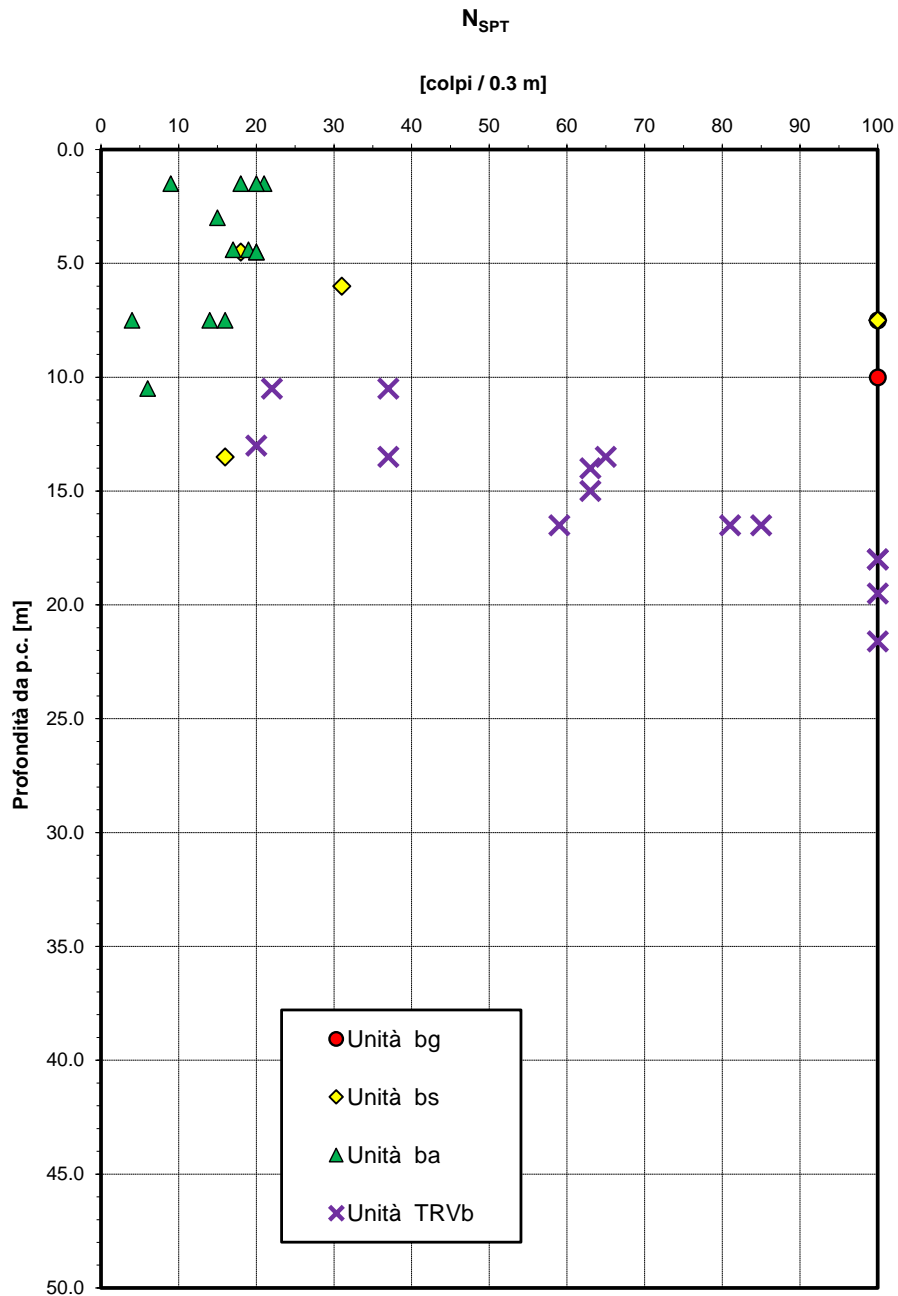
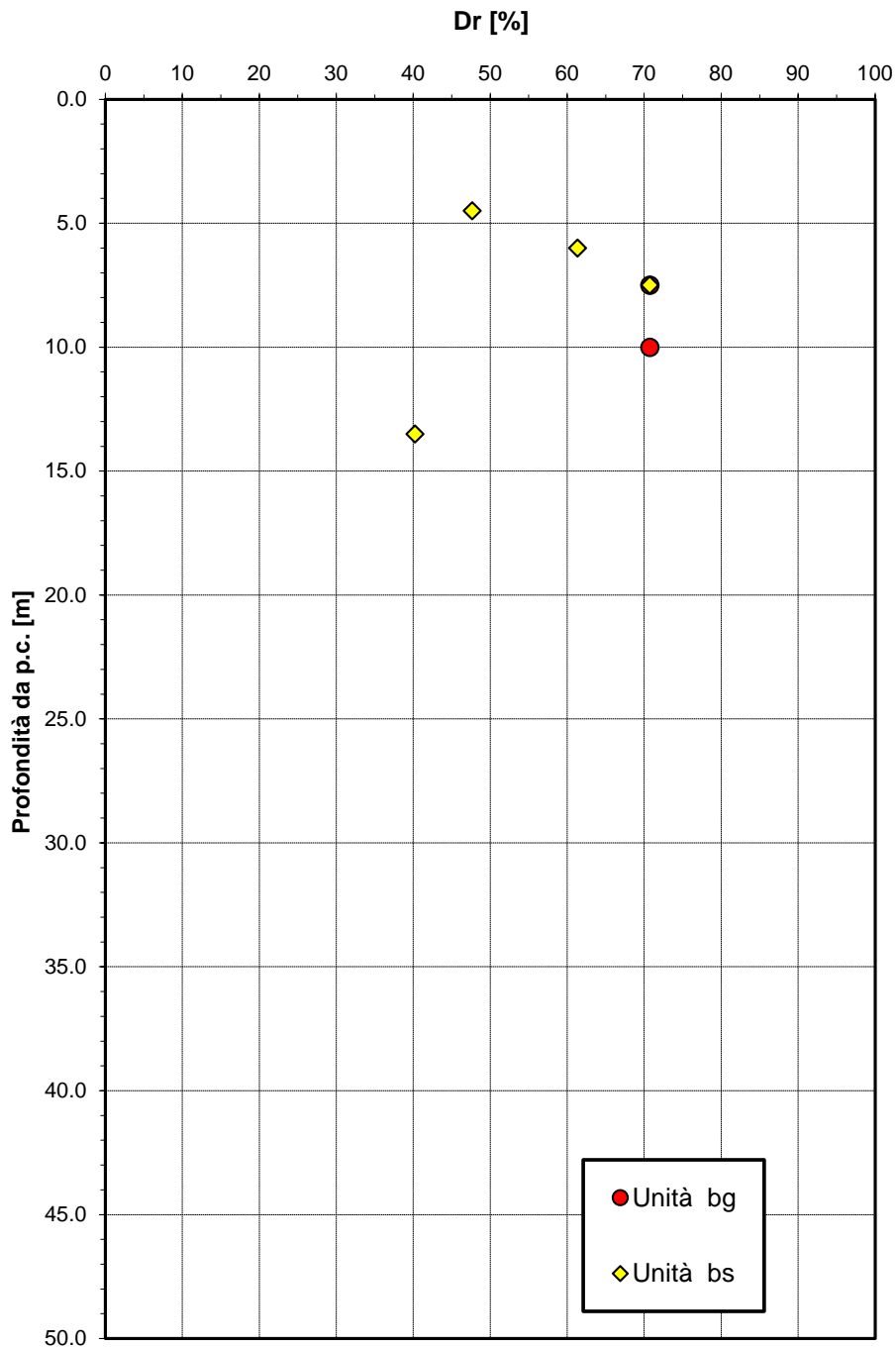


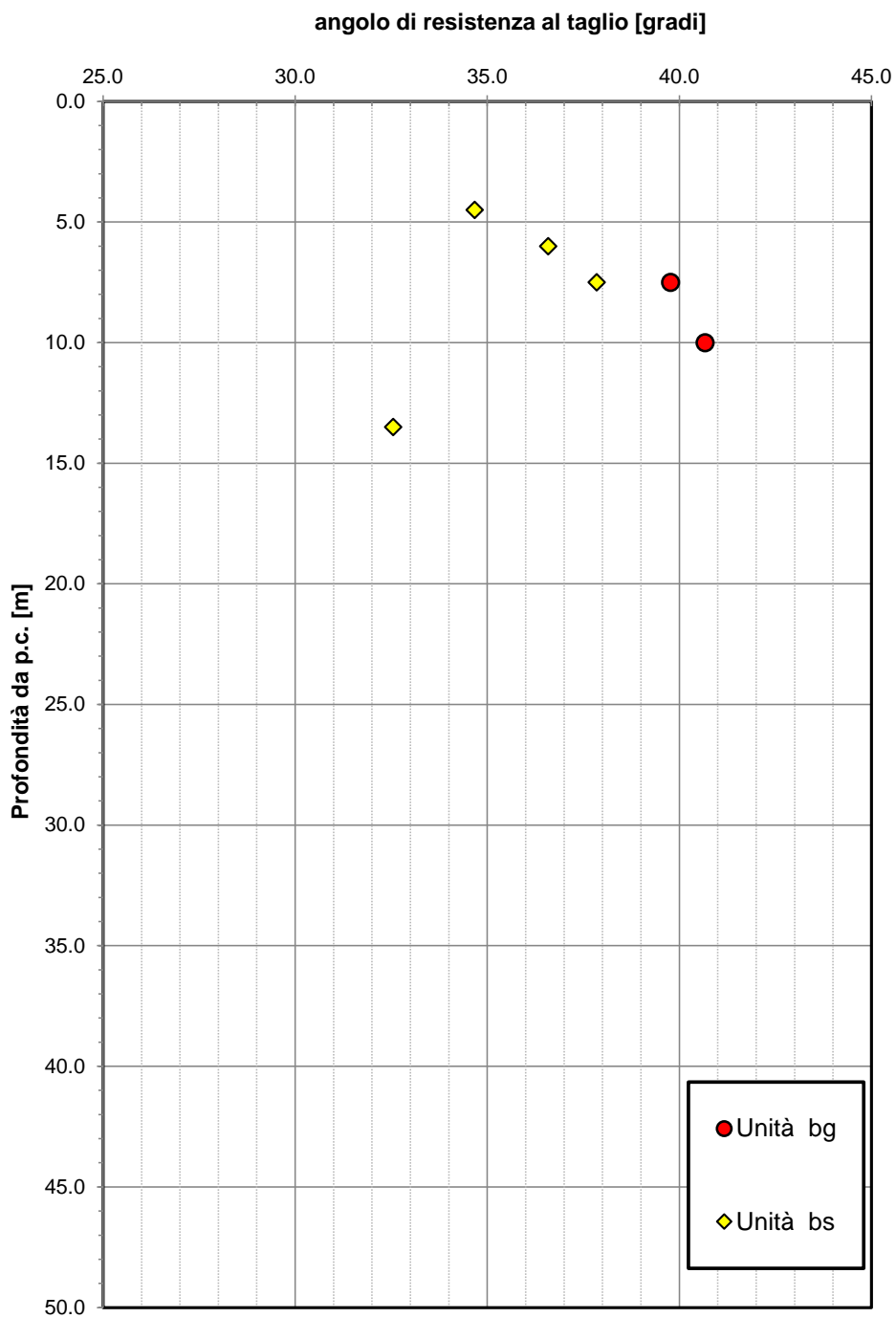
Figura 1 – Valori N<sub>spt</sub>

**Densità relativa da prove SPT**



**Figura 2 – Densità relativa da prove SPT**

**Angolo di resistenza al taglio da prove SPT**



**Figura 3 – Angolo di resistenza a taglio da prove SPT**

**Correlazione  $N_{SPT}-\phi'$ , De Mello (1971)**

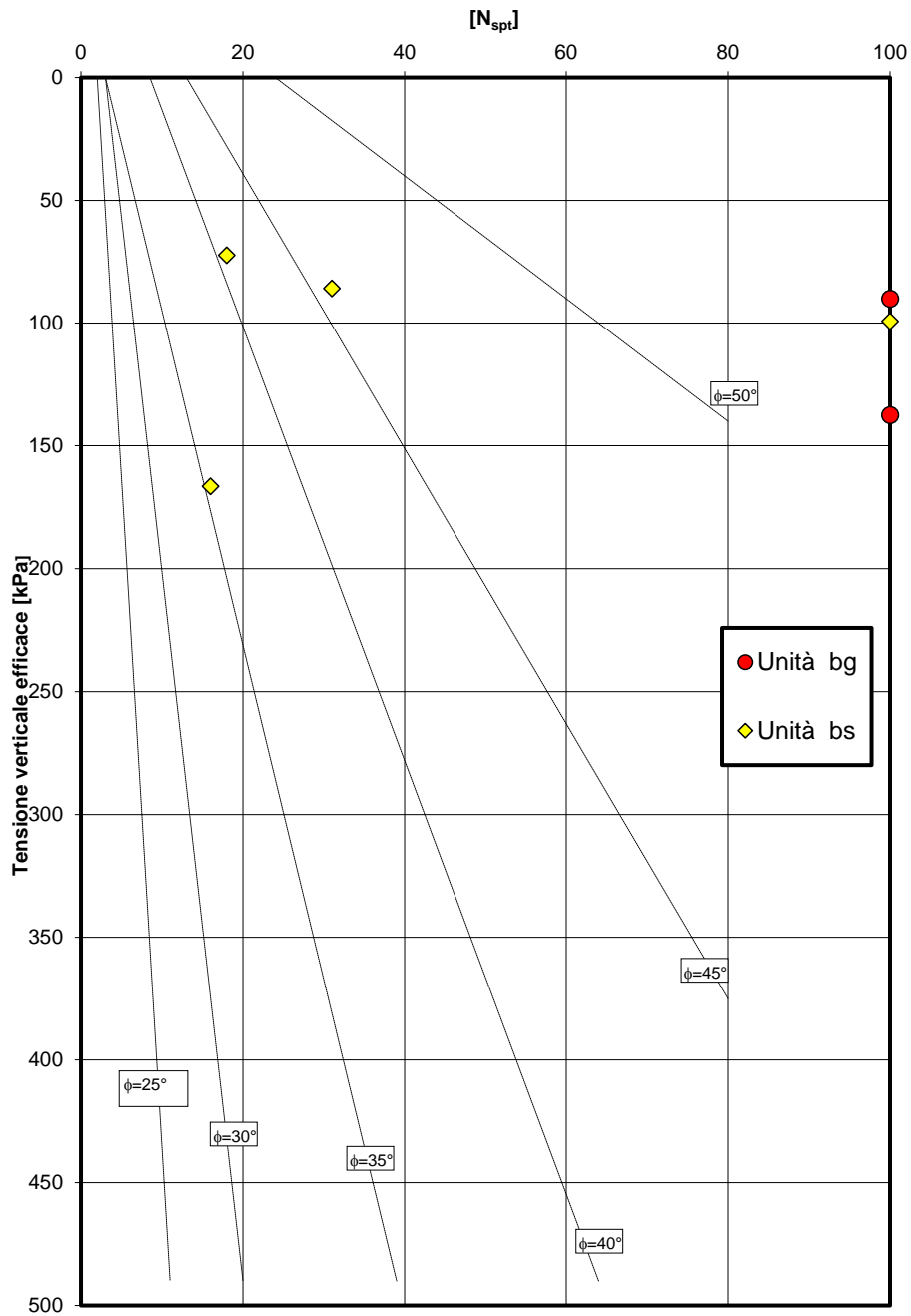
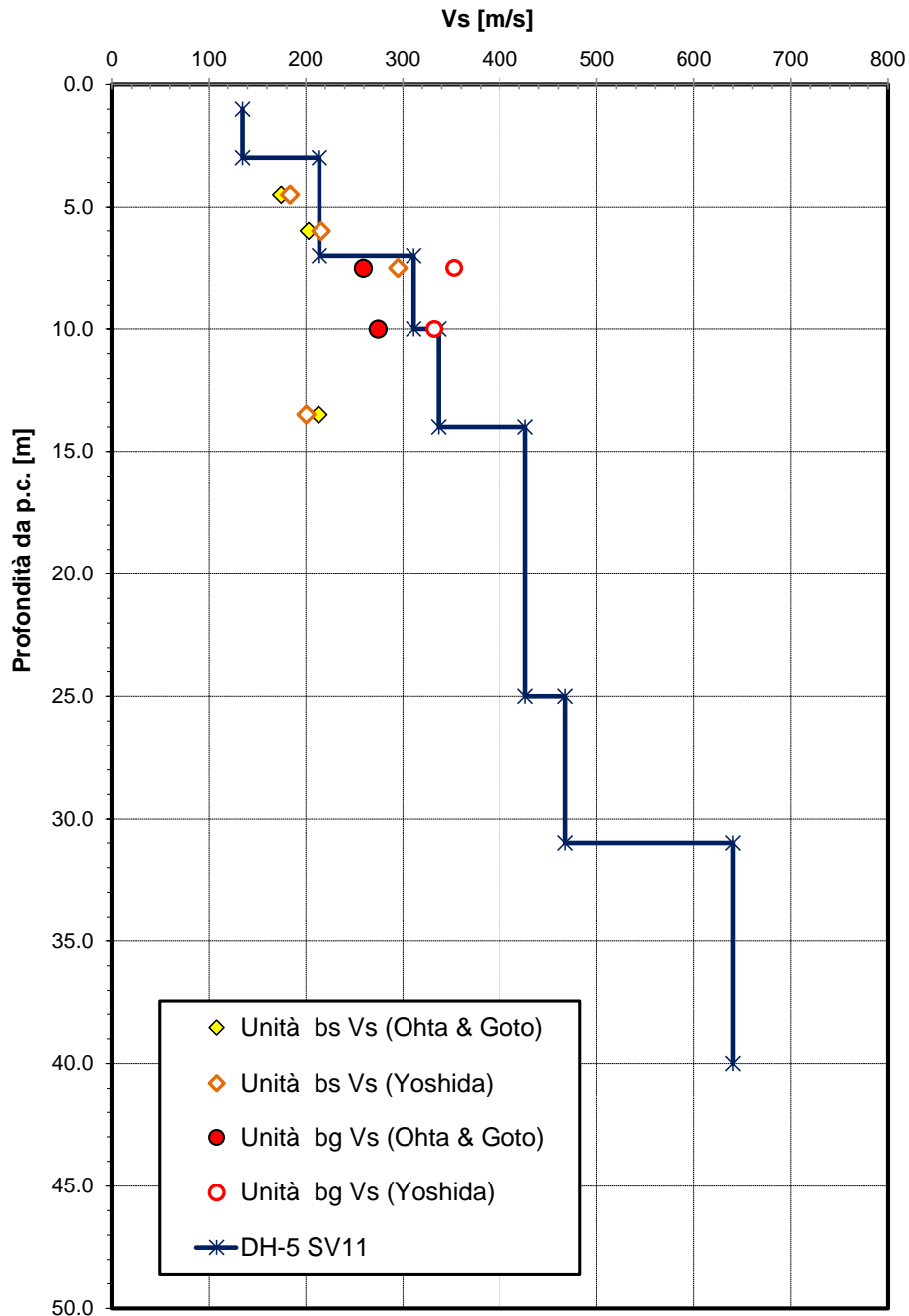


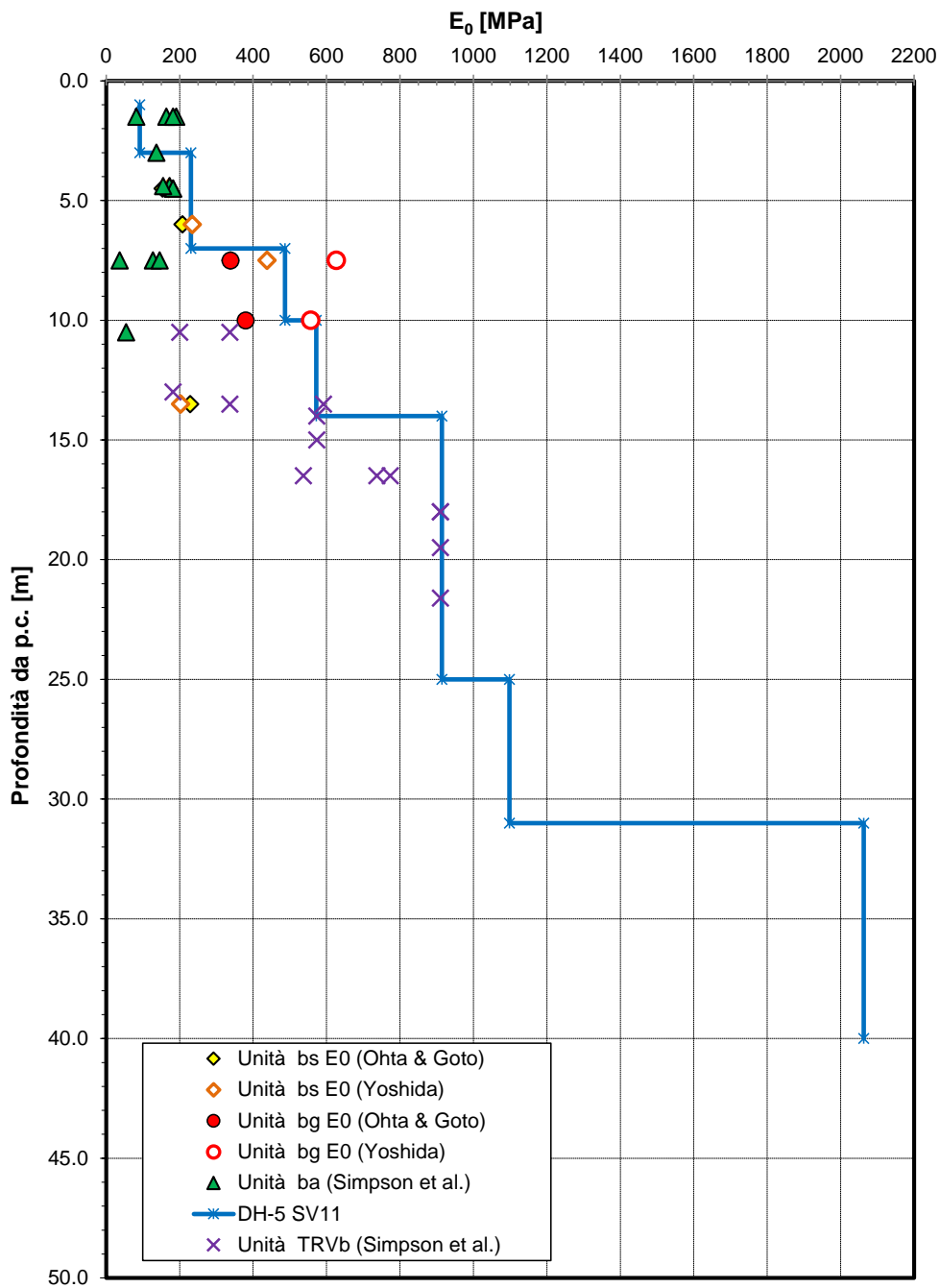
Figura 4 – Correlazione  $N_{spt}$  e angolo di resistenza a taglio (De Mello, 1971)

**Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche**



**Figura 5 – Velocità delle onde di taglio**

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche**



**Figura 6 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche**

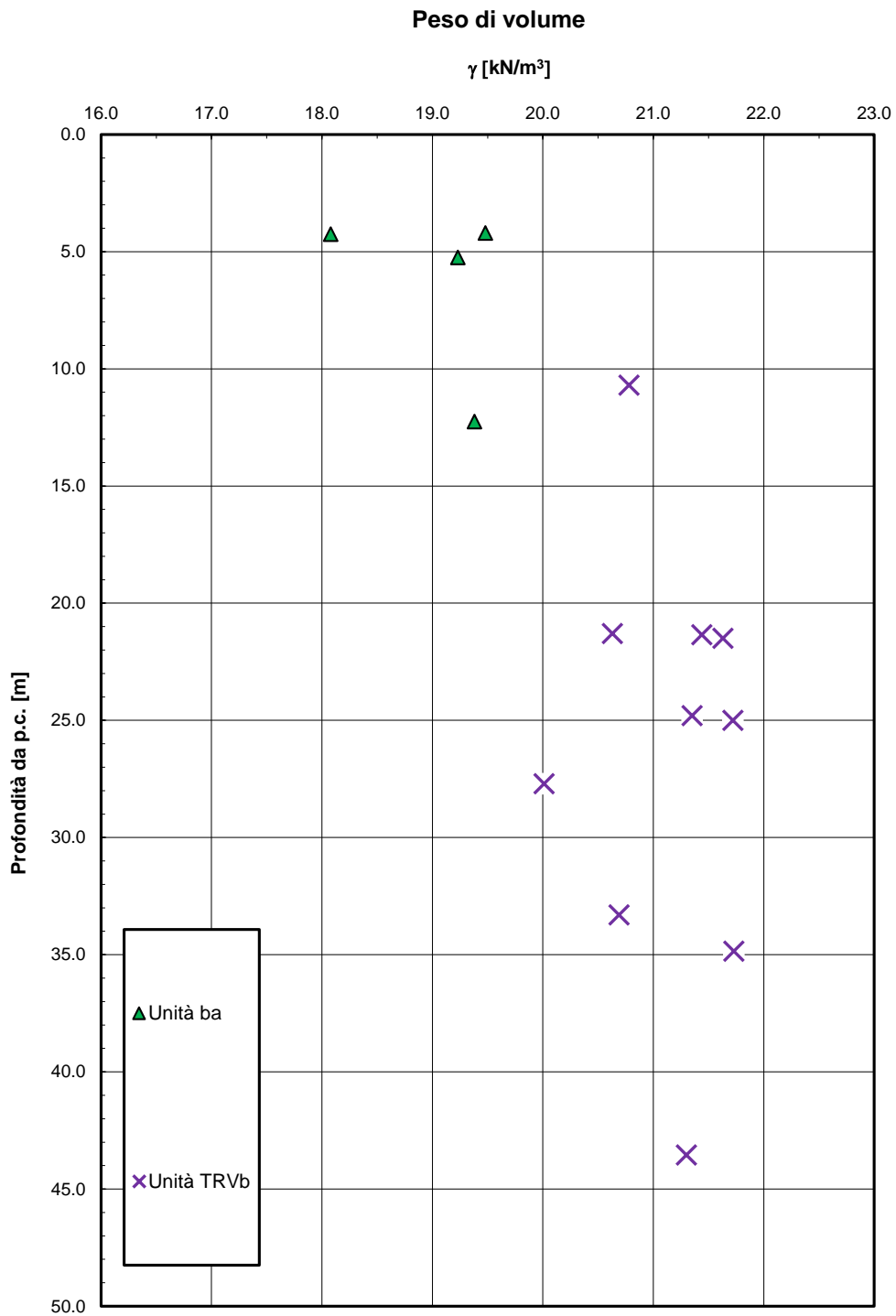
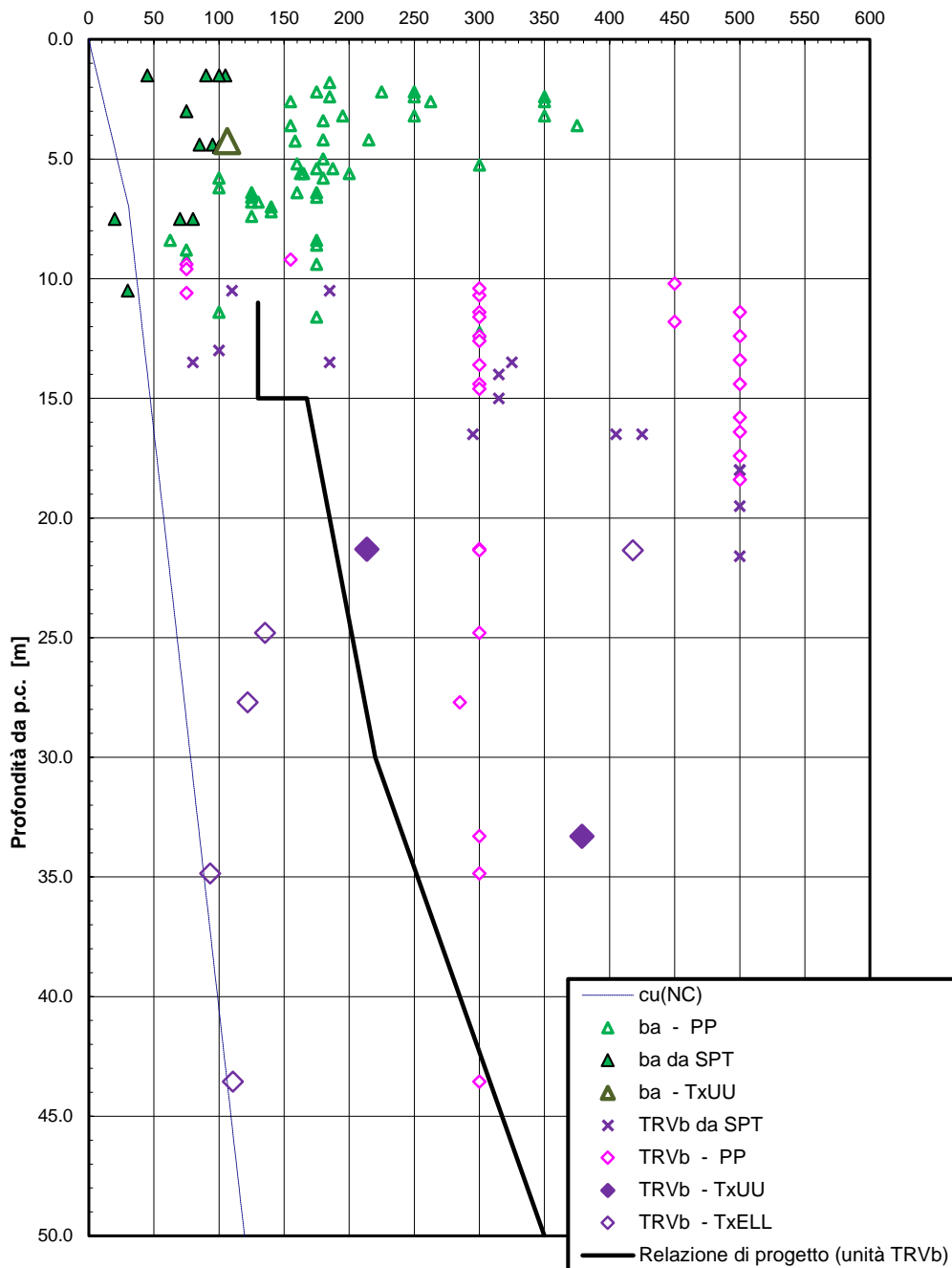


Figura 7 – Peso di volume

**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

cu [kPa]



**Figura 8 – Resistenza al taglio non drenata**



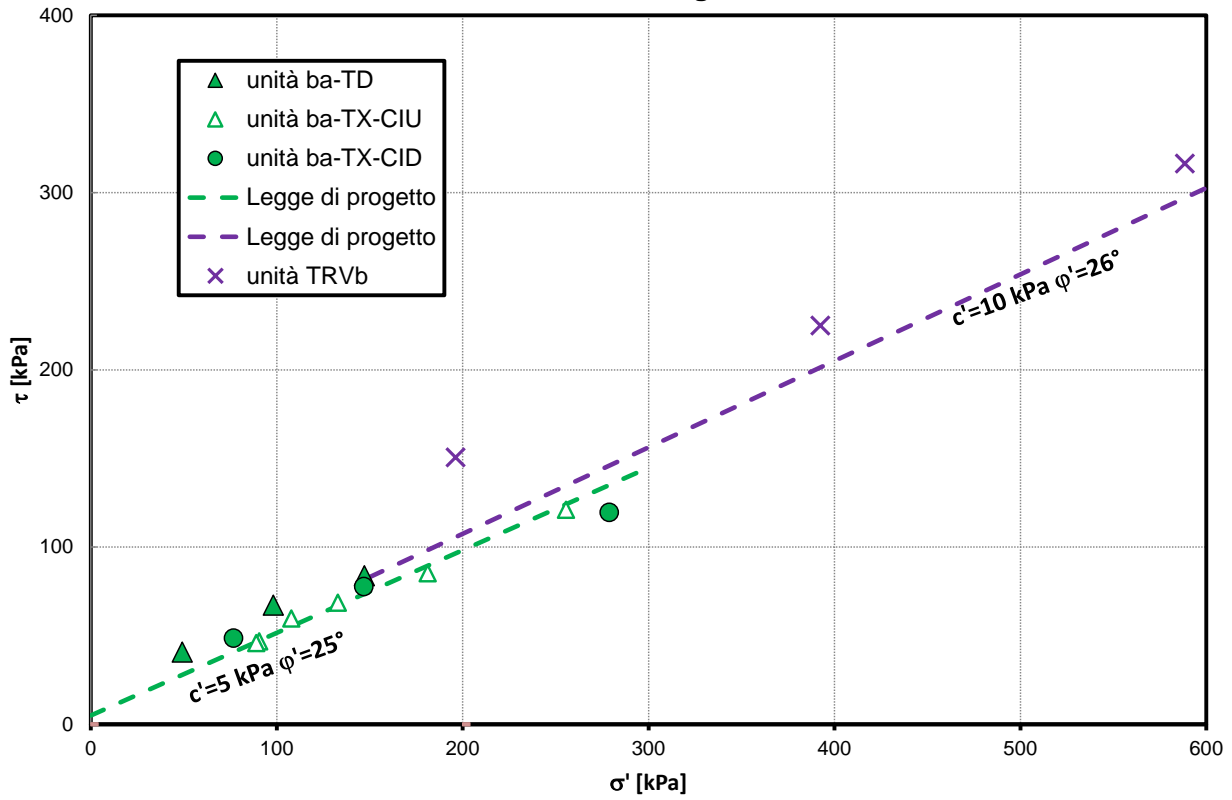


Figura 9 – Parametri di resistenza

## 4. PALIFICATE DI FONDAZIONE

### 4.1 Capacità portante dei pali

Nel presente capitolo si riporta il calcolo della capacità portante dei pali per l'opera in esame.

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

#### 4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Nella seguente tabella si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici principali per il calcolo della capacità portante dei pali dell'opera in esame.

Tabella 2 – VI06 – Parametri geotecnici – Pile da P1 a P19, P12 e P13 (stratigrafia 1)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\varphi'$ [°]	Qb [kPa]
da 0.0 a 11.0	ba	19.05	75	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 11.0 a 15.0	TRVb	20.5	130	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 15.0 a 50.0	TRVb	21.0	167.5÷220 (15<z<30m) 220÷350 (30<z<50m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
 cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio  
 qb = portata limite di base  
 $\sigma_v$  = tensione verticale totale

Tabella 3 – VI06 – Parametri geotecnici – Pile da P14 a P21 e Pile da P26 a P28 (stratigrafia 2)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\varphi'$ [°]	Qb [kPa]
da 0.0 a 10.0	ba	19.0	75	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 10.0 a 12.5	bs/bg	19.0	-	33	$N_q=13, qb<4300kPa$
da 12.5 a 15.0	TRVb	20.5	130	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 15.0 a 50.0	TRVb	21.0	167.5÷220 (15<z<30m) 220÷350 (30<z<50m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
 cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio  
 qb = portata limite di base

$\sigma_v$  = tensione verticale totale

*Tabella 4 – VI06 – Parametri geotecnici – Pile P22-P25 (stratigrafia 3)*

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\phi'$ [°]	Qb [kPa]
da 0.0 a 6.0	ba	19.0	75	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 6.0 a 10.5	bs	19.0	-	33	$N_q=13, q_b < 4300 \text{ kPa}$
da 10.5 a 15.0	TRVb	20.5	130	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 15.0 a 50.0	TRVb	21.0	167.5÷220 (15<z<30m) 220÷350 (30<z<50m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $\phi'$  = angolo di resistenza al taglio  
qb = portata limite di base  
 $\sigma_v$  = tensione verticale totale

*Tabella 5 – VI06 – Parametri geotecnici – Spalle (stratigrafia 4)*

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\phi'$ [°]	Qb [kPa]
da 0.0 a 9.0	ba	19.0	75	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 9.0 a 15.0	TRVb	20.5	130	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
Da 15.0 a 50.0	TRVb	21.0	167.5÷220 (15<z<30m) 220÷350 (30<z<50m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $\phi'$  = angolo di resistenza al taglio  
qb = portata limite di base  
 $\sigma_v$  = tensione verticale totale

Da analisi idrauliche è stato valutato uno spessore di scalzamento variabile per le pile P16÷25, dovuti all'erosione dell'affluente del fiume Dittaino. Nella colonna (Ys, definitivo) in rosso della seguente tabella, è indicato lo spessore di scalzamento da p.c..

ID PILA	D (m) [pila]	Forma pila	h (m)	v (m/s)	Y <sub>s</sub> (m) Pila	Y <sub>p</sub> (m) profondità estradosso plinto	Y <sub>p</sub> (m) profondità estradosso plinto in asse ATTUALE	Y <sub>p</sub> (attuale) > Y <sub>s</sub>	L - Plinto (m)	B- Plinto (m)	Y <sub>s</sub> (m) Definitivo
16	4.5	circolare	0.1	0.25	1.40	2.0	2.05	SI	12	12	1.40
17	4.5	circolare	0.3	0.4	2.00	2.0	2.60	SI	12	12	2.00
18	4.5	circolare	0.3	0.7	1.80	2.0	1.90	SI	12	12	1.80
19	4.5	circolare	0.3	0.4	2.00	2.0	1.50	NO	12	12	2.50
20	4.5	circolare	0.5	0.3	1.90	2.0	1.50	NO	12	12	2.20
21	4.5	circolare	0.3	0.5	2.00	2.0	1.25	NO	12	12	2.60
22	4.5	circolare	0.5	0.3	1.90	2.0	5.00	SI	12	12	1.90
23	4.5	circolare	0.5	0.3	1.90	2.0	4.30	SI	12	16.5	1.90
24	4.5	circolare	0.8	0.3	2.00	2.0	4.90	SI	12	16.5	2.00
25	4.5	circolare	0.5	0.2	1.40	2.0	5.00	SI	12	12	1.40

Sintetizzando lo scalzamento massimo è:

- per le pile P16-P21: 2.6 m da p.c.
- per le pile P22-P25: 2.0 m da p.c.

Le pile P16-P21 hanno quota testa palo a profondità di 4-5 m da p.c., le pile P22-P25 hanno quota testa palo a profondità di 7.5-7.8 m da p.c., quindi per tutte le palificate lo scalzamento non interesserà i pali di fondazione. Nel calcolo della capacità portante dei pali in presenza di scalzamento, si annulla la tensione efficace del terreno da p.c. per lo spessore di terreno scalzato (2.6 m per le pile P16-P21 e 2 m per le pile P22-P25) ipotizzando che il terreno sia completamente asportato per lo spessore di scalzamento.

#### 4.1.2 Calcolo della capacità portante

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grande diametro D=1200 mm e D=1500mm, considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

- N. 3 verticale di indagine, da cui  $\xi_3 = 1.60$ ,
- $F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ( $=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.84$ ).
- $F_{SL,t}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ( $=\xi_3 \cdot \gamma_{st} = 2.0$ ).
- $F_{SB}$  = fattore di sicurezza per la portata di base ( $=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.16$ ).

Quindi per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- $N_{max,SLU} < Q_d$ , la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto del palo (riportata nelle seguenti tabelle);
- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.25$  la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo ( $Q_{II}$ , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.
- per la condizione con scalzamento:  $N_{max,scalzamento} < Q_d$ , la massima sollecitazione assiale valutata con scalzamento.

Inoltre si è considerato:

- testa palo a 4.0 m di profondità da p.c. per le pile P1-P21, P26-P28, 7.0 m di profondità da p.c. per le pile P22-P25 e a 2.0 m di profondità da p.c. per le spalle;
- in presenza di scalzamento: è stata annullata la tensione efficace del terreno nello spessore di scalzamento;
- falda a 0.0 m da p.c.

In **Appendice A** si riportano i tabulati di calcolo completi.

Nelle seguenti tabelle e successive si riportano i valori di portata di progetto per le fondazioni in oggetto.

Le verifiche di capacità portante dei pali sono riportate nella relazione di calcolo dell'opera.

Tabella 6 – VI06 – Capacità portante palo spalle D=1500 mm - A1+M1+R3 (stratigrafia 4)

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3  
STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1260.	0.	1260.	583.
.50	26.	1277.	5.	1298.	600.
1.00	58.	1294.	11.	1341.	620.
1.50	96.	1310.	16.	1391.	643.
2.00	140.	1327.	21.	1446.	669.
2.50	190.	1344.	27.	1507.	699.
3.00	245.	1361.	32.	1574.	731.
3.50	306.	1377.	37.	1647.	767.
4.00	373.	1394.	42.	1725.	806.
4.50	446.	1411.	48.	1809.	848.
5.00	525.	1428.	53.	1900.	893.
5.50	609.	1445.	58.	1996.	942.
6.00	700.	1461.	64.	2098.	993.
6.50	796.	1478.	69.	2205.	1048.
7.00	903.	1495.	74.	2323.	1108.
7.50	1040.	1610.	80.	2571.	1231.
8.00	1184.	1726.	85.	2825.	1357.
8.50	1328.	1841.	90.	3079.	1484.
9.00	1474.	1956.	95.	3335.	1612.
9.50	1622.	2072.	101.	3592.	1740.
10.00	1770.	2187.	106.	3851.	1868.
10.50	1920.	2302.	111.	4110.	1998.
11.00	2071.	2417.	117.	4371.	2128.
11.50	2223.	2533.	122.	4633.	2259.
12.00	2376.	2551.	127.	4800.	2345.
12.50	2531.	2569.	133.	4967.	2432.
13.00	2691.	2587.	138.	5140.	2522.
13.50	2880.	2700.	143.	5436.	2672.
14.00	3076.	2812.	148.	5740.	2825.
14.50	3275.	2925.	154.	6046.	2980.
15.00	3477.	3038.	159.	6356.	3137.
15.50	3682.	3150.	164.	6668.	3295.
16.00	3890.	3263.	170.	6984.	3455.
16.50	4101.	3376.	175.	7302.	3617.
17.00	4315.	3488.	180.	7623.	3780.
17.50	4532.	3601.	186.	7947.	3945.
18.00	4752.	3647.	191.	8208.	4080.
18.50	4974.	3694.	196.	8472.	4217.
19.00	5200.	3740.	201.	8739.	4356.
19.50	5429.	3787.	207.	9008.	4497.
20.00	5660.	3833.	212.	9281.	4639.
20.50	5895.	3879.	217.	9557.	4782.
21.00	6132.	3926.	223.	9835.	4927.
21.50	6373.	3972.	228.	10117.	5074.
22.00	6616.	4018.	233.	10401.	5223.
22.50	6862.	4065.	239.	10688.	5373.
23.00	7111.	4111.	244.	10979.	5524.
23.50	7364.	4158.	249.	11272.	5678.
24.00	7619.	4204.	254.	11568.	5832.
24.50	7877.	4250.	260.	11867.	5989.
25.00	8138.	4297.	265.	12169.	6147.
25.50	8402.	4343.	270.	12474.	6306.
26.00	8669.	4390.	276.	12782.	6468.
26.50	8938.	4436.	281.	13093.	6631.
27.00	9211.	4482.	286.	13407.	6795.
27.50	9487.	4529.	292.	13724.	6961.
28.00	9766.	4575.	297.	14044.	7129.
28.50	10047.	4645.	302.	14391.	7309.
29.00	10330.	4716.	307.	14738.	7490.
29.50	10613.	4786.	313.	15086.	7671.
30.00	10896.	4856.	318.	15434.	7852.
30.50	11178.	4926.	323.	15781.	8033.
31.00	11461.	4997.	329.	16129.	8213.

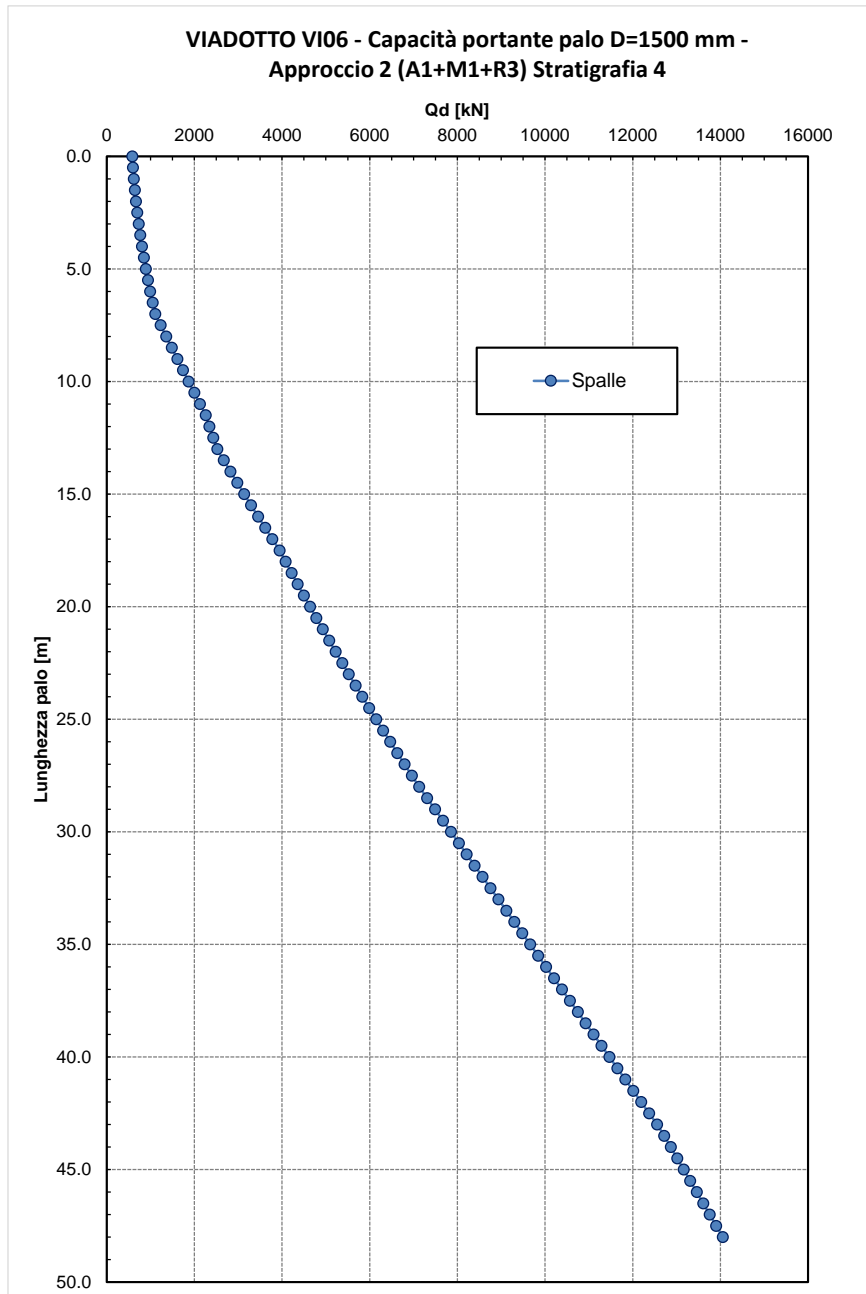
VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	23 di 52

31.50	11744.	5067.	334.	16477.	8394.
32.00	12027.	5137.	339.	16825.	8575.
32.50	12309.	5207.	345.	17172.	8756.
33.00	12592.	5278.	350.	17520.	8937.
33.50	12875.	5348.	355.	17868.	9118.
34.00	13158.	5418.	360.	18215.	9299.
34.50	13440.	5488.	366.	18563.	9480.
35.00	13723.	5559.	371.	18911.	9661.
35.50	14006.	5629.	376.	19258.	9841.
36.00	14289.	5699.	382.	19606.	10022.
36.50	14571.	5769.	387.	19954.	10203.
37.00	14854.	5840.	392.	20301.	10384.
37.50	15137.	5910.	398.	20649.	10565.
38.00	15420.	5980.	403.	20997.	10746.
38.50	15702.	6050.	408.	21344.	10927.
39.00	15985.	6121.	414.	21692.	11108.
39.50	16268.	6191.	419.	22040.	11289.
40.00	16551.	6261.	424.	22387.	11469.
40.50	16833.	6331.	429.	22735.	11650.
41.00	17116.	6401.	435.	23083.	11831.
41.50	17399.	6472.	440.	23431.	12012.
42.00	17682.	6542.	445.	23778.	12193.
42.50	17964.	6612.	451.	24126.	12374.
43.00	18247.	6682.	456.	24474.	12555.
43.50	18530.	6715.	461.	24784.	12718.
44.00	18813.	6715.	467.	25061.	12867.
44.50	19095.	6715.	472.	25339.	13015.
45.00	19378.	6715.	477.	25616.	13163.
45.50	19661.	6715.	482.	25893.	13312.
46.00	19944.	6715.	488.	26171.	13460.
46.50	20226.	6715.	493.	26448.	13608.
47.00	20509.	6715.	498.	26726.	13757.
47.50	20792.	6715.	504.	27003.	13905.
48.00	21074.	6715.	509.	27281.	14053.

-----

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qbl/FS,b - Wp$



**Figura 10 – Capacità portante pali - stratigrafia 4**



#### 4.2 Modulo di reazione orizzontale del terreno

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali ed il terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul noto modello di suolo alla Winkler (elastico-lineare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno ( $E_{MR}$ ) definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo ( $p$ ) ed il corrispondente spostamento orizzontale ( $y$ ):  $E_{MR} = p / y$ . Definito il coefficiente di sottofondo alla Winkler ( $K_W$ ), per un palo di diametro  $D$ , si ha questa relazione con il modulo di reazione orizzontale palo-terreno:

$$E_{MR} = K_W \cdot D$$

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

In particolare per la valutazione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, si considera nei depositi coesivi  $\xi=350$ , con andamento della resistenza al taglio ( $c_u$ ) con la profondità indicato in Tabella 5. Nell'analisi delle fondazioni, tale profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, è stato cautelativamente fattorizzato con coefficiente pari a 0.8 per tenere conto che la deformabilità dei pali in gruppo è maggiore della deformabilità del singolo palo immerso nello stesso terreno.

Da cui considerando la stratigrafia ed i parametri geotecnici precedentemente definiti, si ottiene il seguente profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito da testa palo. Il profilo del modulo viene definito per la stratigrafia più cautelativa, comunque non vi sono grandi differenze in quanto lo strato predominante nei primi metri è sempre l'alluvione coesiva (unità ba).

Spalle:

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	21000.00
7.000	21000.00
7.100	36400.00
13.000	36400.00
13.100	46900.00
28.000	61600.00
48.000	98000.00

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)					
	PROGETTO DEFINITIVO					
VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0603 003	REV. A	FOGLIO 26 di 52

### 4.3 Momento adimensionale lungo il palo

Per ricavare il momento adimensionalizzato lungo il fusto del palo si ricorre al metodo di Matlock e Reese (1956), che utilizzando il metodo delle differenze finite, hanno risolto il problema del palo soggetto ad un carico orizzontale, mediante l'impiego di parametri adimensionali.

Nel caso in esame, considerando l'andamento del modulo di reazione orizzontale palo-terreno ( $E_{MR}$ , che verrà definito nel seguente paragrafo), si ricorre al metodo degli elementi finiti, adimensionalizzando la soluzione come segue:

$$M_0 = \alpha_m \cdot H_0$$

$$M(z) = M_0 \cdot M_{ad}(z)$$

essendo:

$H_0$  = azione tagliante in testa palo [F];

$M_0$  = azione flettente, conseguente ad  $H_0$ , in testa al palo;

$\alpha_m$  = rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita [L];

$M_{ad}$  = momento flettente adimensionale lungo il fusto del palo.

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

Nella seguente tabella si riportano i valori del parametro alfa ( $\alpha_m$ ) ed a seguire l'andamento del momento adimensionale lungo il palo. La valutazione è stata eseguita per diverse lunghezze palo e diversi diametri, comunque il valore del parametro alfa praticamente non cambia. In presenza di scalzamento il valore del parametro alfa è identico a quello senza scalzamento in quanto lo scalzamento non interessa il fusto del palo, che rimane sempre confinato nel terreno.

Tabella 7 – VI06 – Valori di  $\alpha_m$

VI06	$\alpha_m$ [m] L = 25 m	$\alpha_m$ [m] L = 35 m
Spalle D=1500mm	3.123	3.124

Nelle seguenti tabelle si riporta il momento adimensionale lungo il fusto del palo; tutti i tabulati di calcolo sono riportati in **Appendice B**.

Tabella 8 – VI06 – Momento adimensionale lungo il palo spalle D=1500 mm L=25 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI06 D=1500 spalle

Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7651
1.563	.5608
2.344	.3855
3.125	.2373
3.906	.1142
4.688	.0133
5.469	-.0678
6.250	-.1319
7.500	-.2051
8.750	-.2370
10.000	-.2367
11.250	-.2161
12.500	-.1844
14.583	-.1232
16.667	-.0687
18.750	-.0303
21.875	-.0036
25.000	.0000

Momento:  $M(z) = M_o * Mad(z)$

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)					
	PROGETTO DEFINITIVO					
VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0603 003	REV. A	FOGLIO 28 di 52

Tabella 9 – VI06 – Momento adimensionale lungo il palo spalle D=1500 mm L=35 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI06 D=1500 spalle  
 Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
 con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6798
2.188	.4178
3.281	.2095
4.375	.0486
5.469	-.0718
6.563	-.1592
7.656	-.2165
8.750	-.2400
10.500	-.2302
12.250	-.1894
14.000	-.1378
15.750	-.0880
17.500	-.0476
20.417	-.0062
23.333	.0090
26.250	.0098
30.625	.0033
35.000	.0000

Momento:  $M(z) = M_0 * Mad(z)$

#### 4.4 Verifica a carico limite orizzontale dei pali

Per la verifica del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita. Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

Il valore determinato con la teoria di Broms (Hk) dovrà essere ridotto secondo quanto prevede la normativa vigente.

$$H_d = H_k / (\xi_3 \cdot \gamma_T) > V_{pd}$$

dove:

Hk = valore limite in funzione del meccanismo attivato valutato con teoria di Broms;

$\xi_3$  = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

$\gamma_T$  = fattore parziale per pali soggetti a carichi orizzontali.

Vpd = massima sollecitazione orizzontale di progetto.

In particolare il fattore di sicurezza di normativa per la verifica a carico orizzontale è  $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.60 = 2.08$ . Inoltre per le verifiche a carico limite orizzontale si considera cautelativamente un coefficiente di gruppo 0.8.

Quindi  $FS_{gruppo} = \gamma_T \cdot \xi_3 / 0.8 = 2.6$ , da cui deve risultare:

$$V_{pd} < H_k / FS_{\text{gruppo}}$$

Per la spalla 1, il valore caratteristico della resistenza ( $H_k$ ) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione  $M_y$  pari a 9525.10 kNm, considerando il diametro del palo  $D = 1500$  mm, l'armatura di 44+44 $\phi$ 26.

Per la spalla 2, il valore caratteristico della resistenza ( $H_k$ ) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione  $M_y$  pari a 3665.74 kNm, considerando il diametro del palo  $D = 1500$  mm, l'armatura di 30 $\phi$ 26.

L'analisi è stata svolta considerando il valore della resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ) media nei primi 10 m di palo; la verifica è svolta in condizioni non drenate in quanto si tratta di terreni prevalentemente coesivi e la massima sollecitazione di taglio generalmente si ha in condizioni sismiche.

Nella seguente tabella sono esplicitati i valori di riferimento per l'analisi, da cui si evince che la verifica è soddisfatta quando la resistenza laterale di progetto è maggiore della sollecitazione orizzontale massima di progetto ( $H_d > V_{pd}$ ). Le verifiche di capacità portante dei pali sono riportate nella relazione di calcolo dell'opera.

Tabella 10 – VI06 – Carico limite orizzontale

fondazione	Armatura palo	Lpalo [m]	D [mm]	$C_u$ [kPa]	$H_k$ [kN]	$H_d$ [kN]
<b>Spalla 1</b>	44+44 $\phi$ 26	32.0	1500	90	4598.7	1768.7
<b>Spalla 2</b>	30 $\phi$ 26	27.0	1500	90	2295.0	882.7





#### 4.5 Analisi palificata spalla e stima deformazioni

Per la fondazione della spalla del viadotto in oggetto è stata svolta una analisi della palificata considerando i pali collegati (incastri) in testa ad un plinto di fondazione assimilabile ad un corpo infinitamente rigido. I valori massimi delle sollecitazioni agenti su ciascun palo e gli spostamenti della fondazione conseguenti ai carichi applicati sono stati determinati con l'ausilio del codice di calcolo MAP Matrix Analysis of Piles - (G. Guiducci - 1999).

Questa analisi è stata svolta considerando solo le combinazioni di carico sismiche, in quanto è finalizzata alla stima delle deformazioni massime in fondazione per la scelta dell'uso del coefficiente di spinta ( $k_0$ , a riposo) o  $k_a$  (attiva) in condizioni sismiche per l'analisi delle palificate delle spalle. Infatti, in accordo alle linee guida Italferr relative alla valutazione della spinta del terreno sui muri di sostegno e sulle spalle di ponti fondati su pali, per il calcolo

della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures), di seguito riportata.

Table C.1 — Ratios  $v_a/h$

Kind of wall movement	$v_a/h$ loose soil %	$v_a/h$ dense soil %
a) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b) 	0,2	0,05 to 0,1
c) 	0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:  
 $v_a$  is the wall motion to mobilise active earth pressure  
 $h$  is the height of the wall

Nella seguente tabella si riassumono i carichi agenti nel baricentro fondazione a quota intradosso plinto.

CARICHI ESTERNI AGENTI A INTRADOSSO FONDAZIONE						
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLV	SLV - N max	35336	7673	2217	14718	31158
	SLV - ML max gr.1	32916	14728	2217	14716	74362
	SLV - MT max gr.1	32916	7673	7218	47265	30106
	SLV - MT max gr.1	32916	7673	7218	47265	30106
	SLV - ML max gr.1	32916	14728	2217	14716	74362

Dove:  
 Nz = sollecitazione assiale verticale  
 Tx = taglio longitudinale (X= longitudinale)  
 Ty = taglio trasversale (Y= trasversale)  
 Mxx = momento trasversale (che ruota attorno asse X=longitudinale)  
 Myy = momento longitudinale (che ruota attorno asse Y= trasversale)

La geometria della palificata è:

- 9 pali D=1500mm interasse = 4.5m
- Plinto: 11.5x11.5 m
- Altezza complessiva da testa palo: plinto+muro+paraghiaia= 2+7+3.55= 12.55m .

Nella seguente tabella sono sintetizzati i risultati dell'analisi con le deformazioni massime a quota testa palo; in Appendice C sono mostrati i tabulati di calcolo completi con esplicitati tutti i parametri di input (geometria palificata, carichi, rigidità assiale dei pali, modulo di reazione orizzontale palo-terreno).

Lo spostamento orizzontale massimo è: 12.2 mm

Da cui:

$$V_s / h = 0.1 \%$$

La scelta dell'uso del coefficiente di spinta ( $k_0$ , a riposo) o  $k_a$  (attiva) in condizioni sismiche per l'analisi delle palificate delle spalle è nella relazione di calcolo strutturale delle spalle, a cui si rimanda.

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	32 di 52

Deformazioni massime del plinto

	dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	c.d.c.
D.1	2.617	6.219	.278	1.884	.110	1
D.2	2.438	12.160	.609	1.884	.110	2
D.3	2.438	12.160	.609	1.884	.110	2
D.4	2.438	6.202	.273	6.125	.354	3
D.5	2.438	6.202	.273	6.125	.354	3

D.1: cond. di carico con dz massimo  
VI06 - SLV - N max \_

D.2: cond. di carico con dx massimo  
VI06 - SLV - ML max gr.1 \_

D.3: cond. di carico con rx massimo  
VI06 - SLV - ML max gr.1 \_

D.4: cond. di carico con dy massimo  
VI06 - SLV - MT max gr.1 \_

D.5: cond. di carico con ry massimo  
VI06 - SLV - MT max gr.1 \_





NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	33 di 52

## 5. APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL

### 5.1 Spalle. Pali D=1500 mm (Stratigrafia 4)

\*\*\* P A L \*\*\*  
Programma per l'analisi della capacita' portante  
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
ottobre 2006

pag./ 2

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.00 m  
Quota falda da p.c. = .00 m  
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m<sup>3</sup>  
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.84 (FS,l)  
Fattore di sicurezza portata di base = 2.16 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"  
quando la  $Q_{b,i}$  ad esso attribuibile e' superiore a quella degli  
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di  $Q_b$  viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "ba " (Coesivo) da .00 a 9.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 75.0 \text{ a } 75.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "TRVb " (Coesivo) da 9.00 a 15.00 m

$$G_n = 20.5 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

$$\beta = .10 + .40 C_u/S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 130.0 \text{ a } 130.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "TRVb " (Coesivo) da 15.00 a 30.00 m

$$G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

$$\beta = .10 + .40 C_u/S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 167.5 \text{ a } 220.0 \text{ kPa}$$

pag. / 4

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "TRVb " (Coesivo) da 30.00 a 50.00 m

$$G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

$$\beta = .10 + .40 C_u/S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 220.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa}$$

pag. / 5

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)  
PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	35 di 52

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ba "	1.00	1.00	1.00
2 "TRVb "	1.00	1.00	1.00
3 "TRVb "	1.00	1.00	1.00
4 "TRVb "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio  $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
400.0	.40

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.00	18.0	38.0	75.0	.55	9.9	713.
2.50	22.5	47.5	75.0	.55	12.4	723.
3.00	27.0	57.0	75.0	.55	14.9	732.
3.50	31.5	66.5	75.0	.55	17.3	742.
4.00	36.0	76.0	75.0	.55	19.8	751.
4.50	40.5	85.5	75.0	.55	22.3	761.
5.00	45.0	95.0	75.0	.55	24.8	770.
5.50	49.5	104.5	75.0	.55	27.2	780.
6.00	54.0	114.0	75.0	.55	29.7	789.
6.50	58.5	123.5	75.0	.55	32.2	799.
7.00	63.0	133.0	75.0	.55	34.7	808.
7.50	67.5	142.5	75.0	.55	37.1	818.
8.00	72.0	152.0	75.0	.55	39.6	827.
8.50	76.5	161.5	75.0	.55	42.1	837.
9.00	81.0	171.0	75.0	.65	52.3	846.
9.50	86.3	181.3	130.0	.70	60.6	911.
10.00	91.5	191.5	130.0	.67	61.1	977.
10.50	96.8	201.8	130.0	.64	61.7	1042.
11.00	102.0	212.0	130.0	.61	62.2	1107.
11.50	107.3	222.3	130.0	.58	62.7	1172.
12.00	112.5	232.5	130.0	.56	63.3	1238.
12.50	117.8	242.8	130.0	.54	63.8	1303.
13.00	123.0	253.0	130.0	.52	64.3	1368.
13.50	128.3	263.3	130.0	.51	64.8	1433.
14.00	133.5	273.5	130.0	.49	65.4	1444.
14.50	138.8	283.8	130.0	.47	65.9	1454.
15.00	144.0	294.0	130.0	.51	73.9	1464.
15.50	149.5	304.5	169.3	.55	82.7	1528.
16.00	155.0	315.0	171.0	.54	83.9	1592.
16.50	160.5	325.5	172.8	.53	85.2	1655.

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	37 di 52

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.00	166.0	336.0	174.5	.52	86.4	1719.
17.50	171.5	346.5	176.3	.51	87.7	1783.
18.00	177.0	357.0	178.0	.50	88.9	1847.
18.50	182.5	367.5	179.8	.49	90.2	1910.
19.00	188.0	378.0	181.5	.49	91.4	1974.
19.50	193.5	388.5	183.3	.48	92.7	2038.
20.00	199.0	399.0	185.0	.47	93.9	2064.
20.50	204.5	409.5	186.8	.47	95.2	2090.
21.00	210.0	420.0	188.5	.46	96.4	2117.
21.50	215.5	430.5	190.3	.45	97.7	2143.
22.00	221.0	441.0	192.0	.45	98.9	2169.
22.50	226.5	451.5	193.8	.44	100.2	2195.
23.00	232.0	462.0	195.5	.44	101.4	2222.
23.50	237.5	472.5	197.3	.43	102.7	2248.
24.00	243.0	483.0	199.0	.43	103.9	2274.
24.50	248.5	493.5	200.8	.42	105.2	2300.
25.00	254.0	504.0	202.5	.42	106.4	2327.
25.50	259.5	514.5	204.3	.41	107.7	2353.
26.00	265.0	525.0	206.0	.41	108.9	2379.
26.50	270.5	535.5	207.8	.41	110.2	2405.
27.00	276.0	546.0	209.5	.40	111.4	2432.
27.50	281.5	556.5	211.3	.40	112.7	2458.
28.00	287.0	567.0	213.0	.40	113.9	2484.
28.50	292.5	577.5	214.8	.39	115.2	2510.
29.00	298.0	588.0	216.5	.39	116.4	2537.
29.50	303.5	598.5	218.3	.39	117.7	2563.
30.00	309.0	609.0	220.0	.38	118.9	2589.
30.50	314.5	619.5	223.3	.38	120.0	2629.
31.00	320.0	630.0	226.5	.38	120.0	2669.
31.50	325.5	640.5	229.8	.37	120.0	2708.

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.00	331.0	651.0	233.0	.36	120.0	2748.
32.50	336.5	661.5	236.3	.36	120.0	2788.
33.00	342.0	672.0	239.5	.35	120.0	2828.
33.50	347.5	682.5	242.8	.35	120.0	2867.
34.00	353.0	693.0	246.0	.34	120.0	2907.
34.50	358.5	703.5	249.3	.33	120.0	2947.
35.00	364.0	714.0	252.5	.33	120.0	2987.
35.50	369.5	724.5	255.8	.32	120.0	3026.
36.00	375.0	735.0	259.0	.32	120.0	3066.
36.50	380.5	745.5	262.3	.32	120.0	3106.
37.00	386.0	756.0	265.5	.31	120.0	3146.
37.50	391.5	766.5	268.8	.31	120.0	3185.
38.00	397.0	777.0	272.0	.30	120.0	3225.
38.50	402.5	787.5	275.3	.30	120.0	3265.
39.00	408.0	798.0	278.5	.29	120.0	3305.
39.50	413.5	808.5	281.8	.29	120.0	3344.
40.00	419.0	819.0	285.0	.29	120.0	3384.
40.50	424.5	829.5	288.3	.28	120.0	3424.
41.00	430.0	840.0	291.5	.28	120.0	3464.
41.50	435.5	850.5	294.8	.28	120.0	3503.
42.00	441.0	861.0	298.0	.27	120.0	3543.
42.50	446.5	871.5	301.3	.27	120.0	3583.
43.00	452.0	882.0	304.5	.27	120.0	3623.
43.50	457.5	892.5	307.8	.26	120.0	3662.
44.00	463.0	903.0	311.0	.26	120.0	3702.
44.50	468.5	913.5	314.3	.26	120.0	3742.
45.00	474.0	924.0	317.5	.25	120.0	3782.
45.50	479.5	934.5	320.8	.25	120.0	3800.
46.00	485.0	945.0	324.0	.25	120.0	3800.
46.50	490.5	955.5	327.3	.24	120.0	3800.
47.00	496.0	966.0	330.5	.24	120.0	3800.
47.50	501.5	976.5	333.8	.24	120.0	3800.
48.00	507.0	987.0	337.0	.24	120.0	3800.
48.50	512.5	997.5	340.3	.23	120.0	3800.
49.00	518.0	1008.0	343.5	.23	120.0	3800.
49.50	523.5	1018.5	346.8	.23	120.0	3800.
50.00	529.0	1029.0	350.0	.23	120.0	3800.

zz = Profondita' da piano campagna  
S'v = Tensione verticale efficace  
Sv = Tensione verticale totale  
Cu = Coesione non drenata  
Tau = Tensione di adesione laterale limite  
qb = Portata di base limite unitaria

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	39 di 52

pag. / 10

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1260.	0.	1260.	583.
.50	26.	1277.	5.	1298.	600.
1.00	58.	1294.	11.	1341.	620.
1.50	96.	1310.	16.	1391.	643.
2.00	140.	1327.	21.	1446.	669.
2.50	190.	1344.	27.	1507.	699.
3.00	245.	1361.	32.	1574.	731.
3.50	306.	1377.	37.	1647.	767.
4.00	373.	1394.	42.	1725.	806.
4.50	446.	1411.	48.	1809.	848.
5.00	525.	1428.	53.	1900.	893.
5.50	609.	1445.	58.	1996.	942.
6.00	700.	1461.	64.	2098.	993.
6.50	796.	1478.	69.	2205.	1048.
7.00	903.	1495.	74.	2323.	1108.
7.50	1040.	1610.	80.	2571.	1231.
8.00	1184.	1726.	85.	2825.	1357.
8.50	1328.	1841.	90.	3079.	1484.
9.00	1474.	1956.	95.	3335.	1612.
9.50	1622.	2072.	101.	3592.	1740.
10.00	1770.	2187.	106.	3851.	1868.
10.50	1920.	2302.	111.	4110.	1998.
11.00	2071.	2417.	117.	4371.	2128.
11.50	2223.	2533.	122.	4633.	2259.
12.00	2376.	2551.	127.	4800.	2345.
12.50	2531.	2569.	133.	4967.	2432.
13.00	2691.	2587.	138.	5140.	2522.
13.50	2880.	2700.	143.	5436.	2672.
14.00	3076.	2812.	148.	5740.	2825.
14.50	3275.	2925.	154.	6046.	2980.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	40 di 52

pag. / 11

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3477.	3038.	159.	6356.	3137.
15.50	3682.	3150.	164.	6668.	3295.
16.00	3890.	3263.	170.	6984.	3455.
16.50	4101.	3376.	175.	7302.	3617.
17.00	4315.	3488.	180.	7623.	3780.
17.50	4532.	3601.	186.	7947.	3945.
18.00	4752.	3647.	191.	8208.	4080.
18.50	4974.	3694.	196.	8472.	4217.
19.00	5200.	3740.	201.	8739.	4356.
19.50	5429.	3787.	207.	9008.	4497.
20.00	5660.	3833.	212.	9281.	4639.
20.50	5895.	3879.	217.	9557.	4782.
21.00	6132.	3926.	223.	9835.	4927.
21.50	6373.	3972.	228.	10117.	5074.
22.00	6616.	4018.	233.	10401.	5223.
22.50	6862.	4065.	239.	10688.	5373.
23.00	7111.	4111.	244.	10979.	5524.
23.50	7364.	4158.	249.	11272.	5678.
24.00	7619.	4204.	254.	11568.	5832.
24.50	7877.	4250.	260.	11867.	5989.
25.00	8138.	4297.	265.	12169.	6147.
25.50	8402.	4343.	270.	12474.	6306.
26.00	8669.	4390.	276.	12782.	6468.
26.50	8938.	4436.	281.	13093.	6631.
27.00	9211.	4482.	286.	13407.	6795.
27.50	9487.	4529.	292.	13724.	6961.
28.00	9766.	4575.	297.	14044.	7129.
28.50	10047.	4645.	302.	14391.	7309.
29.00	10330.	4716.	307.	14738.	7490.
29.50	10613.	4786.	313.	15086.	7671.





NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	41 di 52

pag. / 12

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI06 spalle  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	10896.	4856.	318.	15434.	7852.
30.50	11178.	4926.	323.	15781.	8033.
31.00	11461.	4997.	329.	16129.	8213.
31.50	11744.	5067.	334.	16477.	8394.
32.00	12027.	5137.	339.	16825.	8575.
32.50	12309.	5207.	345.	17172.	8756.
33.00	12592.	5278.	350.	17520.	8937.
33.50	12875.	5348.	355.	17868.	9118.
34.00	13158.	5418.	360.	18215.	9299.
34.50	13440.	5488.	366.	18563.	9480.
35.00	13723.	5559.	371.	18911.	9661.
35.50	14006.	5629.	376.	19258.	9841.
36.00	14289.	5699.	382.	19606.	10022.
36.50	14571.	5769.	387.	19954.	10203.
37.00	14854.	5840.	392.	20301.	10384.
37.50	15137.	5910.	398.	20649.	10565.
38.00	15420.	5980.	403.	20997.	10746.
38.50	15702.	6050.	408.	21344.	10927.
39.00	15985.	6121.	414.	21692.	11108.
39.50	16268.	6191.	419.	22040.	11289.
40.00	16551.	6261.	424.	22387.	11469.
40.50	16833.	6331.	429.	22735.	11650.
41.00	17116.	6401.	435.	23083.	11831.
41.50	17399.	6472.	440.	23431.	12012.
42.00	17682.	6542.	445.	23778.	12193.
42.50	17964.	6612.	451.	24126.	12374.
43.00	18247.	6682.	456.	24474.	12555.
43.50	18530.	6715.	461.	24784.	12718.
44.00	18813.	6715.	467.	25061.	12867.
44.50	19095.	6715.	472.	25339.	13015.
45.00	19378.	6715.	477.	25616.	13163.
45.50	19661.	6715.	482.	25893.	13312.
46.00	19944.	6715.	488.	26171.	13460.
46.50	20226.	6715.	493.	26448.	13608.
47.00	20509.	6715.	498.	26726.	13757.
47.50	20792.	6715.	504.	27003.	13905.
48.00	21074.	6715.	509.	27281.	14053.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Q11 = Portata laterale limite  
 Qbl = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Q11/FS,1 + Qbl/FS,b - Wp$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	42 di 52

## 6. APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR

### 6.1 Spalle D=1500 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI06 D=1500 spalle

Lunghezza palo	Lp	=	25.00 m
Diametro palo	D	=	1.50 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	7455148.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	21000.00
7.000	21000.00
7.100	36400.00
13.000	36400.00
13.100	46900.00
28.000	61600.00
48.000	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	21000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	4.341 m
Zmax = Lp/T		=	5.759

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.3989
As = By =	.9911
Bs =	1.3773

Spostamento:	$d = Ay Fo T^3/EJ + By Mo T^2/EJ$
Rotazione:	$r = As Fo T^2/EJ + Bs Mo T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$	$\alpha = 3.1235 m$
---	---------------------

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio:	$F = Av Fo + Bv Mo/T$
Momento:	$M = Am Fo T + Bm Mo$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)  
 PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	43 di 52

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI06 D=1500 spalle

Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
 con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7651
1.563	.5608
2.344	.3855
3.125	.2373
3.906	.1142
4.688	.0133
5.469	-.0678
6.250	-.1319
7.500	-.2051
8.750	-.2370
10.000	-.2367
11.250	-.2161
12.500	-.1844
14.583	-.1232
16.667	-.0687
18.750	-.0303
21.875	-.0036
25.000	.0000

Momento:  $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.180	.7644	.1582	-.1569	.9849
.360	.5611	.2766	-.2756	.9452
.540	.3860	.3611	-.3605	.8873
.720	.2409	.4170	-.4175	.8168
.900	.1217	.4489	-.4518	.7380
1.080	.0256	.4617	-.4678	.6549
1.260	-.0493	.4591	-.4695	.5702
1.440	-.1090	.4448	-.4594	.4863
1.728	-.1718	.4048	-.4245	.3575
2.016	-.2214	.3466	-.3569	.2446
2.304	-.2344	.2799	-.2849	.1522
2.592	-.2238	.2133	-.2167	.0803
2.880	-.1974	.1520	-.1528	.0268
3.360	-.1375	.0698	-.0666	-.0262
3.840	-.0747	.0195	-.0059	-.0415
4.320	-.0248	-.0038	.0251	-.0356
5.040	.0080	-.0067	.0288	-.0130
5.759	.0000	.0000	.0000	.0000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	44 di 52

## 6.2 Spalle D=1500 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI06 D=1500 spalle

Lunghezza palo	Lp	=	35.00 m
Diametro palo	D	=	1.50 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	7455148.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	21000.00
7.000	21000.00
7.100	36400.00
13.000	36400.00
13.100	46900.00
28.000	61600.00
48.000	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	21000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	4.341 m
Zmax = Lp/T		=	8.063

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.3903
As = By =	.9878
Bs =	1.3727

Spostamento:	$d = Ay Fo T^3/EJ + By Mo T^2/EJ$
Rotazione:	$r = As Fo T^2/EJ + Bs Mo T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo$	=	- alfa * Fo	alfa = 3.1236 m
-------------------------	---	-------------	-----------------

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio:	$F = Av Fo + Bv Mo/T$
Momento:	$M = Am Fo T + Bm Mo$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)  
 PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	45 di 52

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI06 D=1500 spalle

Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
 con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6798
2.188	.4178
3.281	.2095
4.375	.0486
5.469	-.0718
6.563	-.1592
7.656	-.2165
8.750	-.2400
10.500	-.2302
12.250	-.1894
14.000	-.1378
15.750	-.0880
17.500	-.0476
20.417	-.0062
23.333	.0090
26.250	.0098
30.625	.0033
35.000	.0000

Momento:  $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.252	.6800	.2097	-.2091	.9712
.504	.4199	.3464	-.3465	.8992
.756	.2173	.4251	-.4271	.8002
1.008	.0645	.4591	-.4648	.6866
1.260	-.0450	.4603	-.4713	.5679
1.512	-.1186	.4387	-.4567	.4504
1.764	-.1858	.4003	-.4132	.3398
2.016	-.2272	.3475	-.3498	.2429
2.419	-.2355	.2520	-.2566	.1199
2.822	-.2084	.1613	-.1703	.0348
3.225	-.1583	.0865	-.0909	-.0176
3.628	-.1046	.0337	-.0321	-.0411
4.032	-.0560	.0012	.0054	-.0459
4.704	-.0106	-.0195	.0252	-.0332
5.375	.0089	-.0181	.0221	-.0161
6.047	.0111	-.0104	.0113	-.0046
7.055	.0049	-.0018	.0010	.0008
8.063	.0000	.0000	.0000	.0000



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	46 di 52

## 7. APPENDICE C: ANALISI PALIFICATA SPALLA. TABULATI DI CALCOLO MAP

### 7.1 Spalla – Analisi SLV

M A P - Matrix Analysis of Piles  
Programma per l'analisi di palificate collegate da un plinto rigido  
(C) G.Guiducci, S.G.I. - luglio 1994

pag./ 2

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI06  
SPalle

Geometria Palificata

palo	vin	X m	Y m	Z m	axz deg	ayz deg	axy deg	Box m	Boy m
1	0	4.500	4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
2	0	4.500	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
3	0	4.500	-4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
4	0	.000	4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
5	0	.000	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
6	0	.000	-4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
7	0	-4.500	4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
8	0	-4.500	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
9	0	-4.500	-4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00

vin = 0 - incastro; 1 - cerniera; 2 - appoggio  
X, Y, Z = Coordinate testa pali  
axz = Inclinazione palo nel piano Xp Z rispetto alla verticale  
(positiva se verso Xp positivo)  
ayz = Inclinazione palo nel piano Yp Z rispetto alla verticale  
(positiva se verso Yp positivo)  
axy = Rotazione assi Xp Yp (positiva se antioraria)  
Box = Lato dell'elemento parallelo all'asse Xp  
Boy = Lato dell'elemento parallelo all'asse Yp  
se Boy = 0 D = Box: diametro  
altrimenti D =  $\sqrt{\text{Box} * \text{Boy} * 1.273}$ : diametro equivalente



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI06 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0603 003	A	47 di 52

pag. / 3

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi assiali e torsionali  
(uguali per tutti i pali)

palo	AK kN/m	TK kN*m/rad
1	1500000.	.0

AK = Rigidezza assiale palo-terreno  
TK = Rigidezza torsionale palo-terreno

Baricentro palificata: Xg = .000 m Yg = .000 m  
Rotazione direzioni princip. di inerzia: .00 deg

Caratterizzazione del terreno per pali soggetti a carichi trasversali

Terreno tipo 1

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.00	26250.0
8.00	26250.0
8.10	87500.0
40.00	87500.0

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi trasversali  
(uguali per tutti i pali)

palo	Lp m	EJx kN*m <sup>2</sup>	Itx	Ridx	EJy kN*m <sup>2</sup>	Ity	Ridy
1	35.00	7455147.	1	1.000	7455147.	1	1.000

Lp = Lunghezza palo (compreso eventuale tratto fuori terra)  
EJ = Rigidezza flessionale del palo  
It = Tipo di terreno  
Rid = Moltiplicatore del modulo di reazione orizzontale

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI06  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 1  
VI06 - SLV - N max \_

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	35336.0	7673.0	31158.0	2217.0	14718.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
35336.0	7673.0	31158.0	2217.0	14718.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .882 m Yv = .417 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.617	6.219	.278	1.884	.110	.000

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	6544.0	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
2	5803.1	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
3	5062.3	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
4	4667.1	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
5	3926.2	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
6	3185.4	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
7	2790.1	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
8	2049.3	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9
9	1308.5	852.6	-2168.8	246.3	-587.2	.0	2246.9

$$Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^{0.5}$$



LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI06  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 2  
VI06 - SLV - ML max gr.1 \_

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	32916.0	14728.0	74362.0	2217.0	14716.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
32916.0	14728.0	74362.0	2217.0	14716.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.259 m Yv = .447 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.438	12.160	.609	1.884	.110	.000

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	8506.4	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
2	7765.6	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
3	7024.8	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
4	4398.1	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
5	3657.3	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
6	2916.6	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
7	289.8	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
8	-450.9	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
9	-1191.7	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6

$$Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^{0.5}$$

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI06  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 3  
VI06 - SLV - MT max gr.1 \_

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	32916.0	7673.0	30106.0	7218.0	47265.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
32916.0	7673.0	30106.0	7218.0	47265.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .915 m Yv = 1.436 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.438	6.202	.273	6.125	.354	.000

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	7887.0	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
2	5497.7	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
3	3108.4	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
4	6046.6	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
5	3657.3	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
6	1268.0	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
7	4206.2	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
8	1816.9	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
9	-572.3	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5

$$M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$$

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI06  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 4  
VI06 - SLV - MT max gr.1 \_

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	32916.0	7673.0	30106.0	7218.0	47265.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
32916.0	7673.0	30106.0	7218.0	47265.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .915 m Yv = 1.436 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.438	6.202	.273	6.125	.354	.000

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	7887.0	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
2	5497.7	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
3	3108.4	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
4	6046.6	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
5	3657.3	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
6	1268.0	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
7	4206.2	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
8	1816.9	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5
9	-572.3	852.6	-2176.0	802.0	-1916.2	.0	2899.5

$$M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$$

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI06  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 5  
VI06 - SLV - ML max gr.1 \_

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	32916.0	14728.0	74362.0	2217.0	14716.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
32916.0	14728.0	74362.0	2217.0	14716.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.259 m Yv = .447 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.438	12.160	.609	1.884	.110	.000

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	8506.4	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
2	7765.6	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
3	7024.8	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
4	4398.1	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
5	3657.3	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
6	2916.6	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
7	289.8	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
8	-450.9	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6
9	-1191.7	1636.4	-4062.4	246.3	-587.2	.0	4104.6

Mris = (Mxp<sup>2</sup> + Myp<sup>2</sup>)<sup>0.5</sup>