

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4B)

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI03 - Ltot=300 m

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2

SCALA:

-

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

RS3V 40 D 09 RB VI0303 002 A

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

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Paolo Viozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 N° 4073

INDICE

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	7
3.1 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	7
3.2 STRATIGRAFIA	7
3.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	8
3.4 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	9
4. PALIFICATE DI FONDAZIONE	16
4.1 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	16
4.1.1 <i>Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo</i>	16
4.1.2 <i>Calcolo della capacità portante dei pali</i>	17
4.2 MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO.....	24
4.3 MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO.....	25
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 COMPRESSIONE. PALI D=1500 MM – STRATIGRAFIA 1.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5.2 COMPRESSIONE. PALI D=1500 MM – STRATIGRAFIA 2.....	33
5.3 COMPRESSIONE. PALI D=1200 MM – STRATIGRAFIA 1.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5.4 TRAZIONE. PALI D=1200 MM – STRATIGRAFIA 1.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5.5 COMPRESSIONE. PALI D=1200 MM – STRATIGRAFIA 2.....	42
6. APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR.....	51



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	3 di 65

6.1	PALI SPALLE D=1500 MM L = 25M	51
6.2	PALI SPALLE D=1500 MM L = 35M	53
6.3	PALI PILE D=1200 MM L = 25M	55
6.4	PALI PILE D=1200 MM L = 35M	57
7.	APPENDICE C: ANALISI PALIFICATA SPALLA. TABULATI DI CALCOLO MAP	59
7.1	SPALLA – ANALISI SLV	59



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	4 di 65

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni del Viadotto VI03 nell'ambito del Progetto Definitivo lotto 4 della tratta denominata Nuova Enna - Dittaino relativa al Nuovo Collegamento ferroviario Palermo – Catania.

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti delle palificate da Pila 4 a spalla B.

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 [N.1].

2. **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normativa di riferimento**

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018.
- [N.2]. Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
- [N.3]. Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- [N.4]. C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni.
- [N.5]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture.
- [N.6]. RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio.
- [N.7]. UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento.
- [N.8]. UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- [N.9]. UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti.
- [N.10]. UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- [N.11]. UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti.
- [N.12]. UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- [N.13]. UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti.
- [N.14]. STI 2014 –Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	6 di 65

2.2 Documenti di riferimento

- [DC1]. RS3V 40 D09 RH GE0001 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Nuova Enna - Dittaino. Progetto Definitivo. Relazione Geotecnica tratti all'aperto - Lotto 4b.
- [DC2]. RS3V 40 D09 F6 GE0001 001 A ÷ RS3V 40 D09 F6 GE0001 010 A- Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Nuova Enna - Dittaino. Progetto Definitivo. Profilo geotecnico - Lotto 4B – 10 tavole.
- [DC3]. RS3V 40 D09 RB VI0000 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Nuova Enna - Dittaino. Progetto Definitivo. Relazione Tecnico-Descrittiva – Relazione tecnico descrittiva dimensionamento e verifica fondazioni profonde - Lotto 4b (Enna - Dittaino).

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 9+324 e km 9+625. Le indagini di riferimento per la caratterizzazione geotecnica sono le seguenti.

Sondaggi	Profondità [m]	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	N. prove SPT	Prova DH	n. prove dilatometriche	n. prove Lefranc	Piezometro TA
4SD17_VI3	40.0	6	-	8	-	3	1(LE); 2(LU)	CC[29.5]
4SD18_VI3	40.0	6	3	8	40.0	2	1(LE); 2(LU)	-

Dove:

TA [m]: piezometro a tubo aperto [tratto finestrato].

CC [m]: piezometro a cella di Casagrande [prodonità cella];

[LU] = prova di permeabilità Lugeon;

[LE] = prova di permeabilità Lefranc.

E' inoltre disponibile la prova sismica: MASW2.

Il piezometro ha rilevato falda a 5 m di profondità da p.c..

3.2 Stratigrafia

Lungo lo sviluppo del viadotto è presente in maniera predominante la formazione di Terravecchia costituita da argilla da debolmente marnosa a marnosa (unità TRV) che ha una copertura alterata (cappellaccio – unità cap-c) di spessore massimo 12 m; inoltre affiorano alluvioni terrazzate coesive (unità bn) a partire circa dalla pila 4. Per il dimensionamento delle palificate si assume cautelativamente la seguente stratigrafia.

Stratigrafia 1 – da Spalla 1 a Pila P3		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
cap – c	Cappelaccio alterato della formazione di base, coesivo	0.0÷12.0
TRV	Formazione di Terravecchia argilloso marnosa	12.0÷40.0

Stratigrafia 2 - da Pila P4 a Spalla 2		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
ba	Depositi alluvionali coesivi (limo argillosi)	0.0÷4.0
cap – c	Cappelaccio alterato della formazione di base, coesivo	4.0÷12.0
TRV	Formazione di Terravecchia argilloso marnosa	12.0÷40.0

Falda: Il piezometro ha rilevato falda a 5 m di profondità da p.c.. Per la portanza dei pali è stata assunta cautelativamente, la falda a quota p.c.. Per il dimensionamento delle opere provvisorie si assume il livello di falda indicato nel profilo geotecnico longitudinale.

3.3 Categoria di sottosuolo

Dalle indagini sismiche eseguite si è misurata $V_{s,eq} = 361$ m/s nella Masw2 e $V_{s,eq} = 305$ m/s dalla sismica Down-Hole nel foro di sondaggio 4SD18_VI3. Da cui si è assunta la categoria di sottosuolo C per tutto il viadotto.

3.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

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

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. Per l'unità TRV i parametri di resistenza drenati sono stati assunti cautealmente come per il viadotto VI03, perché si ha a disposizione una sola prova di laboratorio.

Tabella 1 – VI03 – Parametri geotecnici Stratigrafia 1 (da spalla A a Pila 3)

	γ [kN/m ³]	Cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E _o [MPa]	E' _{op,1} [MPa]
cap – c	20.0	80÷150	5	26	170÷400	E _o / 5
TRV	21.0	175 (z < 15 m) 200 (15 < z < 25 m) 300 (25 < z < 35 m) 350 (z > 35 m)	10÷15	19÷29	60÷1000	E _o / 5

Dove:

γ = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

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.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	10 di 65

Tabella 2 – VI03 – Parametri geotecnici Stratigrafia 2 (da Pila 4 a spalla B)

	γ [kN/m ³]	Cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E _o [MPa]	E' _{op,1} [MPa]
bn	20.0	100	5	26	100	E _o / 5
cap – c	20.0	100÷150	5	26	170÷400	E _o / 5
TRV	21.0	175 (z < 15 m) 200 (15 < z < 25 m) 300 (25 < z < 35 m) 350 (z > 35 m)	10÷15	19÷29	60÷1000	E _o / 5

Dove:

γ = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

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.

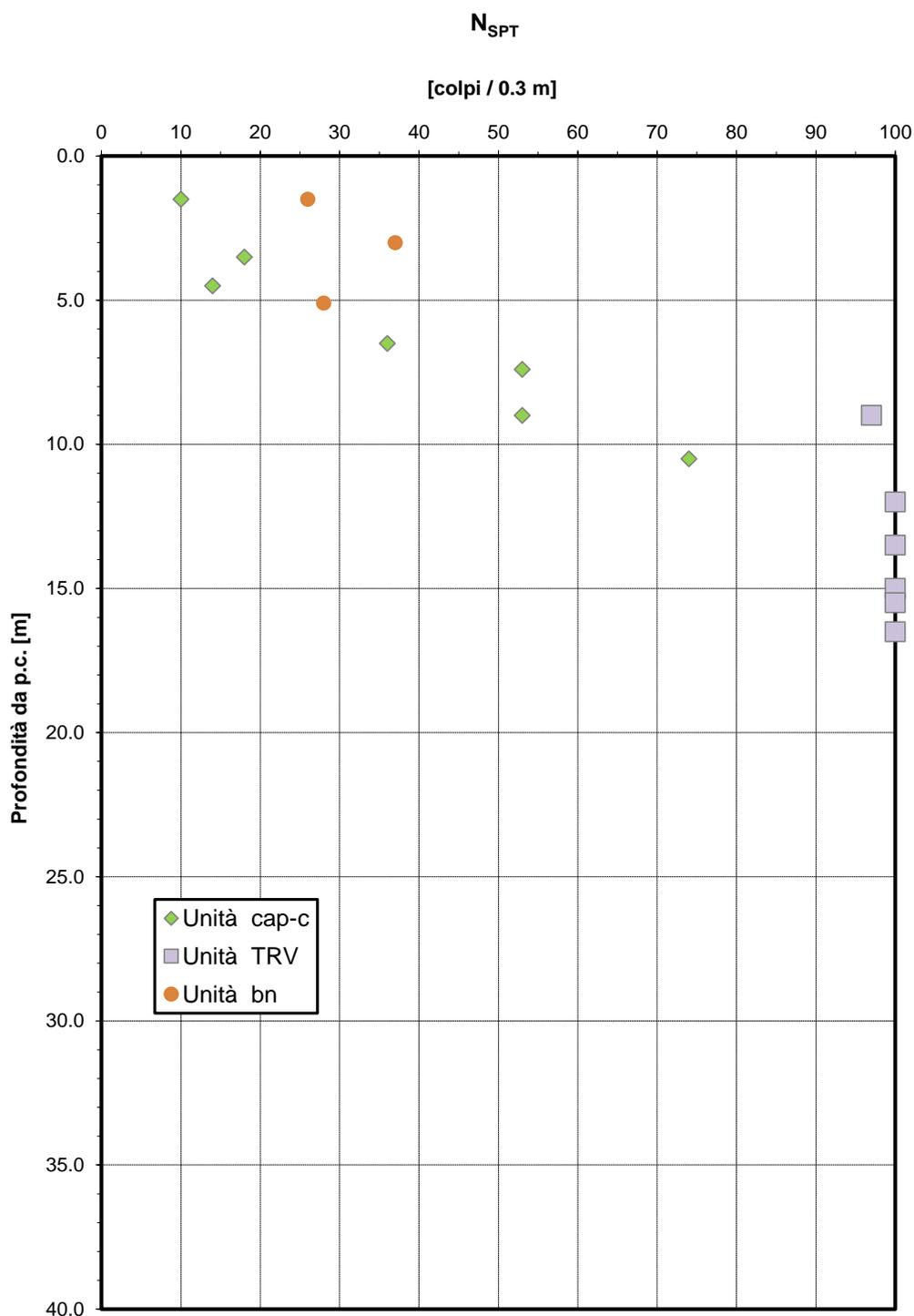


Figura 1 – Risultati prova SPT

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

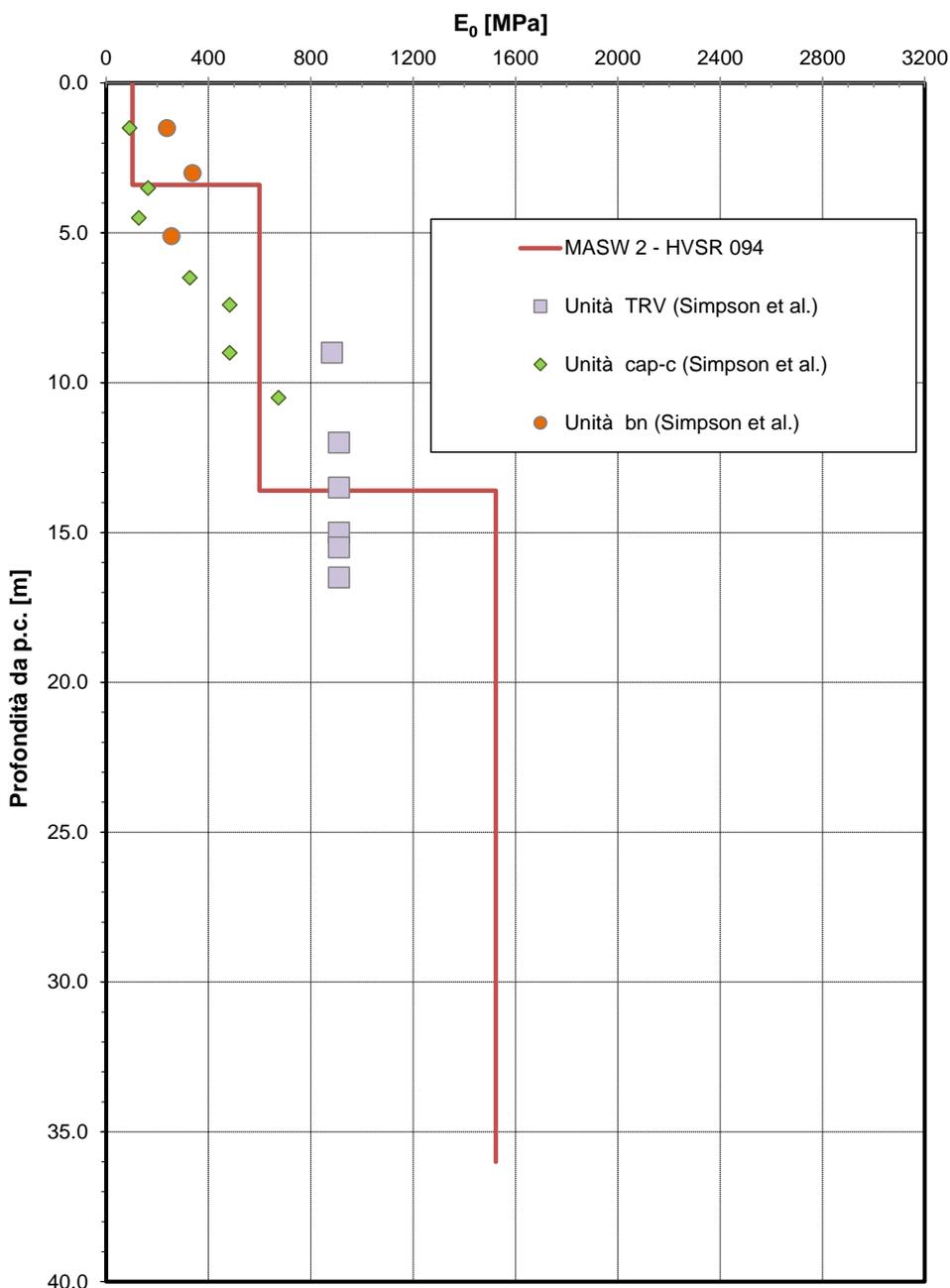


Figura 2 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

Andamento della resistenza al taglio non drenata
cu [kPa]

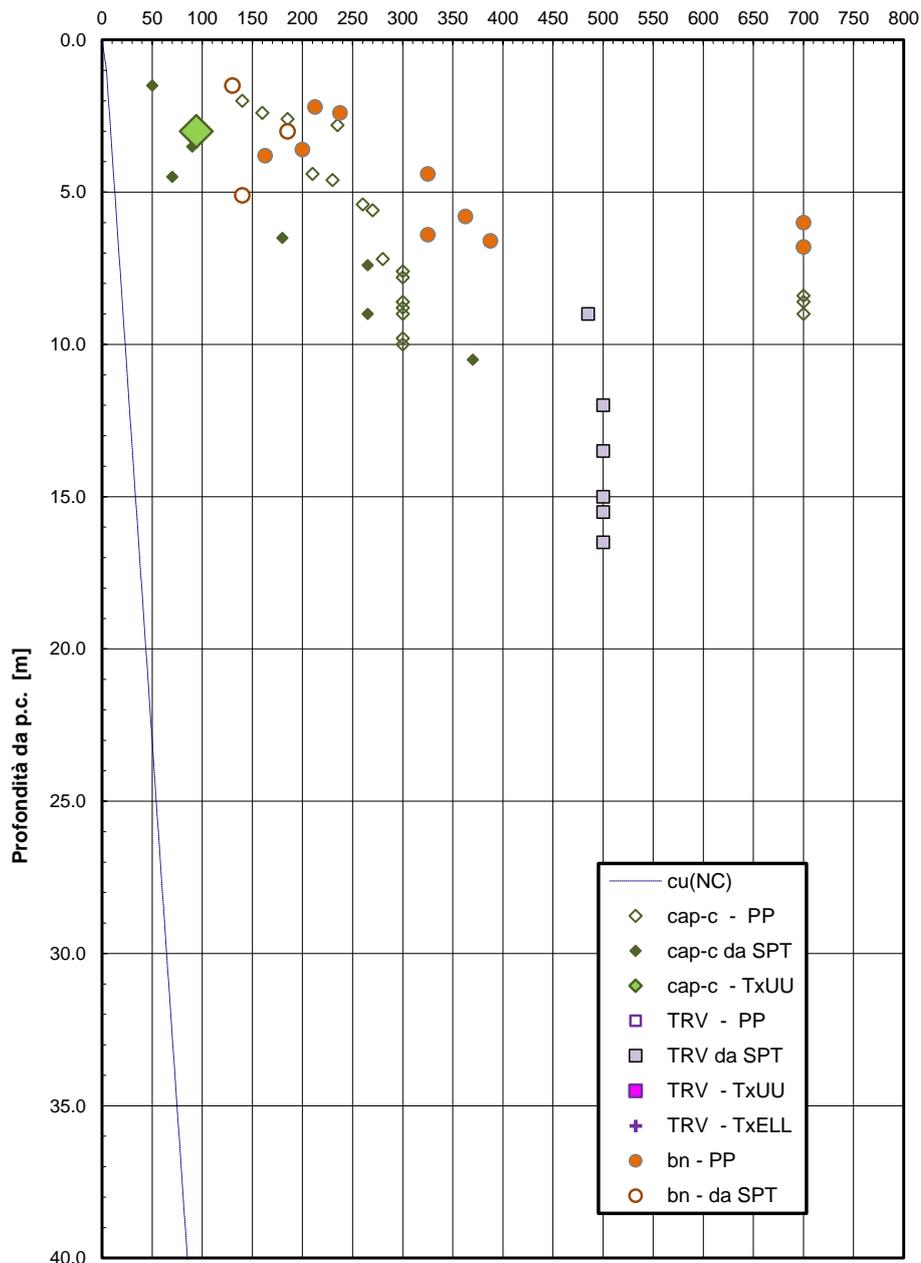


Figura 3 – Andamento della resistenza al taglio non drenata

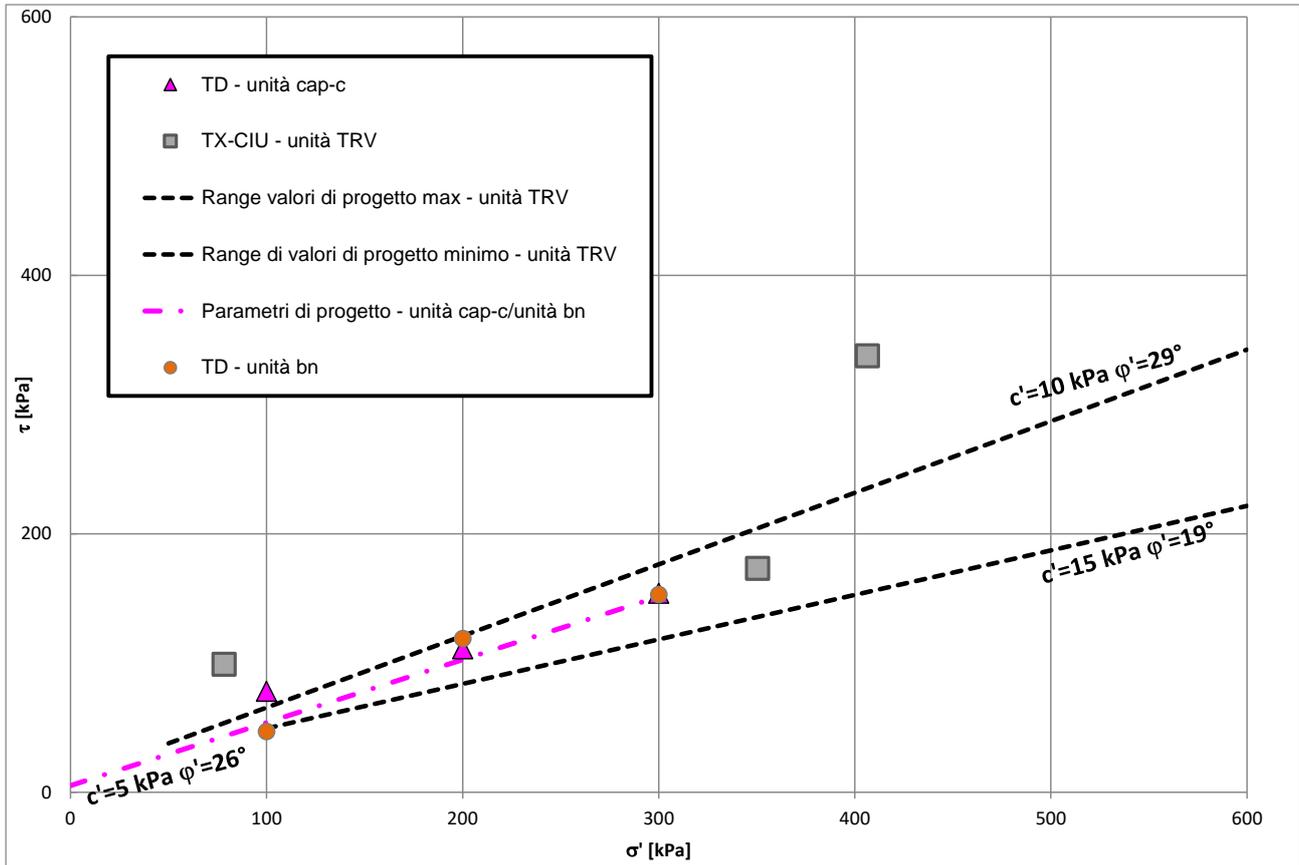


Figura 4 – Parametri di resistenza (laboratorio)

Permeabilità da prove Lefranc e Lugeon

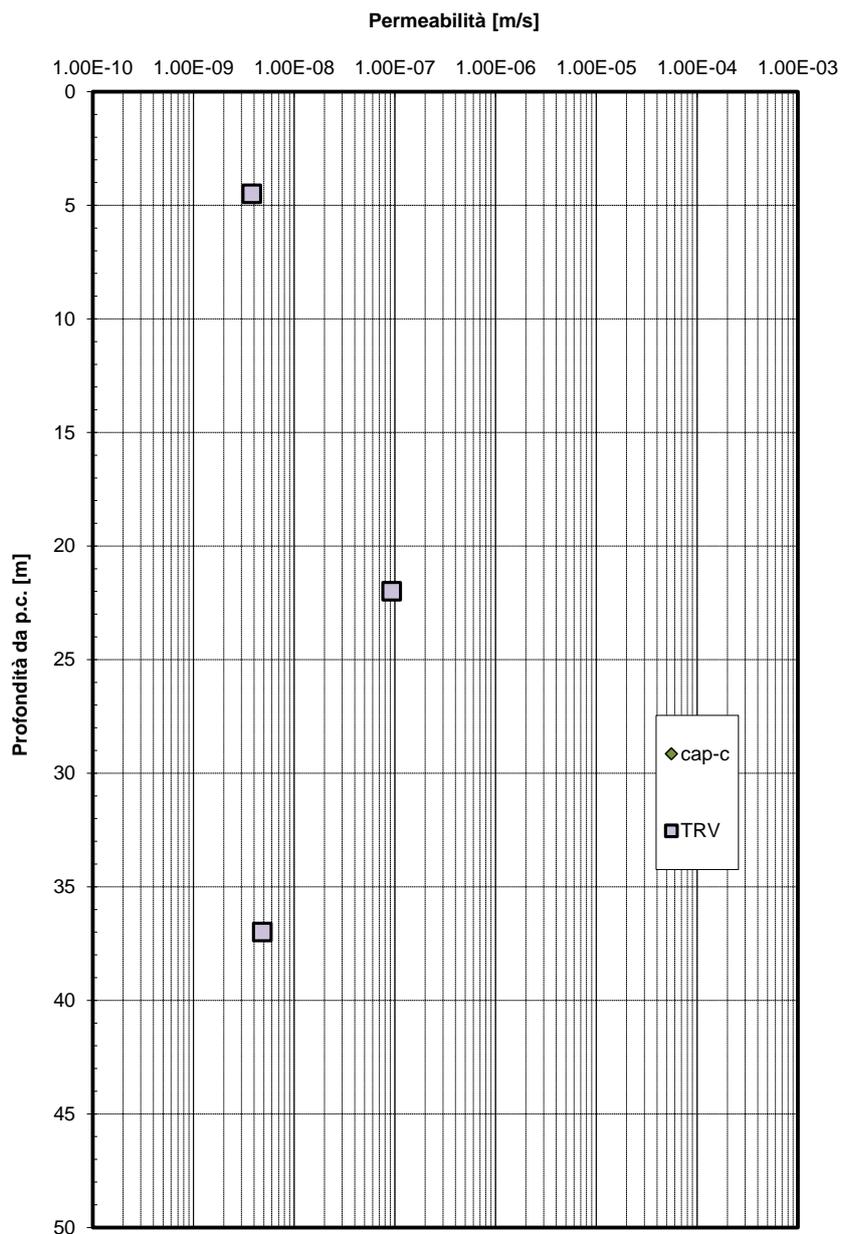


Figura 5 – Permeabilità

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 3 – VI03 – Parametri geotecnici Stratigrafia 1 (da spalla A a Pila 3)

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	ϕ' [°]	q_b [kPa]
da 0.0 a 12.0	cap – c	20.0	80 ÷ 150	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 12.0 a 15.0	TRV	21.0	175	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 15.0 a 25.0	TRV	21.0	200	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 25.0 a 35.0	TRV	21.0	300	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 35.0 a 50.0	TRV	21.0	350	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$

Dove:

γ = peso di volume naturale

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

q_b = portata limite di base

σ_v = tensione verticale totale

Tabella 4 – VI03 – Parametri geotecnici Stratigrafia 2 (da Pila 4 a spalla B)

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	φ' [°]	q_b [kPa]
da 0.0 a 4.0	bn	20.0	100	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 4.0 a 12.0	cap – c	20.0	100 ÷ 150	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 12.0 a 15.0	TRV	21.0	175	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 15.0 a 25.0	TRV	21.0	200	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 25.0 a 35.0	TRV	21.0	300	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 35.0 a 50.0	TRV	21.0	350	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 φ' = angolo di resistenza al taglio
 q_b = portata limite di base
 σ_v = tensione verticale totale

4.1.2 Calcolo della capacità portante dei pali

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

- N_2 verticale di indagine, da cui $\xi_3 = 1.65$;
- F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.90$).
- F_{SLt} = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ($=\xi_3 \cdot \gamma_{st} = 2.06$).
- F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.23$).

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);
- $N_{max,SLE} < Q_{ll} / 1.25$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo (Q_{ll} , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Inoltre si è considerato:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	18 di 65

- testa palo a 3.5 m di profondità da p.c. per le pile e ad 2.0 m per le spalle;
- 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.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	19 di 65

Tabella 5 – VI03 – Capacità portante palo D=1200 mm - A1+M1+R3 Compressione– Stratigrafia 2

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3
STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1097.	0.	1097.	492.
.50	39.	1108.	3.	1144.	514.
1.00	83.	1151.	7.	1228.	553.
1.50	132.	1195.	10.	1317.	595.
2.00	187.	1238.	14.	1411.	640.
2.50	246.	1281.	17.	1510.	687.
3.00	311.	1324.	20.	1615.	737.
3.50	381.	1367.	24.	1724.	790.
4.00	456.	1410.	27.	1839.	845.
4.50	537.	1453.	31.	1959.	904.
5.00	622.	1496.	34.	2085.	964.
5.50	713.	1540.	37.	2215.	1028.
6.00	809.	1583.	41.	2351.	1095.
6.50	910.	1626.	44.	2491.	1164.
7.00	1015.	1669.	48.	2636.	1235.
7.50	1122.	1712.	51.	2783.	1307.
8.00	1231.	1755.	54.	2932.	1381.
8.50	1348.	1798.	58.	3089.	1458.
9.00	1498.	1846.	61.	3284.	1556.
9.50	1654.	1895.	64.	3485.	1656.
10.00	1812.	1943.	68.	3687.	1757.
10.50	1970.	1991.	71.	3890.	1858.
11.00	2129.	2039.	75.	4094.	1960.
11.50	2292.	2088.	78.	4301.	2064.
12.00	2469.	2141.	81.	4529.	2178.
12.50	2651.	2194.	85.	4760.	2294.
13.00	2833.	2248.	88.	4993.	2411.
13.50	3016.	2301.	92.	5226.	2528.
14.00	3200.	2355.	95.	5460.	2645.
14.50	3386.	2408.	98.	5696.	2763.
15.00	3572.	2462.	102.	5932.	2882.
15.50	3760.	2473.	105.	6128.	2983.
16.00	3948.	2485.	109.	6325.	3084.
16.50	4138.	2497.	112.	6523.	3185.
17.00	4328.	2509.	115.	6722.	3288.
17.50	4520.	2521.	119.	6922.	3390.
18.00	4712.	2533.	122.	7123.	3494.
18.50	4906.	2545.	126.	7325.	3598.
19.00	5101.	2557.	129.	7528.	3702.
19.50	5296.	2568.	132.	7732.	3807.
20.00	5493.	2580.	136.	7938.	3912.
20.50	5691.	2592.	139.	8144.	4018.
21.00	5890.	2604.	143.	8351.	4125.
21.50	6093.	2616.	146.	8563.	4234.
22.00	6316.	2773.	149.	8940.	4418.
22.50	6542.	2931.	153.	9320.	4604.
23.00	6768.	3088.	156.	9700.	4791.
23.50	6994.	3245.	159.	10080.	4977.
24.00	7220.	3402.	163.	10460.	5163.
24.50	7447.	3560.	166.	10840.	5349.
25.00	7673.	3717.	170.	11220.	5535.
25.50	7899.	3729.	173.	11455.	5656.
26.00	8125.	3741.	176.	11689.	5777.
26.50	8351.	3753.	180.	11924.	5898.
27.00	8578.	3764.	183.	12159.	6019.
27.50	8804.	3776.	187.	12393.	6140.
28.00	9030.	3788.	190.	12628.	6261.
28.50	9256.	3800.	193.	12863.	6382.
29.00	9482.	3812.	197.	13097.	6503.
29.50	9709.	3824.	200.	13332.	6624.
30.00	9935.	3836.	204.	13567.	6745.
30.50	10161.	3848.	207.	13802.	6866.
31.00	10387.	3859.	210.	14036.	6987.
31.50	10613.	3871.	214.	14271.	7108.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	20 di 65

32.00	10839.	3932.	217.	14555.	7251.
32.50	11066.	3993.	221.	14838.	7394.
33.00	11292.	4054.	224.	15122.	7537.
33.50	11518.	4115.	227.	15406.	7680.
34.00	11744.	4176.	231.	15689.	7823.
34.50	11970.	4237.	234.	15973.	7966.
35.00	12197.	4298.	238.	16257.	8109.
35.50	12423.	4298.	241.	16480.	8225.
36.00	12649.	4298.	244.	16702.	8340.
36.50	12875.	4298.	248.	16925.	8456.
37.00	13101.	4298.	251.	17148.	8572.
37.50	13328.	4298.	254.	17371.	8687.
38.00	13554.	4298.	258.	17594.	8803.
38.50	13780.	4298.	261.	17816.	8919.
39.00	14006.	4298.	265.	18039.	9034.
39.50	14232.	4298.	268.	18262.	9150.
40.00	14459.	4298.	271.	18485.	9266.
40.50	14685.	4298.	275.	18708.	9381.
41.00	14911.	4298.	278.	18930.	9497.
41.50	15137.	4298.	282.	19153.	9613.
42.00	15363.	4298.	285.	19376.	9728.
42.50	15590.	4298.	288.	19599.	9844.
43.00	15816.	4298.	292.	19822.	9960.
43.50	16042.	4298.	295.	20044.	10075.
44.00	16268.	4298.	299.	20267.	10191.
44.50	16494.	4298.	302.	20490.	10306.
45.00	16721.	4298.	305.	20713.	10422.
45.50	16947.	4298.	309.	20936.	10538.
46.00	17173.	4298.	312.	21159.	10653.
46.50	17399.	4298.	316.	21381.	10769.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	21 di 65

Tabella 6 – VI03 – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 Compressione – Stratigrafia 2

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3
STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1661.	0.	1661.	745.
.50	29.	1679.	5.	1703.	763.
1.00	65.	1696.	11.	1751.	784.
1.50	107.	1714.	16.	1805.	809.
2.00	156.	1732.	21.	1866.	837.
2.50	211.	1799.	27.	1983.	891.
3.00	272.	1867.	32.	2107.	948.
3.50	340.	1934.	37.	2237.	1009.
4.00	415.	2001.	42.	2374.	1073.
4.50	496.	2069.	48.	2517.	1141.
5.00	583.	2136.	53.	2666.	1212.
5.50	677.	2203.	58.	2822.	1286.
6.00	778.	2271.	64.	2985.	1364.
6.50	884.	2338.	69.	3154.	1445.
7.00	998.	2406.	74.	3329.	1530.
7.50	1118.	2473.	80.	3511.	1618.
8.00	1244.	2540.	85.	3700.	1709.
8.50	1375.	2608.	90.	3893.	1803.
9.00	1509.	2675.	95.	4089.	1898.
9.50	1646.	2742.	101.	4288.	1995.
10.00	1792.	2810.	106.	4496.	2097.
10.50	1980.	2872.	111.	4741.	2219.
11.00	2175.	2935.	117.	4994.	2344.
11.50	2371.	2998.	122.	5247.	2471.
12.00	2569.	3061.	127.	5503.	2597.
12.50	2768.	3123.	133.	5759.	2725.
13.00	2972.	3186.	138.	6020.	2855.
13.50	3194.	3264.	143.	6314.	3001.
14.00	3420.	3341.	148.	6613.	3150.
14.50	3648.	3419.	154.	6913.	3299.
15.00	3877.	3496.	159.	7214.	3449.
15.50	4107.	3573.	164.	7517.	3600.
16.00	4339.	3651.	170.	7820.	3751.
16.50	4572.	3728.	175.	8126.	3903.
17.00	4806.	3806.	180.	8432.	4056.
17.50	5042.	3883.	186.	8740.	4210.
18.00	5279.	3902.	191.	8990.	4337.
18.50	5517.	3920.	196.	9241.	4466.
19.00	5756.	3939.	201.	9494.	4595.
19.50	5997.	3958.	207.	9748.	4724.
20.00	6239.	3976.	212.	10003.	4855.
20.50	6483.	3995.	217.	10260.	4986.
21.00	6727.	4013.	223.	10518.	5118.
21.50	6973.	4032.	228.	10777.	5250.
22.00	7220.	4050.	233.	11037.	5383.
22.50	7469.	4069.	239.	11299.	5517.
23.00	7723.	4087.	244.	11566.	5654.
23.50	8001.	4283.	249.	12035.	5883.
24.00	8284.	4478.	254.	12508.	6114.
24.50	8567.	4673.	260.	12980.	6345.
25.00	8850.	4868.	265.	13453.	6576.
25.50	9132.	5064.	270.	13926.	6807.
26.00	9415.	5259.	276.	14398.	7038.
26.50	9698.	5454.	281.	14871.	7269.
27.00	9981.	5650.	286.	15344.	7500.
27.50	10263.	5845.	292.	15817.	7731.
28.00	10546.	5863.	297.	16113.	7883.
28.50	10829.	5882.	302.	16409.	8035.
29.00	11112.	5900.	307.	16705.	8187.
29.50	11394.	5919.	313.	17001.	8339.
30.00	11677.	5938.	318.	17297.	8490.
30.50	11960.	5956.	323.	17593.	8642.
31.00	12243.	5975.	329.	17889.	8794.
31.50	12525.	5993.	334.	18185.	8946.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	22 di 65

32.00	12808.	6012.	339.	18481.	9098.
32.50	13091.	6030.	345.	18777.	9250.
33.00	13374.	6049.	350.	19073.	9401.
33.50	13656.	6123.	355.	19424.	9578.
34.00	13939.	6197.	360.	19776.	9755.
34.50	14222.	6271.	366.	20127.	9931.
35.00	14505.	6345.	371.	20478.	10108.
35.50	14787.	6419.	376.	20830.	10285.
36.00	15070.	6493.	382.	21181.	10462.
36.50	15353.	6567.	387.	21533.	10638.
37.00	15635.	6641.	392.	21884.	10815.
37.50	15918.	6715.	398.	22236.	10992.
38.00	16201.	6715.	403.	22513.	11135.
38.50	16484.	6715.	408.	22791.	11279.
39.00	16766.	6715.	414.	23068.	11422.
39.50	17049.	6715.	419.	23346.	11566.
40.00	17332.	6715.	424.	23623.	11709.
40.50	17615.	6715.	429.	23900.	11853.
41.00	17897.	6715.	435.	24178.	11996.
41.50	18180.	6715.	440.	24455.	12140.
42.00	18463.	6715.	445.	24733.	12283.
42.50	18746.	6715.	451.	25010.	12427.
43.00	19028.	6715.	456.	25288.	12570.
43.50	19311.	6715.	461.	25565.	12714.
44.00	19594.	6715.	467.	25843.	12857.
44.50	19877.	6715.	472.	26120.	13001.
45.00	20159.	6715.	477.	26397.	13144.
45.50	20442.	6715.	482.	26675.	13288.
46.00	20725.	6715.	488.	26952.	13431.
46.50	21008.	6715.	493.	27230.	13575.
47.00	21290.	6715.	498.	27507.	13718.
47.50	21573.	6715.	504.	27785.	13862.
48.00	21856.	6715.	509.	28062.	14005.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$

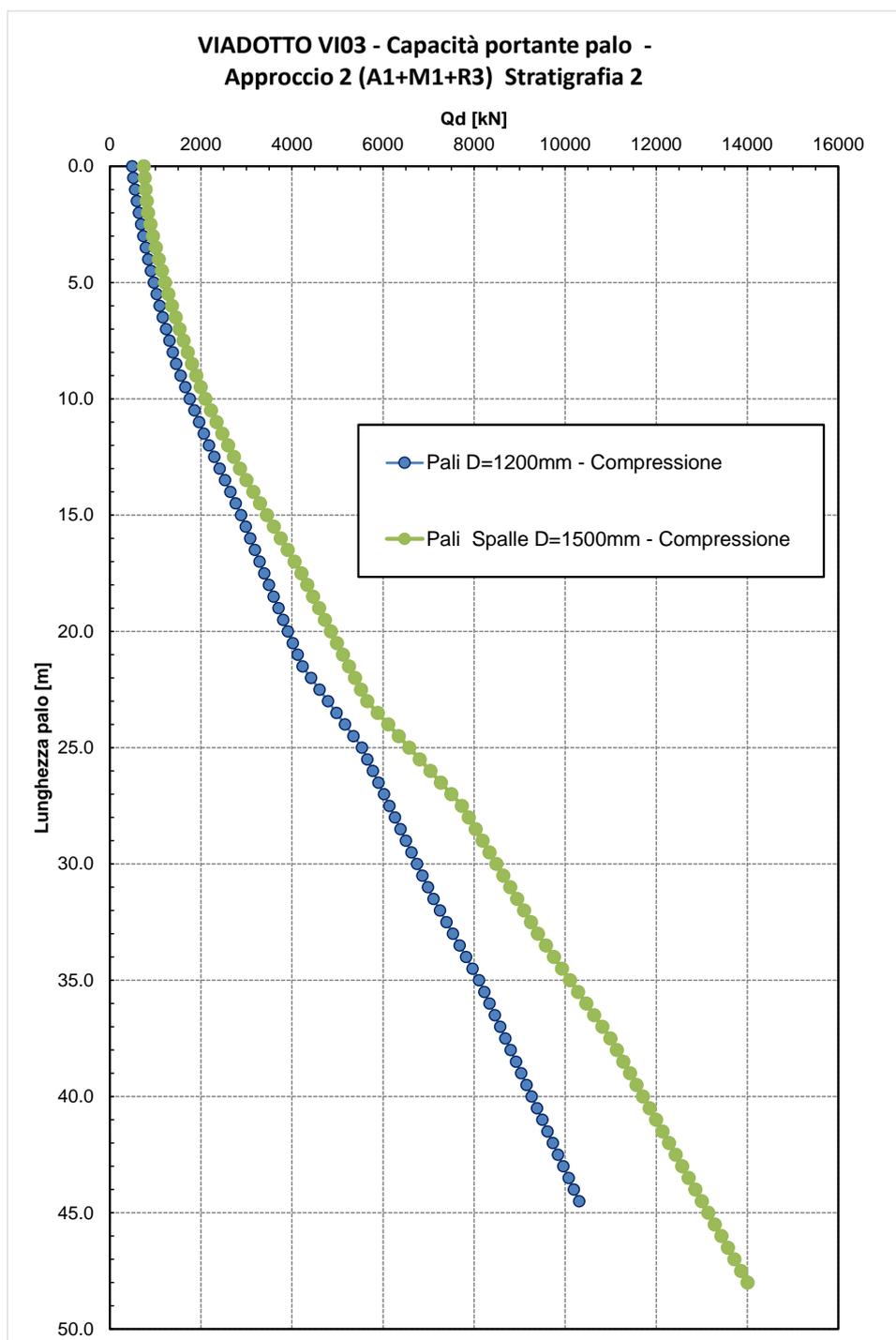


Figura 6 – Capacità portante palo Stratigrafia 2

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 3 e Tabella 4. 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.

Quindi si ottiene il seguente profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito da testa palo:

Pile (testa palo a 3.5 m da p.c.):

Prof. m	E kN/m ²
.000	22400.00
8.500	42000.00
8.510	49000.00
11.500	49000.00
11.510	56000.00
21.500	56000.00
21.510	84000.00
31.500	84000.00
31.510	98000.00
46.500	98000.00

Spalle (testa palo a 2.0 m da p.c.):

Prof. m	E kN/m ²
.000	22400.00
10.000	42000.00
10.100	49000.00
13.000	49000.00
13.100	56000.00

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	25 di 65

23.000	56000.00
23.100	84000.00
33.000	84000.00
33.100	98000.00
48.000	98000.00

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;

α_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 (α_m) ed a seguire l'andamento del momento adimensionale lungo il palo. La valutazione è stata eseguita con riferimento a diverse lunghezze palo, comunque il valore del parametro alfa praticamente non cambia.

Tabella 7 – VI03 – Valori di α_m

VI03	α_m [m] L = 25 m	α_m [m] L = 35 m
Pile D=1200mm	2.394	2.392
Spalle D=1500mm	2.991	2.990

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 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo D=1200 mm L = 25 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1200
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.6966
1.563	.4407
2.344	.2318
3.125	.0682
3.906	-.0540
4.688	-.1394
5.469	-.1935
6.250	-.2218
7.500	-.2266
8.750	-.2000
10.000	-.1573
11.250	-.1114
12.500	-.0701
14.583	-.0217
16.667	.0019
18.750	.0088
21.875	.0049
25.000	.0000

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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	27 di 65

Tabella 9 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo D=1200 mm L=35 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1200
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.5882
2.188	.2695
3.281	.0401
4.375	-.1097
5.469	-.1937
6.563	-.2272
7.656	-.2252
8.750	-.2010
10.500	-.1394
12.250	-.0780
14.000	-.0326
15.750	-.0057
17.500	.0068
20.417	.0093
23.333	.0047
26.250	.0009
30.625	-.0003
35.000	.0000

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

Tabella 10 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo D=1500 mm L=35 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1500
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7532
1.563	.5365
2.344	.3503
3.125	.1939
3.906	.0663
4.688	-.0345
5.469	-.1110
6.250	-.1659
7.500	-.2156
8.750	-.2293
10.000	-.2180
11.250	-.1911
12.500	-.1559
14.583	-.0955
16.667	-.0479
18.750	-.0179
21.875	-.0006
25.000	.0000

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

Tabella 11 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo D=1500 mm L=35 m

Coef. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1500

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6630
2.188	.3852
3.281	.1663
4.375	.0028
5.469	-.1112
6.563	-.1829
7.656	-.2201
8.750	-.2308
10.500	-.2101
12.250	-.1638
14.000	-.1117
15.750	-.0660
17.500	-.0317
20.417	.0003
23.333	.0107
26.250	.0090
30.625	.0023
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 (H_k) dovrà essere ridotto secondo quanto prevede la normativa vigente.

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

dove:

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

ξ_3 = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

γ_T = fattore parziale per pali soggetti a carichi orizzontali.

V_{pd} = massima sollecitazione orizzontale di progetto.

In particolare il fattore di sicurezza di normativa per la verifica a carico orizzontale è $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.65 = 2.145$. Inoltre per le verifiche a carico limite orizzontale si considera cautelativamente un coefficiente di gruppo 0.8.

Quindi $FS_{\text{gruppo}} = \gamma_T \cdot \xi_3 / 0.8 = 2.68$, da cui deve risultare:

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

Per la spalle, il valore caratteristico della resistenza (H_k) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione M_y pari a 7980.6 kNm, considerando il diametro del palo $D = 1500$ mm, l'armatura di 36+36 ϕ 26.

Per la pila P2, il valore caratteristico della resistenza (H_k) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione M_y pari a 3801.5 kNm ($N = -2306$ kN), considerando il diametro del palo $D = 1200$ mm, l'armatura di 26+26 ϕ 26.

La verifica è stata svolta considerando il valore della resistenza al taglio non drenata 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.

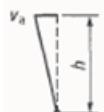
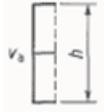
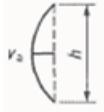
Fondazione	Armatura palo	Lpalo [m]	D [mm]	Cu [kPa]	Hk [kN]	Hd [kN]
Spalle	36+36 ϕ 26	28.0	1500	120	4417.28	1647.5
Pila P2	26+26 ϕ 26	31.0	1200	120	2682.07 (N= -2306 kN)	1000.3

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_d/h

Kind of wall movement		v_d/h loose soil %	v_d/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_d 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	31677	5992	1734	10334	21212
	SLV - ML max gr.1	29810	11229	1734	10331	50258
	SLV - MT max gr.1	29810	5992	5606	32893	20369
	SLV - MT max gr.1	29810	5992	5606	32893	20369
	SLV - ML max gr.1	29810	11229	1734	10331	50258

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 11.5x11.5m
- Altezza complessiva da testa palo: plinto+muro+paraghiaia= = 2.0m+ 5.6m+ 3.55m= 11.15 m

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: 9.2 mm

Da cui:

$$V_s / h = 0.08 \%$$

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.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	32 di 65

Deformazioni massime del plinto

	dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	c.d.c.
D.1	2.346	4.808	.201	1.456	.080	1
D.2	2.208	9.172	.431	1.456	.080	2
D.3	2.208	9.172	.431	1.456	.080	2
D.4	2.208	4.795	.197	4.699	.255	3
D.5	2.208	4.795	.197	4.699	.255	3

D.1: cond. di carico con dz massimo
VI03 - SLV - N max _

D.2: cond. di carico con dx massimo
VI03 - SLV - ML max gr.1 _

D.3: cond. di carico con rx massimo
VI03 - SLV - ML max gr.1 _

D.4: cond. di carico con dy massimo
VI03 - SLV - MT max gr.1 _

D.5: cond. di carico con ry massimo
VI03 - SLV - MT max gr.1 _



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	33 di 65

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

5.1 Compressione. Pali D=1500 mm – Stratigrafia 2

*** 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 4b VI03 stratigrafia 2
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/m3
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.90 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.23 (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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	35 di 65

Strato 5 "TRV " (Coesivo) da 25.00 a 35.00 m

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

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S}'v$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

Cu variabile lin. da 300.0 a 300.0 kPa

Strato 6 "TRV " (Coesivo) da 35.00 a 50.00 m

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

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S}'v$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

Cu variabile lin. da 350.0 a 350.0 kPa

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bn "	1.00	1.00	1.00
2 "capc "	1.00	1.00	1.00
3 "TRV "	1.00	1.00	1.00
4 "TRV "	1.00	1.00	1.00
5 "TRV "	1.00	1.00	1.00
6 "TRV "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot \text{Cu}$

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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	36 di 65

pag. / 6

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
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	20.0	40.0	100.0	.55	11.0	940.
2.50	25.0	50.0	100.0	.55	13.8	950.
3.00	30.0	60.0	100.0	.55	16.5	960.
3.50	35.0	70.0	100.0	.55	19.3	970.
4.00	40.0	80.0	100.0	.55	22.0	980.
4.50	45.0	90.0	103.1	.55	24.8	1018.
5.00	50.0	100.0	106.3	.55	27.5	1056.
5.50	55.0	110.0	109.4	.55	30.3	1094.
6.00	60.0	120.0	112.5	.55	33.0	1133.
6.50	65.0	130.0	115.6	.55	35.8	1171.
7.00	70.0	140.0	118.8	.55	38.5	1209.
7.50	75.0	150.0	121.9	.55	41.3	1247.
8.00	80.0	160.0	125.0	.55	44.0	1285.
8.50	85.0	170.0	128.1	.55	46.8	1323.
9.00	90.0	180.0	131.3	.55	49.5	1361.
9.50	95.0	190.0	134.4	.55	52.3	1399.
10.00	100.0	200.0	137.5	.55	55.0	1438.
10.50	105.0	210.0	140.6	.54	56.3	1476.
11.00	110.0	220.0	143.8	.52	57.5	1514.
11.50	115.0	230.0	146.9	.51	58.8	1552.
12.00	120.0	240.0	150.0	.59	71.0	1590.
12.50	125.5	250.5	175.0	.66	82.5	1626.
13.00	131.0	261.0	175.0	.63	83.1	1661.
13.50	136.5	271.5	175.0	.61	83.7	1697.
14.00	142.0	282.0	175.0	.59	84.2	1732.
14.50	147.5	292.5	175.0	.57	84.8	1768.
15.00	153.0	303.0	175.0	.59	90.3	1803.
15.50	158.5	313.5	200.0	.60	95.8	1847.
16.00	164.0	324.0	200.0	.59	96.4	1891.
16.50	169.5	334.5	200.0	.57	97.0	1935.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	37 di 65

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
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	175.0	345.0	200.0	.56	97.5	1978.
17.50	180.5	355.5	200.0	.54	98.1	2022.
18.00	186.0	366.0	200.0	.53	98.6	2066.
18.50	191.5	376.5	200.0	.52	99.1	2110.
19.00	197.0	387.0	200.0	.51	99.7	2154.
19.50	202.5	397.5	200.0	.50	100.3	2198.
20.00	208.0	408.0	200.0	.48	100.8	2208.
20.50	213.5	418.5	200.0	.47	101.4	2219.
21.00	219.0	429.0	200.0	.47	101.9	2229.
21.50	224.5	439.5	200.0	.46	102.4	2240.
22.00	230.0	450.0	200.0	.45	103.0	2250.
22.50	235.5	460.5	200.0	.44	103.6	2261.
23.00	241.0	471.0	200.0	.43	104.1	2271.
23.50	246.5	481.5	200.0	.42	104.7	2282.
24.00	252.0	492.0	200.0	.42	105.2	2292.
24.50	257.5	502.5	200.0	.41	105.8	2303.
25.00	263.0	513.0	200.0	.43	113.2	2313.
25.50	268.5	523.5	300.0	.45	120.0	2424.
26.00	274.0	534.0	300.0	.44	120.0	2534.
26.50	279.5	544.5	300.0	.43	120.0	2645.
27.00	285.0	555.0	300.0	.42	120.0	2755.
27.50	290.5	565.5	300.0	.41	120.0	2866.
28.00	296.0	576.0	300.0	.41	120.0	2976.
28.50	301.5	586.5	300.0	.40	120.0	3087.
29.00	307.0	597.0	300.0	.39	120.0	3197.
29.50	312.5	607.5	300.0	.38	120.0	3308.
30.00	318.0	618.0	300.0	.38	120.0	3318.
30.50	323.5	628.5	300.0	.37	120.0	3329.
31.00	329.0	639.0	300.0	.36	120.0	3339.
31.50	334.5	649.5	300.0	.36	120.0	3350.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	38 di 65

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
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	340.0	660.0	300.0	.35	120.0	3360.
32.50	345.5	670.5	300.0	.35	120.0	3371.
33.00	351.0	681.0	300.0	.34	120.0	3381.
33.50	356.5	691.5	300.0	.34	120.0	3392.
34.00	362.0	702.0	300.0	.33	120.0	3402.
34.50	367.5	712.5	300.0	.33	120.0	3413.
35.00	373.0	723.0	300.0	.32	120.0	3423.
35.50	378.5	733.5	350.0	.32	120.0	3465.
36.00	384.0	744.0	350.0	.31	120.0	3507.
36.50	389.5	754.5	350.0	.31	120.0	3549.
37.00	395.0	765.0	350.0	.30	120.0	3591.
37.50	400.5	775.5	350.0	.30	120.0	3632.
38.00	406.0	786.0	350.0	.30	120.0	3674.
38.50	411.5	796.5	350.0	.29	120.0	3716.
39.00	417.0	807.0	350.0	.29	120.0	3758.
39.50	422.5	817.5	350.0	.28	120.0	3800.
40.00	428.0	828.0	350.0	.28	120.0	3800.
40.50	433.5	838.5	350.0	.28	120.0	3800.
41.00	439.0	849.0	350.0	.27	120.0	3800.
41.50	444.5	859.5	350.0	.27	120.0	3800.
42.00	450.0	870.0	350.0	.27	120.0	3800.
42.50	455.5	880.5	350.0	.26	120.0	3800.
43.00	461.0	891.0	350.0	.26	120.0	3800.
43.50	466.5	901.5	350.0	.26	120.0	3800.
44.00	472.0	912.0	350.0	.25	120.0	3800.
44.50	477.5	922.5	350.0	.25	120.0	3800.
45.00	483.0	933.0	350.0	.25	120.0	3800.
45.50	488.5	943.5	350.0	.25	120.0	3800.
46.00	494.0	954.0	350.0	.24	120.0	3800.
46.50	499.5	964.5	350.0	.24	120.0	3800.
47.00	505.0	975.0	350.0	.24	120.0	3800.
47.50	510.5	985.5	350.0	.24	120.0	3800.
48.00	516.0	996.0	350.0	.23	120.0	3800.
48.50	521.5	1006.5	350.0	.23	120.0	3800.
49.00	527.0	1017.0	350.0	.23	120.0	3800.
49.50	532.5	1027.5	350.0	.23	120.0	3800.
50.00	538.0	1038.0	350.0	.22	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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	39 di 65

pag. / 10

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1661.	0.	1661.	745.
.50	29.	1679.	5.	1703.	763.
1.00	65.	1696.	11.	1751.	784.
1.50	107.	1714.	16.	1805.	809.
2.00	156.	1732.	21.	1866.	837.
2.50	211.	1799.	27.	1983.	891.
3.00	272.	1867.	32.	2107.	948.
3.50	340.	1934.	37.	2237.	1009.
4.00	415.	2001.	42.	2374.	1073.
4.50	496.	2069.	48.	2517.	1141.
5.00	583.	2136.	53.	2666.	1212.
5.50	677.	2203.	58.	2822.	1286.
6.00	778.	2271.	64.	2985.	1364.
6.50	884.	2338.	69.	3154.	1445.
7.00	998.	2406.	74.	3329.	1530.
7.50	1118.	2473.	80.	3511.	1618.
8.00	1244.	2540.	85.	3700.	1709.
8.50	1375.	2608.	90.	3893.	1803.
9.00	1509.	2675.	95.	4089.	1898.
9.50	1646.	2742.	101.	4288.	1995.
10.00	1792.	2810.	106.	4496.	2097.
10.50	1980.	2872.	111.	4741.	2219.
11.00	2175.	2935.	117.	4994.	2344.
11.50	2371.	2998.	122.	5247.	2471.
12.00	2569.	3061.	127.	5503.	2597.
12.50	2768.	3123.	133.	5759.	2725.
13.00	2972.	3186.	138.	6020.	2855.
13.50	3194.	3264.	143.	6314.	3001.
14.00	3420.	3341.	148.	6613.	3150.
14.50	3648.	3419.	154.	6913.	3299.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	40 di 65

pag./ 11

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3877.	3496.	159.	7214.	3449.
15.50	4107.	3573.	164.	7517.	3600.
16.00	4339.	3651.	170.	7820.	3751.
16.50	4572.	3728.	175.	8126.	3903.
17.00	4806.	3806.	180.	8432.	4056.
17.50	5042.	3883.	186.	8740.	4210.
18.00	5279.	3902.	191.	8990.	4337.
18.50	5517.	3920.	196.	9241.	4466.
19.00	5756.	3939.	201.	9494.	4595.
19.50	5997.	3958.	207.	9748.	4724.
20.00	6239.	3976.	212.	10003.	4855.
20.50	6483.	3995.	217.	10260.	4986.
21.00	6727.	4013.	223.	10518.	5118.
21.50	6973.	4032.	228.	10777.	5250.
22.00	7220.	4050.	233.	11037.	5383.
22.50	7469.	4069.	239.	11299.	5517.
23.00	7723.	4087.	244.	11566.	5654.
23.50	8001.	4283.	249.	12035.	5883.
24.00	8284.	4478.	254.	12508.	6114.
24.50	8567.	4673.	260.	12980.	6345.
25.00	8850.	4868.	265.	13453.	6576.
25.50	9132.	5064.	270.	13926.	6807.
26.00	9415.	5259.	276.	14398.	7038.
26.50	9698.	5454.	281.	14871.	7269.
27.00	9981.	5650.	286.	15344.	7500.
27.50	10263.	5845.	292.	15817.	7731.
28.00	10546.	5863.	297.	16113.	7883.
28.50	10829.	5882.	302.	16409.	8035.
29.00	11112.	5900.	307.	16705.	8187.
29.50	11394.	5919.	313.	17001.	8339.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	41 di 65

pag./ 12

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	11677.	5938.	318.	17297.	8490.
30.50	11960.	5956.	323.	17593.	8642.
31.00	12243.	5975.	329.	17889.	8794.
31.50	12525.	5993.	334.	18185.	8946.
32.00	12808.	6012.	339.	18481.	9098.
32.50	13091.	6030.	345.	18777.	9250.
33.00	13374.	6049.	350.	19073.	9401.
33.50	13656.	6123.	355.	19424.	9578.
34.00	13939.	6197.	360.	19776.	9755.
34.50	14222.	6271.	366.	20127.	9931.
35.00	14505.	6345.	371.	20478.	10108.
35.50	14787.	6419.	376.	20830.	10285.
36.00	15070.	6493.	382.	21181.	10462.
36.50	15353.	6567.	387.	21533.	10638.
37.00	15635.	6641.	392.	21884.	10815.
37.50	15918.	6715.	398.	22236.	10992.
38.00	16201.	6715.	403.	22513.	11135.
38.50	16484.	6715.	408.	22791.	11279.
39.00	16766.	6715.	414.	23068.	11422.
39.50	17049.	6715.	419.	23346.	11566.
40.00	17332.	6715.	424.	23623.	11709.
40.50	17615.	6715.	429.	23900.	11853.
41.00	17897.	6715.	435.	24178.	11996.
41.50	18180.	6715.	440.	24455.	12140.
42.00	18463.	6715.	445.	24733.	12283.
42.50	18746.	6715.	451.	25010.	12427.
43.00	19028.	6715.	456.	25288.	12570.
43.50	19311.	6715.	461.	25565.	12714.
44.00	19594.	6715.	467.	25843.	12857.
44.50	19877.	6715.	472.	26120.	13001.
45.00	20159.	6715.	477.	26397.	13144.
45.50	20442.	6715.	482.	26675.	13288.
46.00	20725.	6715.	488.	26952.	13431.
46.50	21008.	6715.	493.	27230.	13575.
47.00	21290.	6715.	498.	27507.	13718.
47.50	21573.	6715.	504.	27785.	13862.
48.00	21856.	6715.	509.	28062.	14005.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	42 di 65

5.2 Compressione. Pali D=1200 mm – Stratigrafia 2

*** 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 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 3.50 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 2.23 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. 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: $3.0 * 1.200 = 3.60$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.200 = 3.60$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	44 di 65

Strato 5 "TRV " (Coesivo) da 25.00 a 35.00 m

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

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S'v}$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

$$\text{Cu variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa}$$

Strato 6 "TRV " (Coesivo) da 35.00 a 50.00 m

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

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

$$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S'v}$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v < 3800. \text{ kPa}$$

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

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bn "	1.00	1.00	1.00
2 "capc "	1.00	1.00	1.00
3 "TRV "	1.00	1.00	1.00
4 "TRV "	1.00	1.00	1.00
5 "TRV "	1.00	1.00	1.00
6 "TRV "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot \text{Cu}$

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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	45 di 65

pag. / 6

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1200 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
3.50	35.0	70.0	100.0	.55	19.3	970.
4.00	40.0	80.0	100.0	.55	22.0	980.
4.50	45.0	90.0	103.1	.55	24.8	1018.
5.00	50.0	100.0	106.3	.55	27.5	1056.
5.50	55.0	110.0	109.4	.55	30.3	1094.
6.00	60.0	120.0	112.5	.55	33.0	1133.
6.50	65.0	130.0	115.6	.55	35.8	1171.
7.00	70.0	140.0	118.8	.55	38.5	1209.
7.50	75.0	150.0	121.9	.55	41.3	1247.
8.00	80.0	160.0	125.0	.55	44.0	1285.
8.50	85.0	170.0	128.1	.55	46.8	1323.
9.00	90.0	180.0	131.3	.55	49.5	1361.
9.50	95.0	190.0	134.4	.55	52.3	1399.
10.00	100.0	200.0	137.5	.55	55.0	1438.
10.50	105.0	210.0	140.6	.54	56.3	1476.
11.00	110.0	220.0	143.8	.52	57.5	1514.
11.50	115.0	230.0	146.9	.51	58.8	1552.
12.00	120.0	240.0	150.0	.59	71.0	1590.
12.50	125.5	250.5	175.0	.66	82.5	1633.
13.00	131.0	261.0	175.0	.63	83.1	1675.
13.50	136.5	271.5	175.0	.61	83.7	1718.
14.00	142.0	282.0	175.0	.59	84.2	1761.
14.50	147.5	292.5	175.0	.57	84.8	1803.
15.00	153.0	303.0	175.0	.59	90.3	1846.
15.50	158.5	313.5	200.0	.60	95.8	1893.
16.00	164.0	324.0	200.0	.59	96.4	1940.
16.50	169.5	334.5	200.0	.57	97.0	1988.
17.00	175.0	345.0	200.0	.56	97.5	2035.
17.50	180.5	355.5	200.0	.54	98.1	2082.
18.00	186.0	366.0	200.0	.53	98.6	2129.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	46 di 65

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1200 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
18.50	191.5	376.5	200.0	.52	99.1	2177.
19.00	197.0	387.0	200.0	.51	99.7	2187.
19.50	202.5	397.5	200.0	.50	100.3	2198.
20.00	208.0	408.0	200.0	.48	100.8	2208.
20.50	213.5	418.5	200.0	.47	101.4	2219.
21.00	219.0	429.0	200.0	.47	101.9	2229.
21.50	224.5	439.5	200.0	.46	102.4	2240.
22.00	230.0	450.0	200.0	.45	103.0	2250.
22.50	235.5	460.5	200.0	.44	103.6	2261.
23.00	241.0	471.0	200.0	.43	104.1	2271.
23.50	246.5	481.5	200.0	.42	104.7	2282.
24.00	252.0	492.0	200.0	.42	105.2	2292.
24.50	257.5	502.5	200.0	.41	105.8	2303.
25.00	263.0	513.0	200.0	.43	113.2	2313.
25.50	268.5	523.5	300.0	.45	120.0	2452.
26.00	274.0	534.0	300.0	.44	120.0	2591.
26.50	279.5	544.5	300.0	.43	120.0	2730.
27.00	285.0	555.0	300.0	.42	120.0	2869.
27.50	290.5	565.5	300.0	.41	120.0	3008.
28.00	296.0	576.0	300.0	.41	120.0	3147.
28.50	301.5	586.5	300.0	.40	120.0	3287.
29.00	307.0	597.0	300.0	.39	120.0	3297.
29.50	312.5	607.5	300.0	.38	120.0	3308.
30.00	318.0	618.0	300.0	.38	120.0	3318.
30.50	323.5	628.5	300.0	.37	120.0	3329.
31.00	329.0	639.0	300.0	.36	120.0	3339.
31.50	334.5	649.5	300.0	.36	120.0	3350.
32.00	340.0	660.0	300.0	.35	120.0	3360.
32.50	345.5	670.5	300.0	.35	120.0	3371.
33.00	351.0	681.0	300.0	.34	120.0	3381.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	47 di 65

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1200 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
33.50	356.5	691.5	300.0	.34	120.0	3392.
34.00	362.0	702.0	300.0	.33	120.0	3402.
34.50	367.5	712.5	300.0	.33	120.0	3413.
35.00	373.0	723.0	300.0	.32	120.0	3423.
35.50	378.5	733.5	350.0	.32	120.0	3477.
36.00	384.0	744.0	350.0	.31	120.0	3531.
36.50	389.5	754.5	350.0	.31	120.0	3585.
37.00	395.0	765.0	350.0	.30	120.0	3638.
37.50	400.5	775.5	350.0	.30	120.0	3692.
38.00	406.0	786.0	350.0	.30	120.0	3746.
38.50	411.5	796.5	350.0	.29	120.0	3800.
39.00	417.0	807.0	350.0	.29	120.0	3800.
39.50	422.5	817.5	350.0	.28	120.0	3800.
40.00	428.0	828.0	350.0	.28	120.0	3800.
40.50	433.5	838.5	350.0	.28	120.0	3800.
41.00	439.0	849.0	350.0	.27	120.0	3800.
41.50	444.5	859.5	350.0	.27	120.0	3800.
42.00	450.0	870.0	350.0	.27	120.0	3800.
42.50	455.5	880.5	350.0	.26	120.0	3800.
43.00	461.0	891.0	350.0	.26	120.0	3800.
43.50	466.5	901.5	350.0	.26	120.0	3800.
44.00	472.0	912.0	350.0	.25	120.0	3800.
44.50	477.5	922.5	350.0	.25	120.0	3800.
45.00	483.0	933.0	350.0	.25	120.0	3800.
45.50	488.5	943.5	350.0	.25	120.0	3800.
46.00	494.0	954.0	350.0	.24	120.0	3800.
46.50	499.5	964.5	350.0	.24	120.0	3800.
47.00	505.0	975.0	350.0	.24	120.0	3800.
47.50	510.5	985.5	350.0	.24	120.0	3800.
48.00	516.0	996.0	350.0	.23	120.0	3800.
48.50	521.5	1006.5	350.0	.23	120.0	3800.
49.00	527.0	1017.0	350.0	.23	120.0	3800.
49.50	532.5	1027.5	350.0	.23	120.0	3800.
50.00	538.0	1038.0	350.0	.22	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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	48 di 65

pag. / 10

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1097.	0.	1097.	492.
.50	39.	1108.	3.	1144.	514.
1.00	83.	1151.	7.	1228.	553.
1.50	132.	1195.	10.	1317.	595.
2.00	187.	1238.	14.	1411.	640.
2.50	246.	1281.	17.	1510.	687.
3.00	311.	1324.	20.	1615.	737.
3.50	381.	1367.	24.	1724.	790.
4.00	456.	1410.	27.	1839.	845.
4.50	537.	1453.	31.	1959.	904.
5.00	622.	1496.	34.	2085.	964.
5.50	713.	1540.	37.	2215.	1028.
6.00	809.	1583.	41.	2351.	1095.
6.50	910.	1626.	44.	2491.	1164.
7.00	1015.	1669.	48.	2636.	1235.
7.50	1122.	1712.	51.	2783.	1307.
8.00	1231.	1755.	54.	2932.	1381.
8.50	1348.	1798.	58.	3089.	1458.
9.00	1498.	1846.	61.	3284.	1556.
9.50	1654.	1895.	64.	3485.	1656.
10.00	1812.	1943.	68.	3687.	1757.
10.50	1970.	1991.	71.	3890.	1858.
11.00	2129.	2039.	75.	4094.	1960.
11.50	2292.	2088.	78.	4301.	2064.
12.00	2469.	2141.	81.	4529.	2178.
12.50	2651.	2194.	85.	4760.	2294.
13.00	2833.	2248.	88.	4993.	2411.
13.50	3016.	2301.	92.	5226.	2528.
14.00	3200.	2355.	95.	5460.	2645.
14.50	3386.	2408.	98.	5696.	2763.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	49 di 65

pag./ 11

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
 Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3572.	2462.	102.	5932.	2882.
15.50	3760.	2473.	105.	6128.	2983.
16.00	3948.	2485.	109.	6325.	3084.
16.50	4138.	2497.	112.	6523.	3185.
17.00	4328.	2509.	115.	6722.	3288.
17.50	4520.	2521.	119.	6922.	3390.
18.00	4712.	2533.	122.	7123.	3494.
18.50	4906.	2545.	126.	7325.	3598.
19.00	5101.	2557.	129.	7528.	3702.
19.50	5296.	2568.	132.	7732.	3807.
20.00	5493.	2580.	136.	7938.	3912.
20.50	5691.	2592.	139.	8144.	4018.
21.00	5890.	2604.	143.	8351.	4125.
21.50	6093.	2616.	146.	8563.	4234.
22.00	6316.	2773.	149.	8940.	4418.
22.50	6542.	2931.	153.	9320.	4604.
23.00	6768.	3088.	156.	9700.	4791.
23.50	6994.	3245.	159.	10080.	4977.
24.00	7220.	3402.	163.	10460.	5163.
24.50	7447.	3560.	166.	10840.	5349.
25.00	7673.	3717.	170.	11220.	5535.
25.50	7899.	3729.	173.	11455.	5656.
26.00	8125.	3741.	176.	11689.	5777.
26.50	8351.	3753.	180.	11924.	5898.
27.00	8578.	3764.	183.	12159.	6019.
27.50	8804.	3776.	187.	12393.	6140.
28.00	9030.	3788.	190.	12628.	6261.
28.50	9256.	3800.	193.	12863.	6382.
29.00	9482.	3812.	197.	13097.	6503.
29.50	9709.	3824.	200.	13332.	6624.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	50 di 65

pag. / 12

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 4b VI03 stratigrafia 2
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	9935.	3836.	204.	13567.	6745.
30.50	10161.	3848.	207.	13802.	6866.
31.00	10387.	3859.	210.	14036.	6987.
31.50	10613.	3871.	214.	14271.	7108.
32.00	10839.	3932.	217.	14555.	7251.
32.50	11066.	3993.	221.	14838.	7394.
33.00	11292.	4054.	224.	15122.	7537.
33.50	11518.	4115.	227.	15406.	7680.
34.00	11744.	4176.	231.	15689.	7823.
34.50	11970.	4237.	234.	15973.	7966.
35.00	12197.	4298.	238.	16257.	8109.
35.50	12423.	4298.	241.	16480.	8225.
36.00	12649.	4298.	244.	16702.	8340.
36.50	12875.	4298.	248.	16925.	8456.
37.00	13101.	4298.	251.	17148.	8572.
37.50	13328.	4298.	254.	17371.	8687.
38.00	13554.	4298.	258.	17594.	8803.
38.50	13780.	4298.	261.	17816.	8919.
39.00	14006.	4298.	265.	18039.	9034.
39.50	14232.	4298.	268.	18262.	9150.
40.00	14459.	4298.	271.	18485.	9266.
40.50	14685.	4298.	275.	18708.	9381.
41.00	14911.	4298.	278.	18930.	9497.
41.50	15137.	4298.	282.	19153.	9613.
42.00	15363.	4298.	285.	19376.	9728.
42.50	15590.	4298.	288.	19599.	9844.
43.00	15816.	4298.	292.	19822.	9960.
43.50	16042.	4298.	295.	20044.	10075.
44.00	16268.	4298.	299.	20267.	10191.
44.50	16494.	4298.	302.	20490.	10306.
45.00	16721.	4298.	305.	20713.	10422.
45.50	16947.	4298.	309.	20936.	10538.
46.00	17173.	4298.	312.	21159.	10653.
46.50	17399.	4298.	316.	21381.	10769.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q11 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q11/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	51 di 65

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

6.1 Pali Spalle D=1500 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1500

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*m ²

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
.000	22400.00
10.000	42000.00
10.100	49000.00
13.000	49000.00
13.100	56000.00
23.000	56000.00
23.100	84000.00
33.000	84000.00
33.100	98000.00
48.000	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	22400.000 kN/m ²
Gradiente del modulo	Kh	=	1960.000 kN/m ³

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	5.200 m
R = Eo/(Kh*T)		=	2.198
Zmax = Lp/T		=	4.807

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	.6981
As = By =	.6364
Bs =	1.1066

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$ $\alpha = 2.9906 m$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	52 di 65

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\text{Taglio: } F = A_v F_o + B_v M_o/T$$

$$\text{Momento: } M = A_m F_o T + B_m M_o$$

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1500

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7532
1.563	.5365
2.344	.3503
3.125	.1939
3.906	.0663
4.688	-.0345
5.469	-.1110
6.250	-.1659
7.500	-.2156
8.750	-.2293
10.000	-.2180
11.250	-.1911
12.500	-.1559
14.583	-.0955
16.667	-.0479
18.750	-.0179
21.875	-.0006
25.000	.0000

$$\text{Momento: } M(z) = M_o * Mad(z)$$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	A _v	A _m	B _v	B _m
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.150	.7791	.1334	-.1883	.9851
.300	.5749	.2347	-.3406	.9446
.451	.3942	.3070	-.4531	.8842
.601	.2377	.3542	-.5303	.8098
.751	.1048	.3794	-.5770	.7261
.901	-.0047	.3864	-.5963	.6374
1.052	-.0908	.3788	-.5928	.5477
1.202	-.1598	.3600	-.5686	.4600
1.442	-.2203	.3135	-.5088	.3295
1.683	-.2458	.2564	-.4269	.2166
1.923	-.2424	.1970	-.3383	.1246
2.163	-.2173	.1412	-.2446	.0545
2.404	-.1780	.0932	-.1566	.0061
2.804	-.1114	.0344	-.0557	-.0358
3.205	-.0522	.0025	.0062	-.0435
3.605	-.0108	-.0095	.0330	-.0344
4.206	.0124	-.0068	.0329	-.0123



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	53 di 65

4.807 .0000 .0000 .0000 .0000

6.2 Pali Spalle D=1500 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1500

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	22400.00
10.000	42000.00
10.100	49000.00
13.000	49000.00
13.100	56000.00
23.000	56000.00
23.100	84000.00
33.000	84000.00
33.100	98000.00
48.000	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	22400.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	1960.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	5.200 m
$R = Eo / (Kh * T)$		=	2.198
$Z_{max} = Lp / T$		=	6.730

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	.6977
As = By =	.6350
Bs =	1.1046

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo$	$= - \alpha * Fo$	$\alpha = 2.9899 m$
-------------------------	-------------------	---------------------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	54 di 65

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\text{Taglio: } F = A_v F_o + B_v M_o/T$$

$$\text{Momento: } M = A_m F_o T + B_m M_o$$

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1500

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6630
2.188	.3852
3.281	.1663
4.375	.0028
5.469	-.1112
6.563	-.1829
7.656	-.2201
8.750	-.2308
10.500	-.2101
12.250	-.1638
14.000	-.1117
15.750	-.0660
17.500	-.0317
20.417	.0003
23.333	.0107
26.250	.0090
30.625	.0023
35.000	.0000

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

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	A _v	A _m	B _v	B _m
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.210	.6941	.1771	-.2548	.9710
.421	.4303	.2942	-.4323	.8969
.631	.2099	.3602	-.5411	.7928
.841	.0377	.3850	-.5904	.6723
1.052	-.0892	.3784	-.5918	.5469
1.262	-.1745	.3497	-.5575	.4253
1.472	-.2243	.3069	-.4993	.3137
1.683	-.2457	.2569	-.4217	.2160
2.019	-.2345	.1742	-.3007	.0928
2.356	-.1903	.1019	-.1789	.0135
2.692	-.1325	.0473	-.0819	-.0294
3.029	-.0794	.0122	-.0183	-.0448
3.365	-.0365	-.0072	.0176	-.0442
3.926	-.0016	-.0164	.0320	-.0282
4.487	.0107	-.0126	.0246	-.0113
5.048	.0099	-.0061	.0099	-.0016
5.889	.0030	-.0006	-.0005	.0013
6.730	.0000	.0000	.0000	.0000



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	55 di 65

6.3 Pali Pile D=1200 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1200

Lunghezza palo	Lp	=	25.00 m
Diametro palo	D	=	1.20 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	3053629.00 kN*m ²

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
.000	22400.00
8.500	42000.00
8.510	49000.00
11.500	49000.00
11.510	56000.00
21.500	56000.00
21.510	84000.00
31.500	84000.00
31.510	98000.00
46.500	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	22400.000 kN/m ²
Gradiente del modulo	Kh	=	2305.882 kN/m ³

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	4.211 m
$R = Eo/(Kh*T)$		=	2.307
$Z_{max} = Lp/T$		=	5.937

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	.6766
As = By =	.6220
Bs =	1.0943

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$ $\alpha = 2.3935 m$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = Av Fo + Bv Mo/T$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	56 di 65

Momento: $M = A_m F_o T + B_m M_o$

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1200

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.6966
1.563	.4407
2.344	.2318
3.125	.0682
3.906	-.0540
4.688	-.1394
5.469	-.1935
6.250	-.2218
7.500	-.2266
8.750	-.2000
10.000	-.1573
11.250	-.1114
12.500	-.0701
14.583	-.0217
16.667	.0019
18.750	.0088
21.875	.0049
25.000	.0000

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

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.186	.7237	.1592	-.2340	.9767
.371	.4810	.2701	-.4058	.9159
.557	.2744	.3393	-.5188	.8289
.742	.1058	.3737	-.5815	.7257
.928	-.0257	.3803	-.6016	.6151
1.113	-.1226	.3658	-.5880	.5041
1.299	-.1882	.3363	-.5490	.3981
1.484	-.2288	.2972	-.4885	.3011
1.781	-.2448	.2255	-.3863	.1701
2.078	-.2246	.1546	-.2730	.0719
2.375	-.1812	.0939	-.1651	.0079
2.672	-.1334	.0473	-.0851	-.0282
2.968	-.0822	.0148	-.0226	-.0440
3.463	-.0278	-.0114	.0224	-.0417
3.958	.0016	-.0163	.0312	-.0268
4.453	.0115	-.0123	.0227	-.0128
5.195	.0091	-.0035	.0076	-.0013
5.937	.0000	.0000	.0000	.0000

6.4 Pali Pile D=1200 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1200

Lunghezza palo	Lp	=	35.00 m
Diametro palo	D	=	1.20 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	3053629.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	22400.00
8.500	42000.00
8.510	49000.00
11.500	49000.00
11.510	56000.00
21.500	56000.00
21.510	84000.00
31.500	84000.00
31.510	98000.00
46.500	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	22400.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	2305.882 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	4.211 m
$R = Eo / (Kh * T)$		=	2.307
$Zmax = Lp / T$		=	8.311

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	.6758
As = By =	.6203
Bs =	1.0922

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$	$\alpha = 2.3918 m$
---	---------------------

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	58 di 65

Coeff. di Matlock e Reese-palo lotto 4b VI03 D=1200

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.5882
2.188	.2695
3.281	.0401
4.375	-.1097
5.469	-.1937
6.563	-.2272
7.656	-.2252
8.750	-.2010
10.500	-.1394
12.250	-.0780
14.000	-.0326
15.750	-.0057
17.500	.0068
20.417	.0093
23.333	.0047
26.250	.0009
30.625	-.0003
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
.260	.6229	.2086	-.3097	.9555
.519	.3137	.3279	-.4994	.8468
.779	.0776	.3763	-.5873	.7027
1.039	-.0868	.3729	-.5956	.5469
1.299	-.1870	.3354	-.5481	.3969
1.558	-.2348	.2792	-.4671	.2643
1.818	-.2430	.2161	-.3717	.1552
2.078	-.2212	.1546	-.2647	.0713
2.493	-.1613	.0738	-.1292	-.0095
2.909	-.0956	.0206	-.0372	-.0418
3.325	-.0412	-.0067	.0138	-.0444
3.740	-.0086	-.0160	.0307	-.0338
4.156	.0075	-.0156	.0291	-.0207
4.848	.0114	-.0079	.0163	-.0046
5.541	.0059	-.0016	.0034	.0019
6.234	.0011	.0006	-.0014	.0020
7.272	-.0005	.0004	-.0010	.0003
8.311	.0000	.0000	.0000	.0000



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	59 di 65

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 4b
SPalle VI03

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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	60 di 65

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 ²
.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 ²	Itx	Ridx	EJy kN*m ²	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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	61 di 65

pag. / 4

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 4b
SPalle VI03

CONDIZIONE DI CARICO 1
VI03 - 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	31677.0	5992.0	21212.0	1734.0	10334.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31677.0	5992.0	21212.0	1734.0	10334.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .670 m Yv = .326 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.346	4.808	.201	1.456	.080	.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	5415.6	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
2	4877.0	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
3	4338.5	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
4	4058.2	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
5	3519.7	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
6	2981.1	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
7	2700.8	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
8	2162.3	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7
9	1623.8	665.8	-1715.2	192.7	-467.4	.0	1777.7

Mris = (Mxp² + Myp²)^{0.5}

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	62 di 65

pag. / 5

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 4b
SPalle VI03

CONDIZIONE DI CARICO 2
VI03 - 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	29810.0	11229.0	50258.0	1734.0	10331.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29810.0	11229.0	50258.0	1734.0	10331.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 1.686 m Yv = .347 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.208	9.172	.431	1.456	.080	.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	6759.3	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
2	6220.9	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
3	5682.4	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
4	3850.7	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
5	3312.2	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
6	2773.8	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
7	942.0	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
8	403.6	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
9	-134.9	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3

Mris = (Mxp² + Myp²)^{0.5}

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	63 di 65

pag. / 6

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 4b
SPalle VI03

CONDIZIONE DI CARICO 3
VI03 - 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	29810.0	5992.0	20369.0	5606.0	32893.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29810.0	5992.0	20369.0	5606.0	32893.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .683 m Yv = 1.103 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.208	4.795	.197	4.699	.255	.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	6363.4	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
2	4640.3	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
3	2917.2	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
4	5035.4	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
5	3312.2	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
6	1589.1	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
7	3707.3	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
8	1984.1	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
9	261.0	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6

Mris = (Mxp² + Myp²)^{0.5}

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	64 di 65

pag. / 7

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 4b
SPalle VI03

CONDIZIONE DI CARICO 4
VI03 - 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	29810.0	5992.0	20369.0	5606.0	32893.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29810.0	5992.0	20369.0	5606.0	32893.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .683 m Yv = 1.103 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.208	4.795	.197	4.699	.255	.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	6363.4	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
2	4640.3	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
3	2917.2	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
4	5035.4	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
5	3312.2	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
6	1589.1	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
7	3707.3	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
8	1984.1	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6
9	261.0	665.8	-1721.0	622.9	-1514.6	.0	2292.6

Mris = (Mxp² + Myp²)^{0.5}

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 RB	VI0303 002	A	65 di 65

pag. / 8

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 4b
SPalle VI03

CONDIZIONE DI CARICO 5
VI03 - 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	29810.0	11229.0	50258.0	1734.0	10331.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29810.0	11229.0	50258.0	1734.0	10331.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 1.686 m Yv = .347 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.208	9.172	.431	1.456	.080	.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	6759.3	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
2	6220.9	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
3	5682.4	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
4	3850.7	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
5	3312.2	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
6	2773.8	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
7	942.0	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
8	403.6	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3
9	-134.9	1247.7	-3141.7	192.7	-467.4	.0	3176.3

Mris = (Mxp² + Myp²)^{0.5}