

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA

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

#### PROGETTO DEFINITIVO

#### TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario - Ltot=800 m

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 09 RH VI1503 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. autorizzante	Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Novembre 2019	M.E. D'Effremo	Novembre 2019	F.Sparacino	Novembre 2019	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A/20783	11/11/2019

## INDICE

1.	PREMESSA .....	4
2.	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	6
3.1	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	6
3.2	STRATIGRAFIA .....	6
3.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	7
3.4	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	7
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE .....	9
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	9
	4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....	9
	4.1.2 Calcolo della capacità portante .....	10
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO.....	18
4.3	MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO.....	18
4.4	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI SINGOLO PALO .....	20
4.5	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI .....	21
4.6	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE GRUPPO DI PALI .....	21
4.7	STIMA CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI.....	22
5.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	24
5.1	STRATIGRAFIA 1 (SPALLA A E PILA 1, 2, 3) - COMPRESSIONE. PALO D=1500 MM .....	24
5.2	STRATIGRAFIA 2 (DA PILA 4 A SPALLA B) - COMPRESSIONE. PALO D=1500 MM .....	30
5.3	STRATIGRAFIA 1 (SPALLA A E PILA 1, 2, 3) - TRAZIONE. PALO D=1500 MM .....	36
5.4	STRATIGRAFIA 2 (DA PILA 4 A SPALLA B) - TRAZIONE. PALO D=1500 MM .....	42




NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	3 di 49

6. APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR.....	48
6.1 D=1500 MM, L=30 M.....	48

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1503 002	REV. A	FOGLIO 4 di 49


## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni da pila P18 a spalla B del Viadotto VI15 nell'ambito del Progetto Definitivo lotto 5 della tratta denominata Dittaino – Catenanuova relativa al Nuovo Collegamento ferroviario Palermo-Catania. Il dimensionamento delle altre palificate (da spalla A a pila P17) è nel documento [DC3].

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);
- verifica capacità portante ai carichi verticali del singolo palo;
- verifica a carico limite orizzontale dei pali;
- verifica capacità portante gruppo di pali;
- stima dei cedimenti delle fondazioni.

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  PROGETTO DEFINITIVO					
VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1503 002	REV. A	FOGLIO 5 di 49

## 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]. RS0L 00 D78 RH GE0005 001B - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica generale.
- [DC2]. Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale geotecnico.
- [DC3]. RS3E 50 D 09 RB VI1503 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 1/2.
- [DC4]. RS3E 50 D 09 RB VI0000 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde.

### 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+775.844 e km 6+574.161. Le indagini più prossime all'opera sono le seguenti:

INDAGINI IN SITO									
Sondaggi / pozzetti	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni litoidi	N. prove SPT	n. prove Lefranc / Lugeon	n. prove pressiometriche	Piezometro TA; CC
D18	30.0	170.4	3	6	-	4	2	-	TA[3÷10]
D19	30.0	171.4	3	12	-	7	1	1	CC [25]
S6	40.0	171.9	2	7	-	7	2	-	TA[1÷15]
TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]									
CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]									

Inoltre è disponibile l'indagine sismica MASW S6, MASW-VI07.

Le letture piezometriche nell'area hanno rilevato un livello massimo di falda a 5 m di profondità da p.c., a quota +166 m s.l.m. (D19), +165 m s.l.m. (D18), +166 m s.l.m. (S6).

#### 3.2 Stratigrafia

In accordo a quanto riportato anche negli elaborati geologici (planimetria e profilo) si definiscono le seguenti stratigrafie per le opere in progetto.

STRATIGRAFIA 1	Spalla A e Pila 1-2-3	
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
b2	Limi argilloso sabbiosi Depositi eluvio colluviali	0.0÷2.0
TRV	Argilla marnosa Formazione Terravecchia	2.0÷40.0
FALDA: +173.0 m s.l.m.		

STRATIGRAFIA 2	Da Pila 4 a spalla B	
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
bbc	Alluvioni recenti coesive	0.0÷10.5
bbc (**)	Alluvioni recenti coesive	10.5÷11.0
TRV	Argilla marnosa Formazione Terravecchia	11.0÷40.0
FALDA: da +166.5 m s.l.m. (**) Presenza di blocchi arenacei decimetrici		

### 3.3 Categoria di sottosuolo

La categoria di sottosuolo definita dalle indagini è E/C. Infatti l'indagine sismica Masw-VI07 fornisce categoria di sottosuolo di tipo E, mentre l'indagine sismica Masw S6 fornisce categoria di sottosuolo di tipo C.

### 3.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

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

Tabella 1 – VI15 – Parametri geotecnici

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$V_s$ [m/s]	$G_o$ [MPa]	$E_o$ [MPa]	$E'_{op,1}$ [MPa]	$E'_{op,2}$ [MPa]
b2	19.0	50	0	25	-	-	200	$E_o / 3$	$E_o / 10$
bbc	19.5	100	0	25	100÷280	20÷150	50÷400	$E_o / 3$	$E_o / 10$
TRV	20.5	100÷150 (11<z<25m) 250÷350 (z>25m)	5	24	400÷1000(*)	300÷400	500÷1000	$E_o / 3$	$E_o / 10$

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

$V_s$  = velocità delle onde di taglio

$G_0$  = modulo di deformazione a taglio iniziale, ovvero a piccole deformazioni

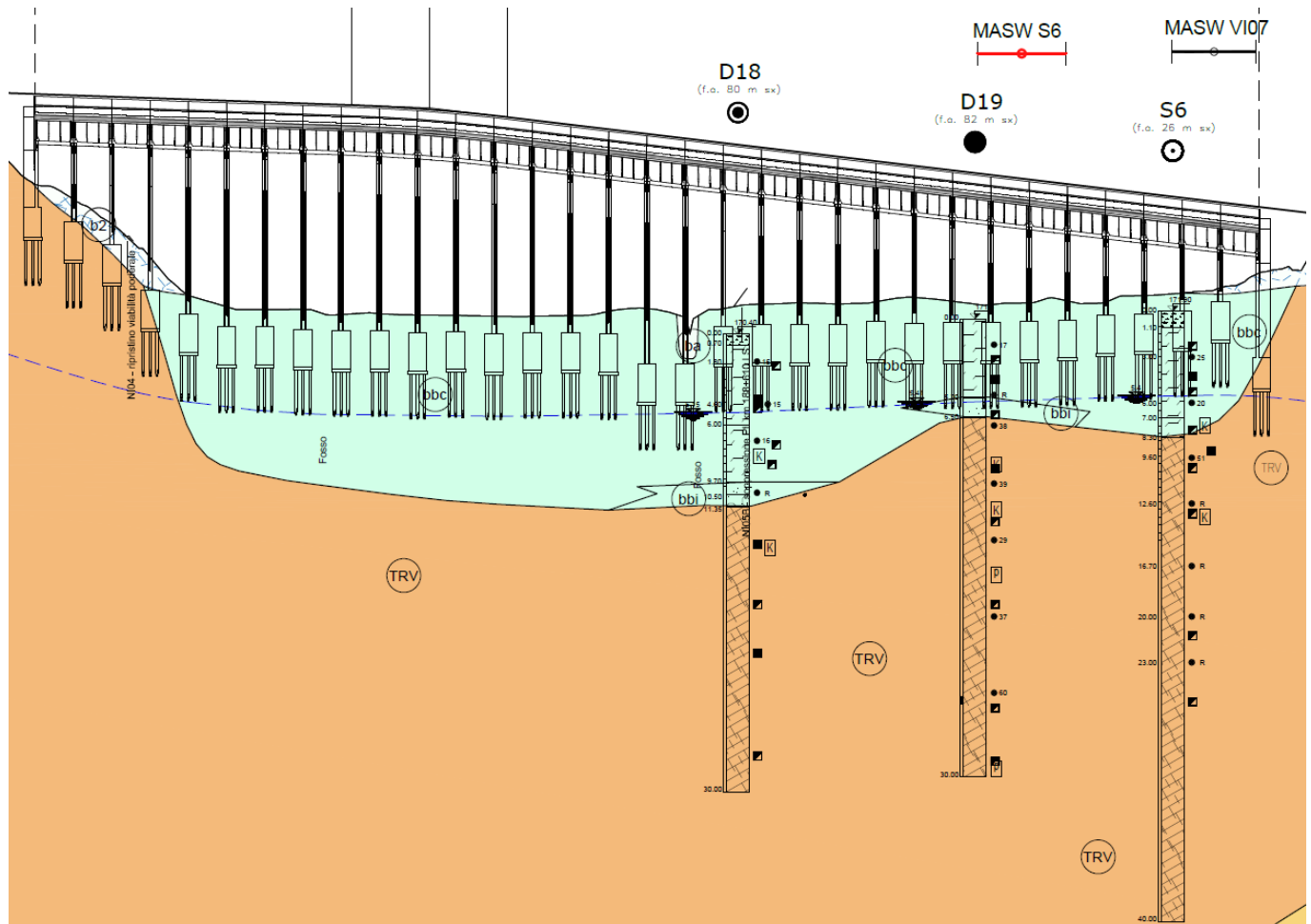
$E_0$  = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

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

$E'_{op,2}$  = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.

(\*) da prove sismiche MASW.

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo geotecnico:





#### 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. [DC4]) 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 – VI15 spalla A e pila 1, 2, 3 – Parametri geotecnici (stratigrafia 1)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cu [kPa]	$\phi'$ [°]	qb [kPa]
da 0.0 a 2.0	b2	19.0	50	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 2.0 a 40.0	TRV	21.0	100÷150 (z<25m) 250÷350 (z>25m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

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 3 – VI15 da pila 4 a spalla B – Parametri geotecnici (stratigrafia 2)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cu [kPa]	$\phi'$ [°]	qb [kPa]
da 0.0 a 11.0	bbc	19.0	100	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 11.0 a 40.0	TRV	21.0	100÷150 (z<25m) 250÷350 (z>25m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

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

#### 4.1.2 Calcolo della capacità portante

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

- N. 3 verticali di indagine, da cui  $\xi_3 = 1.60$ .
- $F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ( $=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.84$ ).
- $F_{SL}$  = 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.

Inoltre si è considerato cautelativamente:

- testa palo a 2.5 m di profondità da p.c.;
- falda a 2.5 m da p.c.

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

Tabella 4– VI15 spalla A e pila 1, 2, 3 – Capacità portante palo  $D=1500$  mm - A1+M1+R3 compressione (stratigrafia 1)

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacità portante palo  $D=1500$  mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q <sub>l1</sub> kN	Q <sub>b1</sub> kN	W <sub>p</sub> kN	Q <sub>u</sub> kN	Q <sub>d</sub> kN
.00	0.	987.	0.	987.	457.
.50	108.	1101.	4.	1204.	564.
1.00	218.	1215.	9.	1425.	672.
1.50	331.	1330.	13.	1647.	782.
2.00	445.	1444.	18.	1872.	893.
2.50	563.	1558.	22.	2099.	1005.
3.00	682.	1673.	27.	2328.	1119.
3.50	804.	1787.	31.	2560.	1233.
4.00	928.	1902.	35.	2794.	1349.
4.50	1054.	2016.	40.	3031.	1467.
5.00	1183.	2052.	44.	3191.	1549.
5.50	1314.	2088.	49.	3353.	1632.
6.00	1447.	2124.	53.	3518.	1717.
6.50	1583.	2159.	57.	3685.	1803.

7.00	1721.	2195.	62.	3855.	1890.
7.50	1862.	2231.	66.	4026.	1978.
8.00	2004.	2267.	71.	4200.	2068.
8.50	2149.	2303.	75.	4377.	2159.
9.00	2296.	2339.	80.	4556.	2251.
9.50	2446.	2374.	84.	4737.	2345.
10.00	2598.	2410.	88.	4920.	2440.
10.50	2752.	2446.	93.	5106.	2536.
11.00	2909.	2482.	97.	5294.	2633.
11.50	3068.	2518.	102.	5484.	2731.
12.00	3229.	2554.	106.	5677.	2831.
12.50	3393.	2589.	110.	5872.	2932.
13.00	3558.	2625.	115.	6069.	3035.
13.50	3727.	2661.	119.	6269.	3138.
14.00	3897.	2697.	124.	6470.	3243.
14.50	4070.	2733.	128.	6675.	3349.
15.00	4245.	2769.	133.	6881.	3456.
15.50	4423.	2805.	137.	7090.	3565.
16.00	4602.	2840.	141.	7301.	3675.
16.50	4785.	2876.	146.	7515.	3786.
17.00	4969.	2912.	150.	7731.	3898.
17.50	5156.	2948.	155.	7949.	4012.
18.00	5345.	2984.	159.	8169.	4127.
18.50	5536.	3020.	163.	8392.	4243.
19.00	5730.	3055.	168.	8617.	4361.
19.50	5926.	3091.	172.	8845.	4479.
20.00	6124.	3127.	177.	9075.	4599.
20.50	6325.	3163.	181.	9307.	4721.
21.00	6528.	3199.	186.	9541.	4843.
21.50	6733.	3235.	190.	9778.	4967.
22.00	6941.	3270.	194.	10017.	5092.
22.50	7160.	3306.	199.	10267.	5223.
23.00	7434.	3555.	203.	10785.	5482.
23.50	7716.	3803.	208.	11312.	5747.
24.00	7999.	4051.	212.	11838.	6011.
24.50	8282.	4299.	216.	12365.	6275.
25.00	8565.	4548.	221.	12891.	6539.
25.50	8847.	4796.	225.	13418.	6803.
26.00	9130.	5044.	230.	13945.	7068.
26.50	9413.	5293.	234.	14471.	7332.
27.00	9696.	5541.	239.	14998.	7596.
27.50	9978.	5612.	243.	15348.	7778.
28.00	10261.	5684.	247.	15698.	7961.
28.50	10544.	5756.	252.	16048.	8143.
29.00	10827.	5827.	256.	16397.	8325.
29.50	11109.	5899.	261.	16747.	8508.
30.00	11392.	5970.	265.	17097.	8690.
30.50	11675.	6042.	269.	17447.	8873.
31.00	11957.	6113.	274.	17797.	9055.
31.50	12240.	6185.	278.	18147.	9237.
32.00	12523.	6257.	283.	18497.	9420.
32.50	12806.	6328.	287.	18847.	9602.
33.00	13088.	6400.	292.	19197.	9785.
33.50	13371.	6471.	296.	19546.	9967.
34.00	13654.	6543.	300.	19896.	10149.
34.50	13937.	6614.	305.	20246.	10332.
35.00	14219.	6686.	309.	20596.	10514.
35.50	14502.	6758.	314.	20946.	10696.
36.00	14785.	6829.	318.	21296.	10879.
36.50	15068.	6901.	323.	21646.	11061.
37.00	15350.	6972.	327.	21996.	11244.
37.50	15633.	7044.	331.	22346.	11426.

Ip = 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 =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 5 – VI15 da pila 4 a spalla B – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 compressione (stratigrafia 2)**

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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.	1674.	0.	1674.	775.
.50	64.	1691.	4.	1751.	814.
1.00	135.	1708.	9.	1834.	855.
1.50	211.	1725.	13.	1922.	900.
2.00	293.	1742.	18.	2017.	948.
2.50	381.	1758.	22.	2117.	999.
3.00	474.	1775.	27.	2222.	1053.
3.50	568.	1792.	31.	2329.	1107.
4.00	662.	1809.	35.	2436.	1162.
4.50	756.	1825.	40.	2542.	1216.
5.00	851.	1842.	44.	2649.	1271.
5.50	945.	1859.	49.	2755.	1326.
6.00	1039.	1876.	53.	2862.	1380.
6.50	1133.	1893.	57.	2969.	1435.
7.00	1228.	1909.	62.	3075.	1489.
7.50	1322.	1926.	66.	3182.	1544.
8.00	1416.	1943.	71.	3288.	1599.
8.50	1514.	1960.	75.	3399.	1655.
9.00	1635.	2007.	80.	3563.	1738.
9.50	1763.	2054.	84.	3733.	1825.
10.00	1894.	2101.	88.	3907.	1914.
10.50	2028.	2148.	93.	4083.	2004.
11.00	2165.	2195.	97.	4262.	2095.
11.50	2305.	2241.	102.	4445.	2189.
12.00	2448.	2288.	106.	4630.	2284.
12.50	2593.	2335.	110.	4818.	2380.
13.00	2742.	2382.	115.	5010.	2478.
13.50	2894.	2429.	119.	5204.	2578.
14.00	3049.	2476.	124.	5401.	2680.
14.50	3207.	2523.	128.	5602.	2783.
15.00	3367.	2570.	133.	5805.	2887.
15.50	3531.	2617.	137.	6011.	2994.
16.00	3698.	2664.	141.	6220.	3102.
16.50	3867.	2711.	146.	6432.	3211.
17.00	4040.	2758.	150.	6648.	3322.
17.50	4215.	2805.	155.	6866.	3435.
18.00	4394.	2852.	159.	7087.	3549.
18.50	4576.	2899.	163.	7311.	3665.
19.00	4760.	2946.	168.	7538.	3783.
19.50	4948.	2993.	172.	7768.	3902.
20.00	5138.	3040.	177.	8001.	4023.
20.50	5332.	3087.	181.	8237.	4145.
21.00	5528.	3134.	186.	8476.	4270.
21.50	5727.	3181.	190.	8718.	4395.
22.00	5930.	3228.	194.	8963.	4523.
22.50	6145.	3275.	199.	9220.	4657.
23.00	6418.	3523.	203.	9738.	4916.
23.50	6701.	3771.	208.	10264.	5180.
24.00	6983.	4019.	212.	10791.	5444.
24.50	7266.	4268.	216.	11317.	5708.
25.00	7549.	4516.	221.	11844.	5972.
25.50	7832.	4764.	225.	12371.	6237.
26.00	8114.	5013.	230.	12897.	6501.
26.50	8397.	5261.	234.	13424.	6765.
27.00	8680.	5509.	239.	13950.	7029.
27.50	8963.	5581.	243.	14300.	7212.
28.00	9245.	5652.	247.	14650.	7394.
28.50	9528.	5724.	252.	15000.	7576.
29.00	9811.	5795.	256.	15350.	7759.
29.50	10094.	5867.	261.	15700.	7941.

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	13 di 49

30.00	10376.	5938.	265.	16050.	8124.
30.50	10659.	6010.	269.	16400.	8306.
31.00	10942.	6082.	274.	16750.	8488.
31.50	11225.	6153.	278.	17099.	8671.
32.00	11507.	6225.	283.	17449.	8853.
32.50	11790.	6296.	287.	17799.	9035.
33.00	12073.	6368.	292.	18149.	9218.
33.50	12356.	6439.	296.	18499.	9400.
34.00	12638.	6511.	300.	18849.	9583.
34.50	12921.	6583.	305.	19199.	9765.
35.00	13204.	6654.	309.	19549.	9947.
35.50	13487.	6726.	314.	19899.	10130.
36.00	13769.	6797.	318.	20249.	10312.
36.50	14052.	6869.	323.	20598.	10495.
37.00	14335.	6940.	327.	20948.	10677.
37.50	14618.	7012.	331.	21298.	10859.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Q1l = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Q1l/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

**Tabella 6– VI15 spalla A e pila 1, 2, 3 – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 trazione (stratigrafia 1)**

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	108.	0.	-13.	121.	67.
1.00	218.	0.	-27.	245.	136.
1.50	331.	0.	-40.	370.	205.
2.00	445.	0.	-53.	498.	276.
2.50	563.	0.	-66.	629.	348.
3.00	682.	0.	-80.	761.	421.
3.50	804.	0.	-93.	897.	495.
4.00	928.	0.	-106.	1034.	570.
4.50	1054.	0.	-119.	1174.	646.
5.00	1183.	0.	-133.	1316.	724.
5.50	1314.	0.	-146.	1460.	803.
6.00	1447.	0.	-159.	1607.	883.
6.50	1583.	0.	-172.	1755.	964.
7.00	1721.	0.	-186.	1907.	1046.
7.50	1862.	0.	-199.	2060.	1130.
8.00	2004.	0.	-212.	2216.	1214.
8.50	2149.	0.	-225.	2374.	1300.
9.00	2296.	0.	-239.	2535.	1387.
9.50	2446.	0.	-252.	2698.	1475.
10.00	2598.	0.	-265.	2863.	1564.
10.50	2752.	0.	-278.	3031.	1654.
11.00	2909.	0.	-292.	3200.	1746.
11.50	3068.	0.	-305.	3373.	1839.
12.00	3229.	0.	-318.	3547.	1933.
12.50	3393.	0.	-331.	3724.	2028.
13.00	3558.	0.	-345.	3903.	2124.
13.50	3727.	0.	-358.	4085.	2221.
14.00	3897.	0.	-371.	4268.	2320.
14.50	4070.	0.	-384.	4454.	2419.
15.00	4245.	0.	-398.	4643.	2520.
15.50	4423.	0.	-411.	4833.	2622.
16.00	4602.	0.	-424.	5027.	2725.
16.50	4785.	0.	-437.	5222.	2830.
17.00	4969.	0.	-451.	5420.	2935.
17.50	5156.	0.	-464.	5620.	3042.

18.00	5345.	0.	-477.	5822.	3150.
18.50	5536.	0.	-490.	6027.	3258.
19.00	5730.	0.	-504.	6234.	3369.
19.50	5926.	0.	-517.	6443.	3480.
20.00	6124.	0.	-530.	6654.	3592.
20.50	6325.	0.	-543.	6868.	3706.
21.00	6528.	0.	-557.	7085.	3821.
21.50	6733.	0.	-570.	7303.	3937.
22.00	6941.	0.	-583.	7524.	4054.
22.50	7160.	0.	-596.	7756.	4176.
23.00	7434.	0.	-610.	8043.	4326.
23.50	7716.	0.	-623.	8339.	4481.
24.00	7999.	0.	-636.	8635.	4636.
24.50	8282.	0.	-649.	8931.	4790.
25.00	8565.	0.	-663.	9227.	4945.
25.50	8847.	0.	-676.	9523.	5100.
26.00	9130.	0.	-689.	9819.	5254.
26.50	9413.	0.	-702.	10115.	5409.
27.00	9696.	0.	-716.	10411.	5563.
27.50	9978.	0.	-729.	10707.	5718.
28.00	10261.	0.	-742.	11003.	5873.
28.50	10544.	0.	-755.	11299.	6027.
29.00	10827.	0.	-769.	11595.	6182.
29.50	11109.	0.	-782.	11891.	6337.
30.00	11392.	0.	-795.	12187.	6491.
30.50	11675.	0.	-808.	12483.	6646.
31.00	11957.	0.	-822.	12779.	6800.
31.50	12240.	0.	-835.	13075.	6955.
32.00	12523.	0.	-848.	13371.	7110.
32.50	12806.	0.	-861.	13667.	7264.
33.00	13088.	0.	-875.	13963.	7419.
33.50	13371.	0.	-888.	14259.	7574.
34.00	13654.	0.	-901.	14555.	7728.
34.50	13937.	0.	-914.	14851.	7883.
35.00	14219.	0.	-928.	15147.	8037.
35.50	14502.	0.	-941.	15443.	8192.
36.00	14785.	0.	-954.	15739.	8347.
36.50	15068.	0.	-968.	16035.	8501.
37.00	15350.	0.	-981.	16331.	8656.
37.50	15633.	0.	-994.	16627.	8811.

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

**Tabella 7 – VI15 da pila 4 a spalla B – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 trazione (stratigrafia 2)**

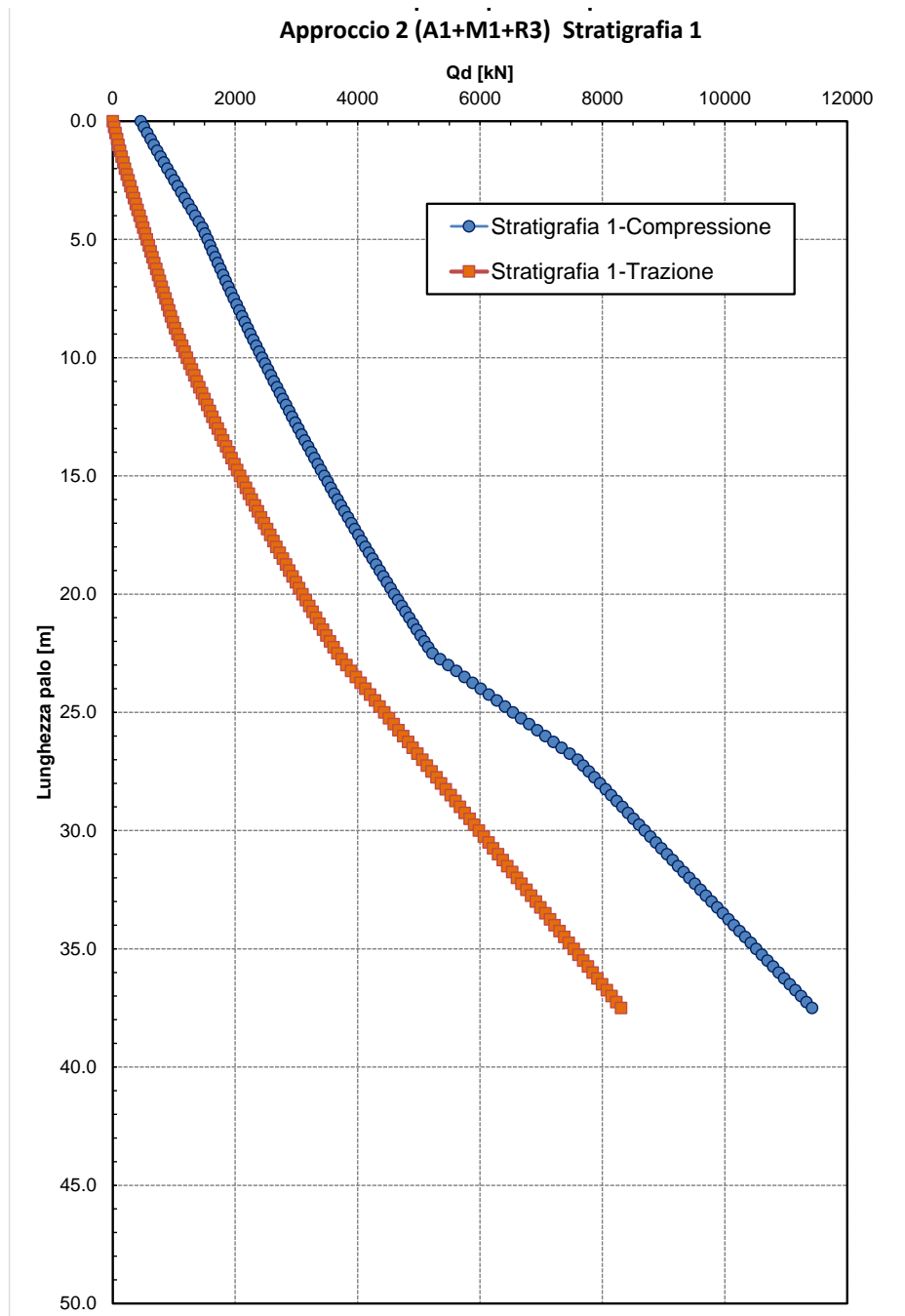
LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	64.	0.	-13.	78.	45.
1.00	135.	0.	-27.	161.	94.
1.50	211.	0.	-40.	251.	145.
2.00	293.	0.	-53.	346.	199.
2.50	381.	0.	-66.	447.	257.
3.00	474.	0.	-80.	553.	316.
3.50	568.	0.	-93.	661.	377.
4.00	662.	0.	-106.	768.	437.
4.50	756.	0.	-119.	876.	498.
5.00	851.	0.	-133.	983.	558.
5.50	945.	0.	-146.	1091.	618.

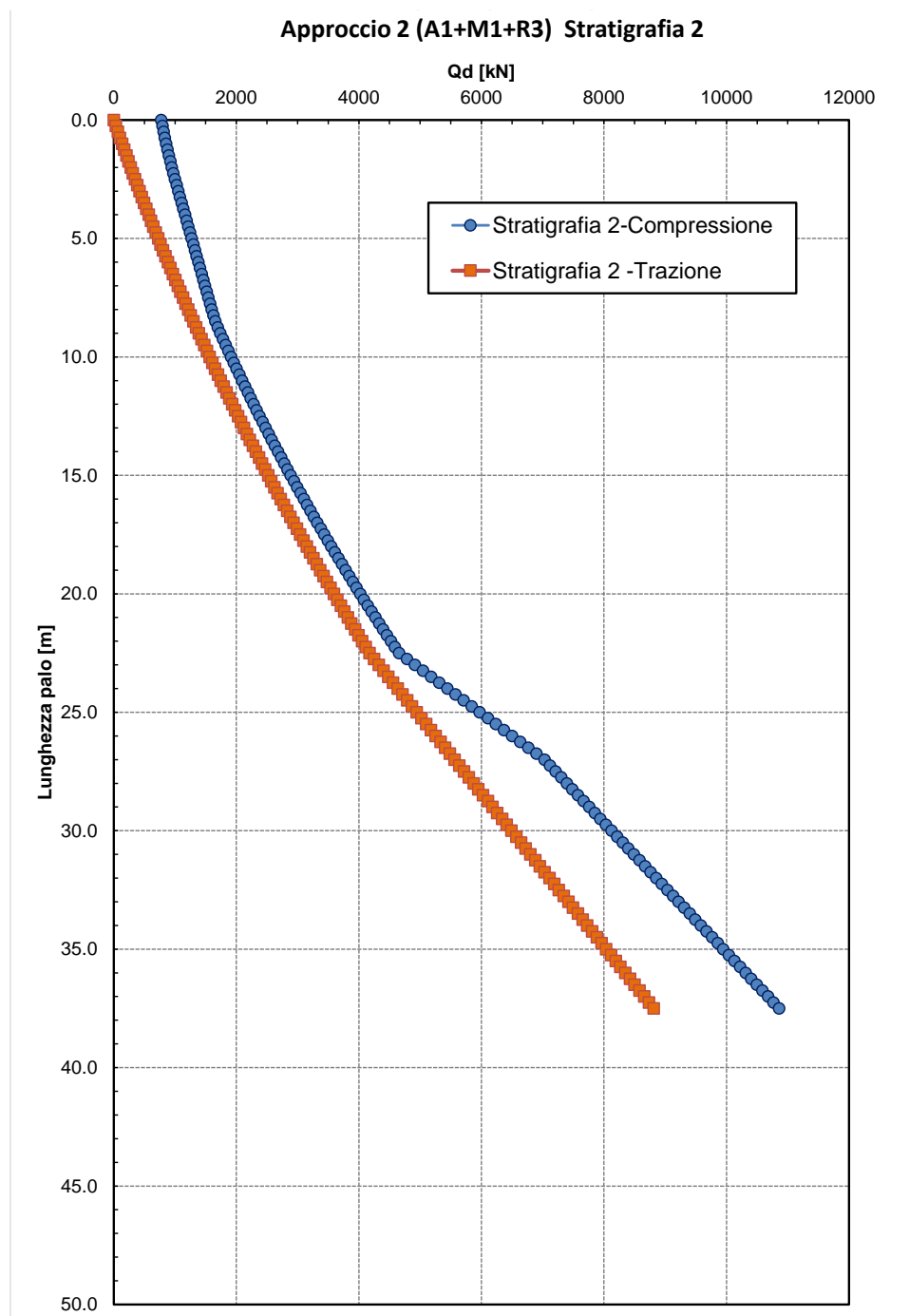
6.00	1039.	0.	-159.	1198.	679.
6.50	1133.	0.	-172.	1306.	739.
7.00	1228.	0.	-186.	1413.	799.
7.50	1322.	0.	-199.	1521.	860.
8.00	1416.	0.	-212.	1628.	920.
8.50	1514.	0.	-225.	1739.	982.
9.00	1635.	0.	-239.	1874.	1056.
9.50	1763.	0.	-252.	2015.	1133.
10.00	1894.	0.	-265.	2159.	1212.
10.50	2028.	0.	-278.	2306.	1292.
11.00	2165.	0.	-292.	2457.	1374.
11.50	2305.	0.	-305.	2610.	1457.
12.00	2448.	0.	-318.	2766.	1542.
12.50	2593.	0.	-331.	2925.	1628.
13.00	2742.	0.	-345.	3087.	1716.
13.50	2894.	0.	-358.	3252.	1805.
14.00	3049.	0.	-371.	3420.	1895.
14.50	3207.	0.	-384.	3591.	1988.
15.00	3367.	0.	-398.	3765.	2081.
15.50	3531.	0.	-411.	3942.	2176.
16.00	3698.	0.	-424.	4122.	2273.
16.50	3867.	0.	-437.	4305.	2371.
17.00	4040.	0.	-451.	4490.	2471.
17.50	4215.	0.	-464.	4679.	2572.
18.00	4394.	0.	-477.	4871.	2674.
18.50	4576.	0.	-490.	5066.	2778.
19.00	4760.	0.	-504.	5264.	2884.
19.50	4948.	0.	-517.	5464.	2991.
20.00	5138.	0.	-530.	5668.	3099.
20.50	5332.	0.	-543.	5875.	3209.
21.00	5528.	0.	-557.	6085.	3321.
21.50	5727.	0.	-570.	6297.	3434.
22.00	5930.	0.	-583.	6513.	3548.
22.50	6145.	0.	-596.	6741.	3669.
23.00	6418.	0.	-610.	7028.	3819.
23.50	6701.	0.	-623.	7324.	3973.
24.00	6983.	0.	-636.	7620.	4128.
24.50	7266.	0.	-649.	7916.	4283.
25.00	7549.	0.	-663.	8212.	4437.
25.50	7832.	0.	-676.	8508.	4592.
26.00	8114.	0.	-689.	8804.	4746.
26.50	8397.	0.	-702.	9100.	4901.
27.00	8680.	0.	-716.	9396.	5056.
27.50	8963.	0.	-729.	9692.	5210.
28.00	9245.	0.	-742.	9988.	5365.
28.50	9528.	0.	-755.	10284.	5520.
29.00	9811.	0.	-769.	10580.	5674.
29.50	10094.	0.	-782.	10876.	5829.
30.00	10376.	0.	-795.	11172.	5983.
30.50	10659.	0.	-808.	11468.	6138.
31.00	10942.	0.	-822.	11764.	6293.
31.50	11225.	0.	-835.	12060.	6447.
32.00	11507.	0.	-848.	12356.	6602.
32.50	11790.	0.	-861.	12652.	6757.
33.00	12073.	0.	-875.	12948.	6911.
33.50	12356.	0.	-888.	13244.	7066.
34.00	12638.	0.	-901.	13540.	7220.
34.50	12921.	0.	-914.	13836.	7375.
35.00	13204.	0.	-928.	14132.	7530.
35.50	13487.	0.	-941.	14428.	7684.
36.00	13769.	0.	-954.	14724.	7839.
36.50	14052.	0.	-968.	15020.	7994.
37.00	14335.	0.	-981.	15316.	8148.
37.50	14618.	0.	-994.	15612.	8303.

-----  
Lp = Lunghezza utile del palo  
Q1l = Portata laterale limite  
Qb1 = Portata di base limite  
Wp = Peso efficace del palo  
Qu = Portata totale limite  
Qd = Portata di progetto =  $Q1l/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$



**Figura 1 – Capacità portante palo D=1500 mm – Stratigrafia 1**





**Figura 2 – Capacità portante palo D=1500 mm – 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 sono riportate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC4]).


Per la valutazione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, si considera nei depositi coesivi  $E_{MR} = \xi \cdot c_u$  con  $\xi = 350$  e  $c_u =$  resistenza al taglio in condizioni non drenate (definito al paragrafo 4.1.1). Quindi con riferimento alla stratigrafia 2 (più cautelativa) ed ai parametri geotecnici, precedentemente dichiarati, si ottiene il seguente profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno con la profondità, definito da testa palo ( a 2.5 m da p.c.).

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	35000.00
8.500	35000.00
22.500	52500.00
22.510	87500.00
37.500	122500.00

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.

## 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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
	VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1503 002	REV. A

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 sono riportate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC4]).

Nella seguente tabella si riportano i valori del parametro alfa ( $\alpha_m$ ) ed a seguire il momento adimensionale lungo il palo (valutati per la stratigrafia 2, più cautelativa). La valutazione è stata fatta con riferimento ad una lunghezza palo indicativa di 30m.

Tabella 8 – VI15 – Valori di  $\alpha_m$

VI15	$\alpha_m$ [m]
D=1500mm	2.85

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

Tabella 9 – Momento adimensionale lungo il palo D=1500 mm

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI15 D=1500

Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommità impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000

.938	.6979
1.875	.4485
2.813	.2483
3.750	.0927
4.688	-.0238
5.625	-.1067
6.563	-.1617
7.500	-.1942
9.000	-.2108
10.500	-.1986
12.000	-.1698
13.500	-.1340
15.000	-.0978
17.500	-.0469
20.000	-.0138
22.500	.0028
26.250	.0060
30.000	.0000
-----	

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

#### 4.4 Verifica capacità portante ai carichi verticali singolo palo

Nel presente paragrafo si riporta la verifica della capacità portante ai carichi verticali del singolo palo.

La verifica di capacità portante è sempre soddisfatta in quanto la portata di progetto del singolo palo è sempre maggiore della massima sollecitazione assiale sia a compressione che a trazione. Inoltre si è anche verificato che, per la lunghezza palo di progetto, la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA sia inferiore alla portata laterale limite del palo (QII) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Spalla/Pila	Nmax,c SLU/SLV [kN]	Qd,c [kN]	Nmax,t SLU/SLV [kN]	Qd,t [kN]	Nmax,c SLE [kN]	QII [kN]	Lpalo [kN]
<b>Pile 18÷26</b>	<b>5281</b>	5972	-	4437	3752	7549	<b>25.0</b>
<b>Pile 27÷31</b>	<b>4918</b>	5444	-	-	3492	6983	<b>24.0</b>
<b>Spalla B</b>	<b>5822</b>	6501	-	4746	4095	8114	<b>26.0</b>

Dove:

Nmax,c =sollecitazione assiale massima a compressione

Nmax,t =sollecitazione assiale massima a trazione

QII = portata laterale limite

Qd,c = portata di progetto a compressione

Qd,t = portata di progetto a trazione

#### 4.5 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 sono riportate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC4]).

La verifica a carico limite è stata svolta includendo anche un fattore di effetto gruppo orizzontale di 0.8. In particolare il fattore di sicurezza di normativa per la verifica a carico orizzontale è  $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.60 = 2.08$  includendo anche il fattore di effetto gruppo si ha:  $FS_g = 2.6$ . Quindi la resistenza di progetto è valutata a partire dalla resistenza caratteristica (calcolata con Broms) fattorizzata con  $FS_g$ , da cui:  $H_d = H_{max} / 2.6$ .

Il valore caratteristico della resistenza ( $H_{max}$ ) è stato valutato considerando la condizione di carico più gravosa (taglio massimo) con riferimento ai seguenti momenti di plasticizzazione:

- Pile P18÷P26 (D=1500mm, armatura 36φ26):  $M_y$  pari a 4315.7 kNm
- Pile P27÷P31 (D=1500mm, armatura 36φ26):  $M_y$  pari a 4315.7 kNm
- Spalla B (D=1500mm, armatura 40φ26):  $M_y$  pari a 4741.7 kNm

Nella seguente tabella sono esplicitati i termini della verifica da cui si evince che la verifica è soddisfatta risultando la resistenza laterale di progetto maggiore della sollecitazione orizzontale massima ( $H_d > F_d$ ).

SPALLA/PILA	$\varphi$ [°]	$C_u$ [kPa]	$H_{max}$ [kN]	$H_d$ [kN]	$F_d$ [kN]
PILE P18÷P26	-	150	2908.09	1118.5	781
PILE P27÷P31	-	150	2908.09	1118.5	708
SPALLA B	-	150	3135.75	1206.1	1149

#### 4.6 Verifica capacità portante gruppo di pali

Nel presente paragrafo si riporta la verifica della capacità portante ai carichi verticali della palificata.

La valutazione del carico limite verticale di una palificata è eseguito con la seguente relazione:

$$R_{d,G} = N \cdot E \cdot R_{d, \text{ singolo palo}}$$

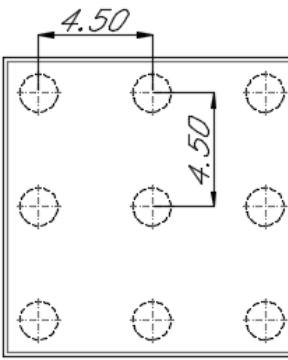
La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo per il numero N di pali del gruppo e per il fattore E di efficienza della palificata. In particolare l'efficienza è valutata con la formulazione empirica di Converse Labarre. Per le metodologie generali si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Le fondazioni del viadotto sono caratterizzate da 9 pali D=1500 mm per pile e spalle.

Le verifiche sono state eseguite cautelativamente considerando le caratteristiche più gravose, quindi per la lunghezza di pali minore. Inoltre si è considerato il carico assiale massimo (combinazione SLU STR).

Nella seguente tabella si riportano i risultati delle verifiche da cui si evince che la capacità portante del gruppo di pali è sempre soddisfatta in quanto il fattore di sicurezza FS (=  $Q_{d, gruppo} / N_{max}$ ) è sempre  $> 1.0$ .

PILE 27÷31		SPALLA B	
Diametro	1.5 [m]	Diametro	1.5 [m]
interasse	4.5 [m]	interasse	4.5 [m]
n. pali per fila	3 [-]	n. pali per fila	3 [-]
m <sub>n. file</sub>	3 [-]	m <sub>n. file</sub>	3 [-]
Φ	18.435 [°]	Φ	18.435 [°]
E efficienza	0.73 [-]	E efficienza	0.73 [-]
<b>Palo Singolo</b>		<b>Palo Singolo</b>	
Rd = Q <sub>d</sub>	5444 [kN]	Rd = Q <sub>d</sub>	6501 [kN]
<b>Gruppo di pali</b>		<b>Gruppo di pali</b>	
N <sub>max, SLU</sub>	33525 [kN]	N <sub>max, SLU</sub>	38548 [kN]
Q <sub>d Gruppo</sub>	35615 [kN]	Q <sub>d Gruppo</sub>	42530 [kN]
FS	1.06 [-]	FS	1.10 [-]



#### 4.7 Stima cedimenti delle fondazioni

Per una valutazione semplificata dei cedimenti delle palificate in esame sono state usate delle formulazioni empiriche. Il cedimento del singolo palo (w) è stimato con la formula empirica di Meyerhof (1959). Il cedimento del gruppo di pali è stimato moltiplicando il cedimento del singolo palo isolato per un coefficiente di amplificazione (Rg). Questo fattore Rg è determinato con la formulazione di Mandolini et al. (1997). Per le metodologie generali si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Le verifiche sono state eseguite cautelativamente per le palificate seguenti, rappresentative per le condizioni peggiori in tutto il viadotto.

VI15 PILA 18			VI15 Spalla B		
<b>Dati</b>			<b>Dati</b>		
Diametro	1.5	[m]	Diametro	1.5	[m]
Lunghezza	24.0	[m]	Lunghezza	26.0	[m]
s	4.5	[m]	s	4.5	[m]
n	9	[-]	n	9	[-]
Q <sub>lim</sub>	11844	[kN]	Q <sub>lim</sub>	12897	[kN]
Q <sub>SLE</sub>	3752	[kN]	Q <sub>SLE</sub>	4095	[kN]
Tipo di Palo	Trivellato		Tipo di Palo	Trivellato	
Natura prevalente del terreno	Coesivo		Natura prevalente del terreno	Coesivo	
<b>Cedimento Palo singolo (Meyerhof, 1959)</b>			<b>Cedimento Palo singolo (Meyerhof, 1959)</b>		
w	0.005	[m]	w	0.005	[m]
<b>Cedimento Palo di gruppo</b>			<b>Cedimento Palo di gruppo</b>		
R	1.299	[-]	R	1.248	[-]
R <sub>g</sub>	0.462	[-]	R <sub>g</sub>	0.484	[-]
w <sub>gruppo</sub> [m]	0.02	[m]	w <sub>gruppo</sub> [m]	0.02	[m]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	24 di 49

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

### 5.1 Stratigrafia 1 (spalla A e pila 1, 2, 3) - Compressione. Palo D=1500 mm

\*\*\* 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m  
Quota falda da p.c. = 2.50 m  
Peso di volume del palo = 5.00 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3



DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "b2 " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

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

$$\text{Tau} = \text{alfa} * \text{Cu} < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio alfa(Cu) nel seguito

$$\text{Tau} > .23 * S'v$$

$$\text{Tau} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "TRV " (Coesivo) da 2.00 a 25.00 m

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "TRV " (Coesivo) da 25.00 a 40.00 m

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

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

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

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 250.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa}$$

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "b2 "	1.00	1.00	1.00
2 "TRV "	1.00	1.00	1.00
3 "TRV "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu	alfa
kPa	-
-----	-----
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40
-----	-----

pag./ 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
2.50	48.5	48.5	101.1	.93	45.3	558.
3.00	54.0	59.0	102.2	.86	46.3	623.
3.50	59.5	69.5	103.3	.79	47.3	688.
4.00	65.0	80.0	104.3	.74	48.2	752.
4.50	70.5	90.5	105.4	.70	49.2	817.
5.00	76.0	101.0	106.5	.66	50.2	882.
5.50	81.5	111.5	107.6	.63	51.2	947.
6.00	87.0	122.0	108.7	.60	52.2	1011.
6.50	92.5	132.5	109.8	.57	53.2	1076.
7.00	98.0	143.0	110.9	.55	54.1	1141.
7.50	103.5	153.5	112.0	.53	55.1	1161.
8.00	109.0	164.0	113.0	.51	56.1	1181.
8.50	114.5	174.5	114.1	.50	57.1	1202.
9.00	120.0	185.0	115.2	.48	58.1	1222.
9.50	125.5	195.5	116.3	.47	59.1	1242.
10.00	131.0	206.0	117.4	.46	60.1	1263.
10.50	136.5	216.5	118.5	.45	61.0	1283.
11.00	142.0	227.0	119.6	.44	62.0	1303.
11.50	147.5	237.5	120.7	.43	63.0	1323.
12.00	153.0	248.0	121.7	.42	64.0	1344.
12.50	158.5	258.5	122.8	.41	65.0	1364.
13.00	164.0	269.0	123.9	.40	66.0	1384.
13.50	169.5	279.5	125.0	.39	67.0	1405.
14.00	175.0	290.0	126.1	.39	67.9	1425.
14.50	180.5	300.5	127.2	.38	68.9	1445.
15.00	186.0	311.0	128.3	.38	69.9	1465.
15.50	191.5	321.5	129.3	.37	70.9	1486.
16.00	197.0	332.0	130.4	.36	71.9	1506.
16.50	202.5	342.5	131.5	.36	72.9	1526.
17.00	208.0	353.0	132.6	.36	73.8	1546.

pag./ 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	27 di 49

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	213.5	363.5	133.7	.35	74.8	1567.
18.00	219.0	374.0	134.8	.35	75.8	1587.
18.50	224.5	384.5	135.9	.34	76.8	1607.
19.00	230.0	395.0	137.0	.34	77.8	1628.
19.50	235.5	405.5	138.0	.33	78.8	1648.
20.00	241.0	416.0	139.1	.33	79.8	1668.
20.50	246.5	426.5	140.2	.33	80.7	1688.
21.00	252.0	437.0	141.3	.32	81.7	1709.
21.50	257.5	447.5	142.4	.32	82.7	1729.
22.00	263.0	458.0	143.5	.32	83.7	1749.
22.50	268.5	468.5	144.6	.32	84.7	1770.
23.00	274.0	479.0	145.7	.31	85.7	1790.
23.50	279.5	489.5	146.7	.31	86.6	1810.
24.00	285.0	500.0	147.8	.31	87.6	1830.
24.50	290.5	510.5	148.9	.31	88.6	1851.
25.00	296.0	521.0	150.0	.35	104.8	1871.
25.50	301.5	531.5	253.3	.40	120.0	2012.
26.00	307.0	542.0	256.7	.39	120.0	2152.
26.50	312.5	552.5	260.0	.38	120.0	2293.
27.00	318.0	563.0	263.3	.38	120.0	2433.
27.50	323.5	573.5	266.7	.37	120.0	2574.
28.00	329.0	584.0	270.0	.36	120.0	2714.
28.50	334.5	594.5	273.3	.36	120.0	2855.
29.00	340.0	605.0	276.7	.35	120.0	2995.
29.50	345.5	615.5	280.0	.35	120.0	3136.
30.00	351.0	626.0	283.3	.34	120.0	3176.
30.50	356.5	636.5	286.7	.34	120.0	3217.
31.00	362.0	647.0	290.0	.33	120.0	3257.
31.50	367.5	657.5	293.3	.33	120.0	3298.
32.00	373.0	668.0	296.7	.32	120.0	3338.

pag. / 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
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
32.50	378.5	678.5	300.0	.32	120.0	3379.
33.00	384.0	689.0	303.3	.31	120.0	3419.
33.50	389.5	699.5	306.7	.31	120.0	3460.
34.00	395.0	710.0	310.0	.30	120.0	3500.
34.50	400.5	720.5	313.3	.30	120.0	3541.
35.00	406.0	731.0	316.7	.30	120.0	3581.
35.50	411.5	741.5	320.0	.29	120.0	3622.
36.00	417.0	752.0	323.3	.29	120.0	3662.
36.50	422.5	762.5	326.7	.28	120.0	3703.
37.00	428.0	773.0	330.0	.28	120.0	3743.
37.50	433.5	783.5	333.3	.28	120.0	3784.
38.00	439.0	794.0	336.7	.27	120.0	3824.
38.50	444.5	804.5	340.0	.27	120.0	3865.
39.00	450.0	815.0	343.3	.27	120.0	3905.
39.50	455.5	825.5	346.7	.26	120.0	3946.
40.00	461.0	836.0	350.0	.26	120.0	3986.

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

pag./ 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
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
.00	0.	987.	0.	987.	457.
.50	108.	1101.	4.	1204.	564.
1.00	218.	1215.	9.	1425.	672.
1.50	331.	1330.	13.	1647.	782.
2.00	445.	1444.	18.	1872.	893.
2.50	563.	1558.	22.	2099.	1005.
3.00	682.	1673.	27.	2328.	1119.
3.50	804.	1787.	31.	2560.	1233.
4.00	928.	1902.	35.	2794.	1349.
4.50	1054.	2016.	40.	3031.	1467.
5.00	1183.	2052.	44.	3191.	1549.
5.50	1314.	2088.	49.	3353.	1632.
6.00	1447.	2124.	53.	3518.	1717.
6.50	1583.	2159.	57.	3685.	1803.
7.00	1721.	2195.	62.	3855.	1890.
7.50	1862.	2231.	66.	4026.	1978.
8.00	2004.	2267.	71.	4200.	2068.
8.50	2149.	2303.	75.	4377.	2159.
9.00	2296.	2339.	80.	4556.	2251.
9.50	2446.	2374.	84.	4737.	2345.
10.00	2598.	2410.	88.	4920.	2440.
10.50	2752.	2446.	93.	5106.	2536.
11.00	2909.	2482.	97.	5294.	2633.
11.50	3068.	2518.	102.	5484.	2731.
12.00	3229.	2554.	106.	5677.	2831.
12.50	3393.	2589.	110.	5872.	2932.
13.00	3558.	2625.	115.	6069.	3035.
13.50	3727.	2661.	119.	6269.	3138.
14.00	3897.	2697.	124.	6470.	3243.
14.50	4070.	2733.	128.	6675.	3349.

pag./ 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
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
15.00	4245.	2769.	133.	6881.	3456.
15.50	4423.	2805.	137.	7090.	3565.

16.00	4602.	2840.	141.	7301.	3675.
16.50	4785.	2876.	146.	7515.	3786.
17.00	4969.	2912.	150.	7731.	3898.
17.50	5156.	2948.	155.	7949.	4012.
18.00	5345.	2984.	159.	8169.	4127.
18.50	5536.	3020.	163.	8392.	4243.
19.00	5730.	3055.	168.	8617.	4361.
19.50	5926.	3091.	172.	8845.	4479.
20.00	6124.	3127.	177.	9075.	4599.
20.50	6325.	3163.	181.	9307.	4721.
21.00	6528.	3199.	186.	9541.	4843.
21.50	6733.	3235.	190.	9778.	4967.
22.00	6941.	3270.	194.	10017.	5092.
22.50	7160.	3306.	199.	10267.	5223.
23.00	7434.	3555.	203.	10785.	5482.
23.50	7716.	3803.	208.	11312.	5747.
24.00	7999.	4051.	212.	11838.	6011.
24.50	8282.	4299.	216.	12365.	6275.
25.00	8565.	4548.	221.	12891.	6539.
25.50	8847.	4796.	225.	13418.	6803.
26.00	9130.	5044.	230.	13945.	7068.
26.50	9413.	5293.	234.	14471.	7332.
27.00	9696.	5541.	239.	14998.	7596.
27.50	9978.	5612.	243.	15348.	7778.
28.00	10261.	5684.	247.	15698.	7961.
28.50	10544.	5756.	252.	16048.	8143.
29.00	10827.	5827.	256.	16397.	8325.
29.50	11109.	5899.	261.	16747.	8508.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
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
30.00	11392.	5970.	265.	17097.	8690.
30.50	11675.	6042.	269.	17447.	8873.
31.00	11957.	6113.	274.	17797.	9055.
31.50	12240.	6185.	278.	18147.	9237.
32.00	12523.	6257.	283.	18497.	9420.
32.50	12806.	6328.	287.	18847.	9602.
33.00	13088.	6400.	292.	19197.	9785.
33.50	13371.	6471.	296.	19546.	9967.
34.00	13654.	6543.	300.	19896.	10149.
34.50	13937.	6614.	305.	20246.	10332.
35.00	14219.	6686.	309.	20596.	10514.
35.50	14502.	6758.	314.	20946.	10696.
36.00	14785.	6829.	318.	21296.	10879.
36.50	15068.	6901.	323.	21646.	11061.
37.00	15350.	6972.	327.	21996.	11244.
37.50	15633.	7044.	331.	22346.	11426.

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 =  $Q11/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	30 di 49

## 5.2 Stratigrafia 2 (da pila 4 a spalla B) - Compressione. Palo D=1500 mm

\*\*\* 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	2.50 m
Quota falda da p.c.	=	2.50 m
Peso di volume del palo	=	5.00 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "bcc " (Coesivo) da .00 a 11.00 m  
 $G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$        $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$   
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$       Criterio  $\alpha(C_u)$  nel seguito  
 $\tau > .23 * S'v$   
 $\tau < .55 * S'v$   
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$   
 $C_u$  variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "TRV " (Coesivo) da 11.00 a 25.00 m  
 $G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3$        $G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$   
 $\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$   
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$   
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$   
 $C_u$  variabile lin. da 100.0 a 150.0 kPa

Strato 3 "TRV " (Coesivo) da 25.00 a 40.00 m  
 $G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3$        $G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$   
 $\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$   
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$   
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$   
 $C_u$  variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bcc "	1.00	1.00	1.00
2 "TRV "	1.00	1.00	1.00
3 "TRV "	1.00	1.00	1.00

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

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

Cu	alfa
kPa	-
.0	.90
25.0	.90

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	32 di 49

25.1 .80  
50.0 .80  
51.0 .60  
75.0 .60  
75.1 .40  
300.0 .40  
-----

pag. / 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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
2.50	47.5	47.5	100.0	.55	26.1	948.
3.00	52.0	57.0	100.0	.55	28.6	957.
3.50	56.5	66.5	100.0	.55	31.1	967.
4.00	61.0	76.0	100.0	.55	33.5	976.
4.50	65.5	85.5	100.0	.55	36.0	986.
5.00	70.0	95.0	100.0	.55	38.5	995.
5.50	74.5	104.5	100.0	.54	40.0	1005.
6.00	79.0	114.0	100.0	.51	40.0	1014.
6.50	83.5	123.5	100.0	.48	40.0	1024.
7.00	88.0	133.0	100.0	.45	40.0	1033.
7.50	92.5	142.5	100.0	.43	40.0	1043.
8.00	97.0	152.0	100.0	.41	40.0	1052.
8.50	101.5	161.5	100.0	.39	40.0	1062.
9.00	106.0	171.0	100.0	.38	40.0	1071.
9.50	110.5	180.5	100.0	.36	40.0	1081.
10.00	115.0	190.0	100.0	.35	40.0	1090.
10.50	119.5	199.5	100.0	.33	40.0	1100.
11.00	124.0	209.0	100.0	.37	46.2	1109.
11.50	129.5	219.5	101.8	.41	53.7	1136.
12.00	135.0	230.0	103.6	.41	54.9	1162.
12.50	140.5	240.5	105.4	.40	56.2	1189.
13.00	146.0	251.0	107.1	.39	57.5	1215.
13.50	151.5	261.5	108.9	.39	58.7	1242.
14.00	157.0	272.0	110.7	.38	60.0	1268.
14.50	162.5	282.5	112.5	.38	61.3	1295.
15.00	168.0	293.0	114.3	.37	62.5	1322.
15.50	173.5	303.5	116.1	.37	63.8	1348.
16.00	179.0	314.0	117.9	.36	65.0	1375.
16.50	184.5	324.5	119.6	.36	66.3	1401.
17.00	190.0	335.0	121.4	.36	67.6	1428.

pag. / 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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
---------	------------	-----------	-----------	--------------	------------	-----------



VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	33 di 49

17.50	195.5	345.5	123.2	.35	68.8	1454.
18.00	201.0	356.0	125.0	.35	70.1	1481.
18.50	206.5	366.5	126.8	.35	71.4	1508.
19.00	212.0	377.0	128.6	.34	72.6	1534.
19.50	217.5	387.5	130.4	.34	73.9	1561.
20.00	223.0	398.0	132.1	.34	75.2	1587.
20.50	228.5	408.5	133.9	.33	76.4	1614.
21.00	234.0	419.0	135.7	.33	77.7	1640.
21.50	239.5	429.5	137.5	.33	79.0	1667.
22.00	245.0	440.0	139.3	.33	80.2	1694.
22.50	250.5	450.5	141.1	.33	81.5	1720.
23.00	256.0	461.0	142.9	.32	82.7	1747.
23.50	261.5	471.5	144.6	.32	84.0	1773.
24.00	267.0	482.0	146.4	.32	85.3	1800.
24.50	272.5	492.5	148.2	.32	86.5	1826.
25.00	278.0	503.0	150.0	.37	103.9	1853.
25.50	283.5	513.5	253.3	.42	120.0	1994.
26.00	289.0	524.0	256.7	.42	120.0	2134.
26.50	294.5	534.5	260.0	.41	120.0	2275.
27.00	300.0	545.0	263.3	.40	120.0	2415.
27.50	305.5	555.5	266.7	.39	120.0	2556.
28.00	311.0	566.0	270.0	.39	120.0	2696.
28.50	316.5	576.5	273.3	.38	120.0	2837.
29.00	322.0	587.0	276.7	.37	120.0	2977.
29.50	327.5	597.5	280.0	.37	120.0	3118.
30.00	333.0	608.0	283.3	.36	120.0	3158.
30.50	338.5	618.5	286.7	.35	120.0	3199.
31.00	344.0	629.0	290.0	.35	120.0	3239.
31.50	349.5	639.5	293.3	.34	120.0	3280.
32.00	355.0	650.0	296.7	.34	120.0	3320.

pag./ 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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
32.50	360.5	660.5	300.0	.33	120.0	3361.
33.00	366.0	671.0	303.3	.33	120.0	3401.
33.50	371.5	681.5	306.7	.32	120.0	3442.
34.00	377.0	692.0	310.0	.32	120.0	3482.
34.50	382.5	702.5	313.3	.31	120.0	3523.
35.00	388.0	713.0	316.7	.31	120.0	3563.
35.50	393.5	723.5	320.0	.30	120.0	3604.
36.00	399.0	734.0	323.3	.30	120.0	3644.
36.50	404.5	744.5	326.7	.30	120.0	3685.
37.00	410.0	755.0	330.0	.29	120.0	3725.
37.50	415.5	765.5	333.3	.29	120.0	3766.
38.00	421.0	776.0	336.7	.29	120.0	3806.
38.50	426.5	786.5	340.0	.28	120.0	3847.
39.00	432.0	797.0	343.3	.28	120.0	3887.
39.50	437.5	807.5	346.7	.27	120.0	3928.
40.00	443.0	818.0	350.0	.27	120.0	3968.

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

pag. / 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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.	1674.	0.	1674.	775.
.50	64.	1691.	4.	1751.	814.
1.00	135.	1708.	9.	1834.	855.
1.50	211.	1725.	13.	1922.	900.
2.00	293.	1742.	18.	2017.	948.
2.50	381.	1758.	22.	2117.	999.
3.00	474.	1775.	27.	2222.	1053.
3.50	568.	1792.	31.	2329.	1107.
4.00	662.	1809.	35.	2436.	1162.
4.50	756.	1825.	40.	2542.	1216.
5.00	851.	1842.	44.	2649.	1271.
5.50	945.	1859.	49.	2755.	1326.
6.00	1039.	1876.	53.	2862.	1380.
6.50	1133.	1893.	57.	2969.	1435.
7.00	1228.	1909.	62.	3075.	1489.
7.50	1322.	1926.	66.	3182.	1544.
8.00	1416.	1943.	71.	3288.	1599.
8.50	1514.	1960.	75.	3399.	1655.
9.00	1635.	2007.	80.	3563.	1738.
9.50	1763.	2054.	84.	3733.	1825.
10.00	1894.	2101.	88.	3907.	1914.
10.50	2028.	2148.	93.	4083.	2004.
11.00	2165.	2195.	97.	4262.	2095.
11.50	2305.	2241.	102.	4445.	2189.
12.00	2448.	2288.	106.	4630.	2284.
12.50	2593.	2335.	110.	4818.	2380.
13.00	2742.	2382.	115.	5010.	2478.
13.50	2894.	2429.	119.	5204.	2578.
14.00	3049.	2476.	124.	5401.	2680.
14.50	3207.	2523.	128.	5602.	2783.

pag. / 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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	3367.	2570.	133.	5805.	2887.
15.50	3531.	2617.	137.	6011.	2994.
16.00	3698.	2664.	141.	6220.	3102.
16.50	3867.	2711.	146.	6432.	3211.
17.00	4040.	2758.	150.	6648.	3322.
17.50	4215.	2805.	155.	6866.	3435.
18.00	4394.	2852.	159.	7087.	3549.

18.50	4576.	2899.	163.	7311.	3665.
19.00	4760.	2946.	168.	7538.	3783.
19.50	4948.	2993.	172.	7768.	3902.
20.00	5138.	3040.	177.	8001.	4023.
20.50	5332.	3087.	181.	8237.	4145.
21.00	5528.	3134.	186.	8476.	4270.
21.50	5727.	3181.	190.	8718.	4395.
22.00	5930.	3228.	194.	8963.	4523.
22.50	6145.	3275.	199.	9220.	4657.
23.00	6418.	3523.	203.	9738.	4916.
23.50	6701.	3771.	208.	10264.	5180.
24.00	6983.	4019.	212.	10791.	5444.
24.50	7266.	4268.	216.	11317.	5708.
25.00	7549.	4516.	221.	11844.	5972.
25.50	7832.	4764.	225.	12371.	6237.
26.00	8114.	5013.	230.	12897.	6501.
26.50	8397.	5261.	234.	13424.	6765.
27.00	8680.	5509.	239.	13950.	7029.
27.50	8963.	5581.	243.	14300.	7212.
28.00	9245.	5652.	247.	14650.	7394.
28.50	9528.	5724.	252.	15000.	7576.
29.00	9811.	5795.	256.	15350.	7759.
29.50	10094.	5867.	261.	15700.	7941.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 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	10376.	5938.	265.	16050.	8124.
30.50	10659.	6010.	269.	16400.	8306.
31.00	10942.	6082.	274.	16750.	8488.
31.50	11225.	6153.	278.	17099.	8671.
32.00	11507.	6225.	283.	17449.	8853.
32.50	11790.	6296.	287.	17799.	9035.
33.00	12073.	6368.	292.	18149.	9218.
33.50	12356.	6439.	296.	18499.	9400.
34.00	12638.	6511.	300.	18849.	9583.
34.50	12921.	6583.	305.	19199.	9765.
35.00	13204.	6654.	309.	19549.	9947.
35.50	13487.	6726.	314.	19899.	10130.
36.00	13769.	6797.	318.	20249.	10312.
36.50	14052.	6869.	323.	20598.	10495.
37.00	14335.	6940.	327.	20948.	10677.
37.50	14618.	7012.	331.	21298.	10859.

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 =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

### 5.3 Stratigrafia 1 (spalla A e pila 1, 2, 3) - Trazione. Palo D=1500 mm

\*\*\* 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m  
Quota falda da p.c. = 2.50 m  
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m<sup>3</sup>  
Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,l)  
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "b2 " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

Tau = alfa \* Cu < 100.0 kPa  
Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 \* S'v  
Tau < .55 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 50.0 a 50.0 kPa

Strato 2 "TRV " (Coesivo) da 2.00 a 25.00 m

Gn = 21.0 kN/m3 Ge = 11.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
beta = .10 + .40 Cu/S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 100.0 a 150.0 kPa

Strato 3 "TRV " (Coesivo) da 25.00 a 40.00 m

Gn = 21.0 kN/m3 Ge = 11.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
beta = .10 + .40 Cu/S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "b2 "	1.00	1.00	1.00
2 "TRV "	1.00	1.00	1.00
3 "TRV "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu	alfa
kPa	-
.0	.90

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	38 di 49

25.0 .90  
25.1 .80  
50.0 .80  
51.0 .60  
75.0 .60  
75.1 .40  
300.0 .40  
-----

pag./ 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	48.5	48.5	101.1	.93	45.3	0.
3.00	54.0	59.0	102.2	.86	46.3	0.
3.50	59.5	69.5	103.3	.79	47.3	0.
4.00	65.0	80.0	104.3	.74	48.2	0.
4.50	70.5	90.5	105.4	.70	49.2	0.
5.00	76.0	101.0	106.5	.66	50.2	0.
5.50	81.5	111.5	107.6	.63	51.2	0.
6.00	87.0	122.0	108.7	.60	52.2	0.
6.50	92.5	132.5	109.8	.57	53.2	0.
7.00	98.0	143.0	110.9	.55	54.1	0.
7.50	103.5	153.5	112.0	.53	55.1	0.
8.00	109.0	164.0	113.0	.51	56.1	0.
8.50	114.5	174.5	114.1	.50	57.1	0.
9.00	120.0	185.0	115.2	.48	58.1	0.
9.50	125.5	195.5	116.3	.47	59.1	0.
10.00	131.0	206.0	117.4	.46	60.1	0.
10.50	136.5	216.5	118.5	.45	61.0	0.
11.00	142.0	227.0	119.6	.44	62.0	0.
11.50	147.5	237.5	120.7	.43	63.0	0.
12.00	153.0	248.0	121.7	.42	64.0	0.
12.50	158.5	258.5	122.8	.41	65.0	0.
13.00	164.0	269.0	123.9	.40	66.0	0.
13.50	169.5	279.5	125.0	.39	67.0	0.
14.00	175.0	290.0	126.1	.39	67.9	0.
14.50	180.5	300.5	127.2	.38	68.9	0.
15.00	186.0	311.0	128.3	.38	69.9	0.
15.50	191.5	321.5	129.3	.37	70.9	0.
16.00	197.0	332.0	130.4	.36	71.9	0.
16.50	202.5	342.5	131.5	.36	72.9	0.
17.00	208.0	353.0	132.6	.36	73.8	0.

pag./ 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
---------	------------	-----------	-----------	--------------	------------	-----------

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	39 di 49

17.50	213.5	363.5	133.7	.35	74.8	0.
18.00	219.0	374.0	134.8	.35	75.8	0.
18.50	224.5	384.5	135.9	.34	76.8	0.
19.00	230.0	395.0	137.0	.34	77.8	0.
19.50	235.5	405.5	138.0	.33	78.8	0.
20.00	241.0	416.0	139.1	.33	79.8	0.
20.50	246.5	426.5	140.2	.33	80.7	0.
21.00	252.0	437.0	141.3	.32	81.7	0.
21.50	257.5	447.5	142.4	.32	82.7	0.
22.00	263.0	458.0	143.5	.32	83.7	0.
22.50	268.5	468.5	144.6	.32	84.7	0.
23.00	274.0	479.0	145.7	.31	85.7	0.
23.50	279.5	489.5	146.7	.31	86.6	0.
24.00	285.0	500.0	147.8	.31	87.6	0.
24.50	290.5	510.5	148.9	.31	88.6	0.
25.00	296.0	521.0	150.0	.35	104.8	0.
25.50	301.5	531.5	253.3	.40	120.0	0.
26.00	307.0	542.0	256.7	.39	120.0	0.
26.50	312.5	552.5	260.0	.38	120.0	0.
27.00	318.0	563.0	263.3	.38	120.0	0.
27.50	323.5	573.5	266.7	.37	120.0	0.
28.00	329.0	584.0	270.0	.36	120.0	0.
28.50	334.5	594.5	273.3	.36	120.0	0.
29.00	340.0	605.0	276.7	.35	120.0	0.
29.50	345.5	615.5	280.0	.35	120.0	0.
30.00	351.0	626.0	283.3	.34	120.0	0.
30.50	356.5	636.5	286.7	.34	120.0	0.
31.00	362.0	647.0	290.0	.33	120.0	0.
31.50	367.5	657.5	293.3	.33	120.0	0.
32.00	373.0	668.0	296.7	.32	120.0	0.

pag. / 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	378.5	678.5	300.0	.32	120.0	0.
33.00	384.0	689.0	303.3	.31	120.0	0.
33.50	389.5	699.5	306.7	.31	120.0	0.
34.00	395.0	710.0	310.0	.30	120.0	0.
34.50	400.5	720.5	313.3	.30	120.0	0.
35.00	406.0	731.0	316.7	.30	120.0	0.
35.50	411.5	741.5	320.0	.29	120.0	0.
36.00	417.0	752.0	323.3	.29	120.0	0.
36.50	422.5	762.5	326.7	.28	120.0	0.
37.00	428.0	773.0	330.0	.28	120.0	0.
37.50	433.5	783.5	333.3	.28	120.0	0.
38.00	439.0	794.0	336.7	.27	120.0	0.
38.50	444.5	804.5	340.0	.27	120.0	0.
39.00	450.0	815.0	343.3	.27	120.0	0.
39.50	455.5	825.5	346.7	.26	120.0	0.
40.00	461.0	836.0	350.0	.26	120.0	0.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	40 di 49

qb = Portata di base limite unitaria

pag./ 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	108.	0.	-13.	121.	67.
1.00	218.	0.	-27.	245.	136.
1.50	331.	0.	-40.	370.	205.
2.00	445.	0.	-53.	498.	276.
2.50	563.	0.	-66.	629.	348.
3.00	682.	0.	-80.	761.	421.
3.50	804.	0.	-93.	897.	495.
4.00	928.	0.	-106.	1034.	570.
4.50	1054.	0.	-119.	1174.	646.
5.00	1183.	0.	-133.	1316.	724.
5.50	1314.	0.	-146.	1460.	803.
6.00	1447.	0.	-159.	1607.	883.
6.50	1583.	0.	-172.	1755.	964.
7.00	1721.	0.	-186.	1907.	1046.
7.50	1862.	0.	-199.	2060.	1130.
8.00	2004.	0.	-212.	2216.	1214.
8.50	2149.	0.	-225.	2374.	1300.
9.00	2296.	0.	-239.	2535.	1387.
9.50	2446.	0.	-252.	2698.	1475.
10.00	2598.	0.	-265.	2863.	1564.
10.50	2752.	0.	-278.	3031.	1654.
11.00	2909.	0.	-292.	3200.	1746.
11.50	3068.	0.	-305.	3373.	1839.
12.00	3229.	0.	-318.	3547.	1933.
12.50	3393.	0.	-331.	3724.	2028.
13.00	3558.	0.	-345.	3903.	2124.
13.50	3727.	0.	-358.	4085.	2221.
14.00	3897.	0.	-371.	4268.	2320.
14.50	4070.	0.	-384.	4454.	2419.

pag./ 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	4245.	0.	-398.	4643.	2520.
15.50	4423.	0.	-411.	4833.	2622.
16.00	4602.	0.	-424.	5027.	2725.
16.50	4785.	0.	-437.	5222.	2830.
17.00	4969.	0.	-451.	5420.	2935.
17.50	5156.	0.	-464.	5620.	3042.



18.00	5345.	0.	-477.	5822.	3150.
18.50	5536.	0.	-490.	6027.	3258.
19.00	5730.	0.	-504.	6234.	3369.
19.50	5926.	0.	-517.	6443.	3480.
20.00	6124.	0.	-530.	6654.	3592.
20.50	6325.	0.	-543.	6868.	3706.
21.00	6528.	0.	-557.	7085.	3821.
21.50	6733.	0.	-570.	7303.	3937.
22.00	6941.	0.	-583.	7524.	4054.
22.50	7160.	0.	-596.	7756.	4176.
23.00	7434.	0.	-610.	8043.	4326.
23.50	7716.	0.	-623.	8339.	4481.
24.00	7999.	0.	-636.	8635.	4636.
24.50	8282.	0.	-649.	8931.	4790.
25.00	8565.	0.	-663.	9227.	4945.
25.50	8847.	0.	-676.	9523.	5100.
26.00	9130.	0.	-689.	9819.	5254.
26.50	9413.	0.	-702.	10115.	5409.
27.00	9696.	0.	-716.	10411.	5563.
27.50	9978.	0.	-729.	10707.	5718.
28.00	10261.	0.	-742.	11003.	5873.
28.50	10544.	0.	-755.	11299.	6027.
29.00	10827.	0.	-769.	11595.	6182.
29.50	11109.	0.	-782.	11891.	6337.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 stratigrafia 1  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	11392.	0.	-795.	12187.	6491.
30.50	11675.	0.	-808.	12483.	6646.
31.00	11957.	0.	-822.	12779.	6800.
31.50	12240.	0.	-835.	13075.	6955.
32.00	12523.	0.	-848.	13371.	7110.
32.50	12806.	0.	-861.	13667.	7264.
33.00	13088.	0.	-875.	13963.	7419.
33.50	13371.	0.	-888.	14259.	7574.
34.00	13654.	0.	-901.	14555.	7728.
34.50	13937.	0.	-914.	14851.	7883.
35.00	14219.	0.	-928.	15147.	8037.
35.50	14502.	0.	-941.	15443.	8192.
36.00	14785.	0.	-954.	15739.	8347.
36.50	15068.	0.	-968.	16035.	8501.
37.00	15350.	0.	-981.	16331.	8656.
37.50	15633.	0.	-994.	16627.	8811.

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 =  $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	42 di 49

#### 5.4 Stratigrafia 2 (da pila 4 a spalla B) - Trazione. Palo D=1500 mm

\*\*\* 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m  
Quota falda da p.c. = 2.50 m  
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m<sup>3</sup>  
Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,l)  
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (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 PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "bcc " (Coesivo) da .00 a 11.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

Tau = alfa \* Cu < 100.0 kPa  
Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 \* S'v  
Tau < .55 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "TRV " (Coesivo) da 11.00 a 25.00 m

Gn = 21.0 kN/m3 Ge = 11.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
beta = .10 + .40 Cu/S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 100.0 a 150.0 kPa

Strato 3 "TRV " (Coesivo) da 25.00 a 40.00 m

Gn = 21.0 kN/m3 Ge = 11.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
beta = .10 + .40 Cu/S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bcc "	1.00	1.00	1.00
2 "TRV "	1.00	1.00	1.00
3 "TRV "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu	alfa
kPa	-
.0	.90
25.0	.90

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	44 di 49

25.1 .80  
50.0 .80  
51.0 .60  
75.0 .60  
75.1 .40  
300.0 .40  
-----

pag./ 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	47.5	47.5	100.0	.55	26.1	0.
3.00	52.0	57.0	100.0	.55	28.6	0.
3.50	56.5	66.5	100.0	.55	31.1	0.
4.00	61.0	76.0	100.0	.55	33.5	0.
4.50	65.5	85.5	100.0	.55	36.0	0.
5.00	70.0	95.0	100.0	.55	38.5	0.
5.50	74.5	104.5	100.0	.54	40.0	0.
6.00	79.0	114.0	100.0	.51	40.0	0.
6.50	83.5	123.5	100.0	.48	40.0	0.
7.00	88.0	133.0	100.0	.45	40.0	0.
7.50	92.5	142.5	100.0	.43	40.0	0.
8.00	97.0	152.0	100.0	.41	40.0	0.
8.50	101.5	161.5	100.0	.39	40.0	0.
9.00	106.0	171.0	100.0	.38	40.0	0.
9.50	110.5	180.5	100.0	.36	40.0	0.
10.00	115.0	190.0	100.0	.35	40.0	0.
10.50	119.5	199.5	100.0	.33	40.0	0.
11.00	124.0	209.0	100.0	.37	46.2	0.
11.50	129.5	219.5	101.8	.41	53.7	0.
12.00	135.0	230.0	103.6	.41	54.9	0.
12.50	140.5	240.5	105.4	.40	56.2	0.
13.00	146.0	251.0	107.1	.39	57.5	0.
13.50	151.5	261.5	108.9	.39	58.7	0.
14.00	157.0	272.0	110.7	.38	60.0	0.
14.50	162.5	282.5	112.5	.38	61.3	0.
15.00	168.0	293.0	114.3	.37	62.5	0.
15.50	173.5	303.5	116.1	.37	63.8	0.
16.00	179.0	314.0	117.9	.36	65.0	0.
16.50	184.5	324.5	119.6	.36	66.3	0.
17.00	190.0	335.0	121.4	.36	67.6	0.

pag./ 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
---------	------------	-----------	-----------	--------------	------------	-----------

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	45 di 49

17.50	195.5	345.5	123.2	.35	68.8	0.
18.00	201.0	356.0	125.0	.35	70.1	0.
18.50	206.5	366.5	126.8	.35	71.4	0.
19.00	212.0	377.0	128.6	.34	72.6	0.
19.50	217.5	387.5	130.4	.34	73.9	0.
20.00	223.0	398.0	132.1	.34	75.2	0.
20.50	228.5	408.5	133.9	.33	76.4	0.
21.00	234.0	419.0	135.7	.33	77.7	0.
21.50	239.5	429.5	137.5	.33	79.0	0.
22.00	245.0	440.0	139.3	.33	80.2	0.
22.50	250.5	450.5	141.1	.33	81.5	0.
23.00	256.0	461.0	142.9	.32	82.7	0.
23.50	261.5	471.5	144.6	.32	84.0	0.
24.00	267.0	482.0	146.4	.32	85.3	0.
24.50	272.5	492.5	148.2	.32	86.5	0.
25.00	278.0	503.0	150.0	.37	103.9	0.
25.50	283.5	513.5	253.3	.42	120.0	0.
26.00	289.0	524.0	256.7	.42	120.0	0.
26.50	294.5	534.5	260.0	.41	120.0	0.
27.00	300.0	545.0	263.3	.40	120.0	0.
27.50	305.5	555.5	266.7	.39	120.0	0.
28.00	311.0	566.0	270.0	.39	120.0	0.
28.50	316.5	576.5	273.3	.38	120.0	0.
29.00	322.0	587.0	276.7	.37	120.0	0.
29.50	327.5	597.5	280.0	.37	120.0	0.
30.00	333.0	608.0	283.3	.36	120.0	0.
30.50	338.5	618.5	286.7	.35	120.0	0.
31.00	344.0	629.0	290.0	.35	120.0	0.
31.50	349.5	639.5	293.3	.34	120.0	0.
32.00	355.0	650.0	296.7	.34	120.0	0.

pag./ 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	360.5	660.5	300.0	.33	120.0	0.
33.00	366.0	671.0	303.3	.33	120.0	0.
33.50	371.5	681.5	306.7	.32	120.0	0.
34.00	377.0	692.0	310.0	.32	120.0	0.
34.50	382.5	702.5	313.3	.31	120.0	0.
35.00	388.0	713.0	316.7	.31	120.0	0.
35.50	393.5	723.5	320.0	.30	120.0	0.
36.00	399.0	734.0	323.3	.30	120.0	0.
36.50	404.5	744.5	326.7	.30	120.0	0.
37.00	410.0	755.0	330.0	.29	120.0	0.
37.50	415.5	765.5	333.3	.29	120.0	0.
38.00	421.0	776.0	336.7	.29	120.0	0.
38.50	426.5	786.5	340.0	.28	120.0	0.
39.00	432.0	797.0	343.3	.28	120.0	0.
39.50	437.5	807.5	346.7	.27	120.0	0.
40.00	443.0	818.0	350.0	.27	120.0	0.

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

pag. / 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	64.	0.	-13.	78.	45.
1.00	135.	0.	-27.	161.	94.
1.50	211.	0.	-40.	251.	145.
2.00	293.	0.	-53.	346.	199.
2.50	381.	0.	-66.	447.	257.
3.00	474.	0.	-80.	553.	316.
3.50	568.	0.	-93.	661.	377.
4.00	662.	0.	-106.	768.	437.
4.50	756.	0.	-119.	876.	498.
5.00	851.	0.	-133.	983.	558.
5.50	945.	0.	-146.	1091.	618.
6.00	1039.	0.	-159.	1198.	679.
6.50	1133.	0.	-172.	1306.	739.
7.00	1228.	0.	-186.	1413.	799.
7.50	1322.	0.	-199.	1521.	860.
8.00	1416.	0.	-212.	1628.	920.
8.50	1514.	0.	-225.	1739.	982.
9.00	1635.	0.	-239.	1874.	1056.
9.50	1763.	0.	-252.	2015.	1133.
10.00	1894.	0.	-265.	2159.	1212.
10.50	2028.	0.	-278.	2306.	1292.
11.00	2165.	0.	-292.	2457.	1374.
11.50	2305.	0.	-305.	2610.	1457.
12.00	2448.	0.	-318.	2766.	1542.
12.50	2593.	0.	-331.	2925.	1628.
13.00	2742.	0.	-345.	3087.	1716.
13.50	2894.	0.	-358.	3252.	1805.
14.00	3049.	0.	-371.	3420.	1895.
14.50	3207.	0.	-384.	3591.	1988.

pag. / 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3367.	0.	-398.	3765.	2081.
15.50	3531.	0.	-411.	3942.	2176.
16.00	3698.	0.	-424.	4122.	2273.
16.50	3867.	0.	-437.	4305.	2371.
17.00	4040.	0.	-451.	4490.	2471.
17.50	4215.	0.	-464.	4679.	2572.
18.00	4394.	0.	-477.	4871.	2674.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
 2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	47 di 49

18.50	4576.	0.	-490.	5066.	2778.
19.00	4760.	0.	-504.	5264.	2884.
19.50	4948.	0.	-517.	5464.	2991.
20.00	5138.	0.	-530.	5668.	3099.
20.50	5332.	0.	-543.	5875.	3209.
21.00	5528.	0.	-557.	6085.	3321.
21.50	5727.	0.	-570.	6297.	3434.
22.00	5930.	0.	-583.	6513.	3548.
22.50	6145.	0.	-596.	6741.	3669.
23.00	6418.	0.	-610.	7028.	3819.
23.50	6701.	0.	-623.	7324.	3973.
24.00	6983.	0.	-636.	7620.	4128.
24.50	7266.	0.	-649.	7916.	4283.
25.00	7549.	0.	-663.	8212.	4437.
25.50	7832.	0.	-676.	8508.	4592.
26.00	8114.	0.	-689.	8804.	4746.
26.50	8397.	0.	-702.	9100.	4901.
27.00	8680.	0.	-716.	9396.	5056.
27.50	8963.	0.	-729.	9692.	5210.
28.00	9245.	0.	-742.	9988.	5365.
28.50	9528.	0.	-755.	10284.	5520.
29.00	9811.	0.	-769.	10580.	5674.
29.50	10094.	0.	-782.	10876.	5829.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI15 Stratigrafia 2  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	10376.	0.	-795.	11172.	5983.
30.50	10659.	0.	-808.	11468.	6138.
31.00	10942.	0.	-822.	11764.	6293.
31.50	11225.	0.	-835.	12060.	6447.
32.00	11507.	0.	-848.	12356.	6602.
32.50	11790.	0.	-861.	12652.	6757.
33.00	12073.	0.	-875.	12948.	6911.
33.50	12356.	0.	-888.	13244.	7066.
34.00	12638.	0.	-901.	13540.	7220.
34.50	12921.	0.	-914.	13836.	7375.
35.00	13204.	0.	-928.	14132.	7530.
35.50	13487.	0.	-941.	14428.	7684.
36.00	13769.	0.	-954.	14724.	7839.
36.50	14052.	0.	-968.	15020.	7994.
37.00	14335.	0.	-981.	15316.	8148.
37.50	14618.	0.	-994.	15612.	8303.

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 =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	48 di 49

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

### 6.1 D=1500 mm, L=30 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI15 D=1500

Lunghezza palo	Lp	=	30.00 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	28000.00
8.500	28000.00
22.500	42000.00
22.510	70000.00
37.500	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	28000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3
Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	4.039 m
Zmax	$= Lp/T$	=	7.427

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.4031
As = By =	.9913
Bs =	1.4048

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$        $\alpha = 2.8505 m$

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  
 PROGETTO DEFINITIVO

VI15 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni  
 2/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1503 002	A	49 di 49

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI15 D=1500

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.938	.6979
1.875	.4485
2.813	.2483
3.750	.0927
4.688	-.0238
5.625	-.1067
6.563	-.1617
7.500	-.1942
9.000	-.2108
10.500	-.1986
12.000	-.1698
13.500	-.1340
15.000	-.0978
17.500	-.0469
20.000	-.0138
22.500	.0028
26.250	.0060
30.000	.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
.232	.6993	.1958	-.1954	.9753
.464	.4509	.3278	-.3271	.9130
.696	.2515	.4079	-.4074	.8264
.928	.0961	.4471	-.4466	.7262
1.160	-.0197	.4549	-.4546	.6209
1.393	-.1027	.4398	-.4399	.5165
1.625	-.1581	.4088	-.4096	.4176
1.857	-.1927	.3677	-.3667	.3269
2.228	-.2091	.2918	-.2975	.2027
2.599	-.1988	.2151	-.2227	.1062
2.971	-.1716	.1458	-.1534	.0368
3.342	-.1365	.0884	-.0947	-.0087
3.713	-.0974	.0444	-.0456	-.0348
4.332	-.0483	-.0004	-.0003	-.0475
4.951	-.0132	-.0181	.0206	-.0394
5.570	.0060	-.0194	.0242	-.0246
6.498	.0133	-.0083	.0133	-.0057
7.427	.0000	.0000	.0000	.0000