

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3B)

VI14 - Singolo Binario

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni - Pali d=1500mm

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 RB VI1403 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Da
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Gen. 2020	M.D'effremo	Gen. 2020	A.Barreca	Gen. 2020	A. Vittozzi Mag. 2020
B	1° agg. a consegna CSLP	G. Grimaldi	Mag. 2020	G.Meneschineri	Mag. 2020	A.Barreca	Mag. 2020	

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
4.1 Indagini geotecniche eseguite	6
4.2 Stratigrafia	7
4.3 Categoria di sottosuolo	7
4.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto.....	7
5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO	9
5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLU/SLV).....	9
5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLE RARA)	11
5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo.....	12
6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO.....	13
7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE	16

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni dell'opera denominata **VI14** nell'ambito del Progetto Definitivo Nuovo Collegamento Palermo – Catania , Tratta Caltanissetta Xirbi – Nuova Enna (Lotto 3).

In particolare saranno affrontati i seguenti aspetti:

- condizioni geotecniche;
- verifica capacità portante ai carichi verticali del singolo palo;
- verifica a carico limite orizzontale dei pali;
- valutazione del momento adimensionale lungo il palo e del parametro alfa (rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita).

Tutte le analisi svolte nel seguito sono eseguite in conformità alla normativa italiana vigente sulle opere civili (DM 17/01/2018) e secondo i criteri di calcolo descritti nella relazione generale del progetto RS3T30D09RBGVI0000001.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B	FOGLIO 3 di 17

- *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;*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	Progettazione definitiva Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1500mm	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il Viadotto VI14 si estende dal km 35+115,67 al km 35+213,50 (Singolo binario) per uno sviluppo complessivo di circa 97.80 m ed è costituito da 3 campate isostatiche.

Nel dettaglio:

- 2 campate il cui impalcato è costituito da n°2 cassoncini in c.a.p. di luce L=25,00m (asse pila-asse pila) e luce di calcolo Lc=22,80m (asse appoggi-asse appoggi).
- 1 campate il cui impalcato è a struttura mista acciaio calcestruzzo ed è costituito da n°2 travi in acciaio di luce L=50,00m (asse pila-asse pila) e luce di calcolo Lc=48,00m (asse appoggi-asse appoggi). La campata P1-P2 scavalca il Torrente secondario TS-25.

Le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera e sono di tipo tradizionale. Le pile sono cave di dimensioni pari a 3.40x7.00m.

Le fondazioni del *Viadotto VI14*, sono previste su pali in c.a. di grande diametro sia per le pile che per le spalle.

Di seguito si riportano uno stralcio planimetrico e un profilo di riferimento delle fondazioni in esame e per un diametro dei pali pari a 1500 mm.

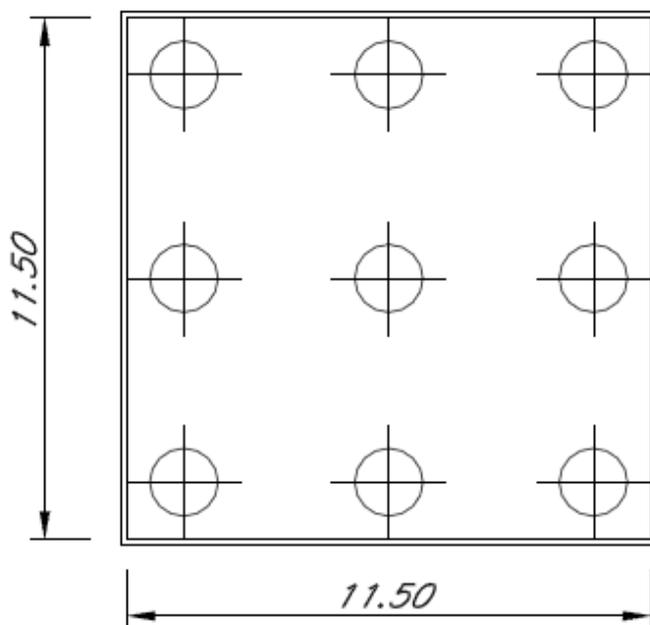


Figura 1 stralcio planimetrico

<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D09RB	VI1403001	B	5 di 17

SPALLA TIPO SINGOLO BINARIO
9 PALI Ø1500

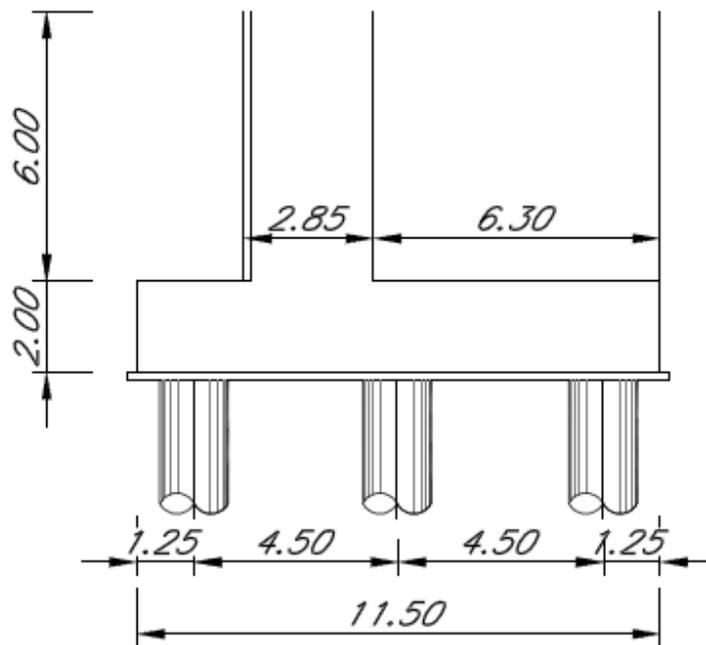


Figura 2 stralcio del profilo longitudinale

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

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

La stratigrafia di riferimento finalizzata al dimensionamento delle palificate di fondazione è rappresentata nel profilo stratigrafico longitudinale di linea del progetto.

Per maggiori dettagli sulla caratterizzazione geotecnica si rimanda alla Relazione geotecnica generale del progetto definitivo.

4.1 Indagini geotecniche eseguite

L'opera in esame è ubicata tra le progressive dal km 35+115,67 al km 35+213,50 (Singolo binario)

La caratterizzazione geotecnica è stata determinata in base ai risultati dei sondaggi 3aS55.

Nel sondaggio 3aS35 sono state effettuate anche prove sismiche di tipo down-hole.

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda massimo è a 1 m di profondità dal p.c.

Il livello di falda di progetto viene considerato a quota testa pali.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

4.2 Stratigrafia

La stratigrafia lungo lo sviluppo dell'opera è la seguente:

STRATIGRAFIA		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
GPQ	Marne, marne argillose e argille marnose	0 – 17
GTL3	Salgemma	17.0÷40.0
FALDA di calcolo: testa palo		

La profondità degli strati si riferisce al piano campagna, nelle verifiche dei pali la stratigrafia considerata è quella presente a partire dalla testa dei pali ovvero a circa -2.00 m dal piano campagna.

4.3 Categoria di sottosuolo

Si definisce una categoria di sottosuolo sismica di tipo E.

4.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

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

Tabella 1 – Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_{op} [MPa]	E_{mr0} [MPa]	E_{mr} [MPa]	k_h [kN/m ²]
GPQ	21	100	18	25	40	-	32-80	-
GTL3	21	50-200	10-25	23-30	500	-	20-80	

Dove:

γ = peso di volume naturale

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

E_{op} = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette

E_{mr} = modulo di reazione orizzontale terreni coerenti

E_{mr0} e k_h = modulo di reazione orizzontale terreni incoerenti e valore incrementale con la profondità (funzione di D_r)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm</p>					
<p><i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i></p>	<p>COMMESSA RS3T</p>	<p>LOTTO 30</p>	<p>CODIFICA D09RB</p>	<p>DOCUMENTO VI1403001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 8 di 17</p>

In particolare:

$$E_{mr0} = E_{op}$$

$$E_{mr} = 400 \times cu$$

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica del progetto.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3T

30

D09RB

VI1403001

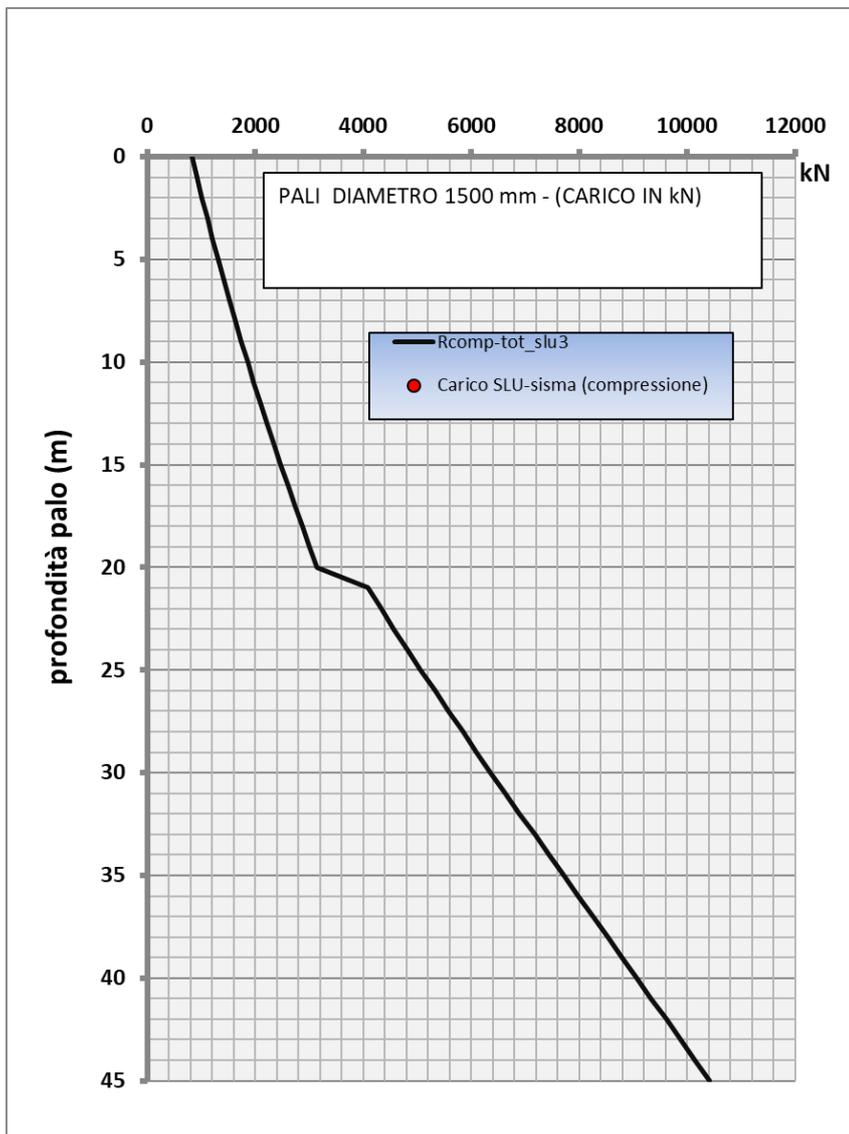
B

9 di 17

5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO

5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLU/SLV)

Z	Rcomp-tot_slu3
m, da testa palo	kN
0	831
1	922
2	1016
3	1112
4	1211
5	1312
6	1416
7	1523
8	1633
9	1745
10	1859
11	1977
12	2097
13	2219
14	2345
15	2473
16	2603
17	2736
18	2872
19	3011
20	3152
21	4085
22	4328
23	4573
24	4822
25	5072
26	5326
27	5582
28	5841
29	6102
30	6366
31	6633
32	6902
33	7173
34	7444
35	7715
36	7986
37	8257
38	8527
39	8798
40	9069
41	9340
42	9611
43	9881
44	10152
45	10423



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1403001

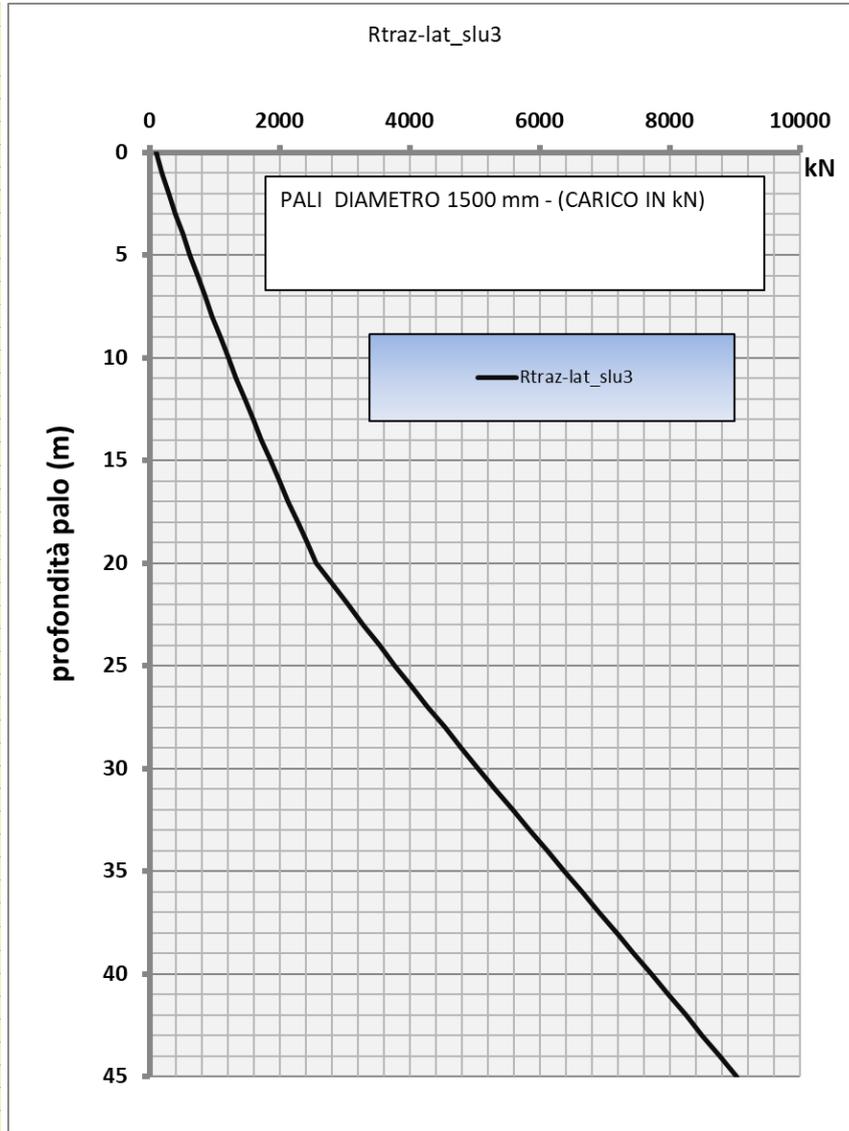
REV.

B

FOGLIO

10 di 17

Z	Rtraz-lat_slu3
m, da testa palo	kN
0	98
1	198
2	301
3	407
4	514
5	624
6	737
7	852
8	969
9	1089
10	1212
11	1337
12	1464
13	1593
14	1726
15	1860
16	1997
17	2136
18	2278
19	2423
20	2569
21	2807
22	3047
23	3290
24	3535
25	3783
26	4033
27	4285
28	4540
29	4798
30	5057
31	5320
32	5584
33	5850
34	6116
35	6382
36	6648
37	6914
38	7180
39	7446
40	7712
41	7978
42	8244
43	8510
44	8776
45	9042



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3T

30

D09RB

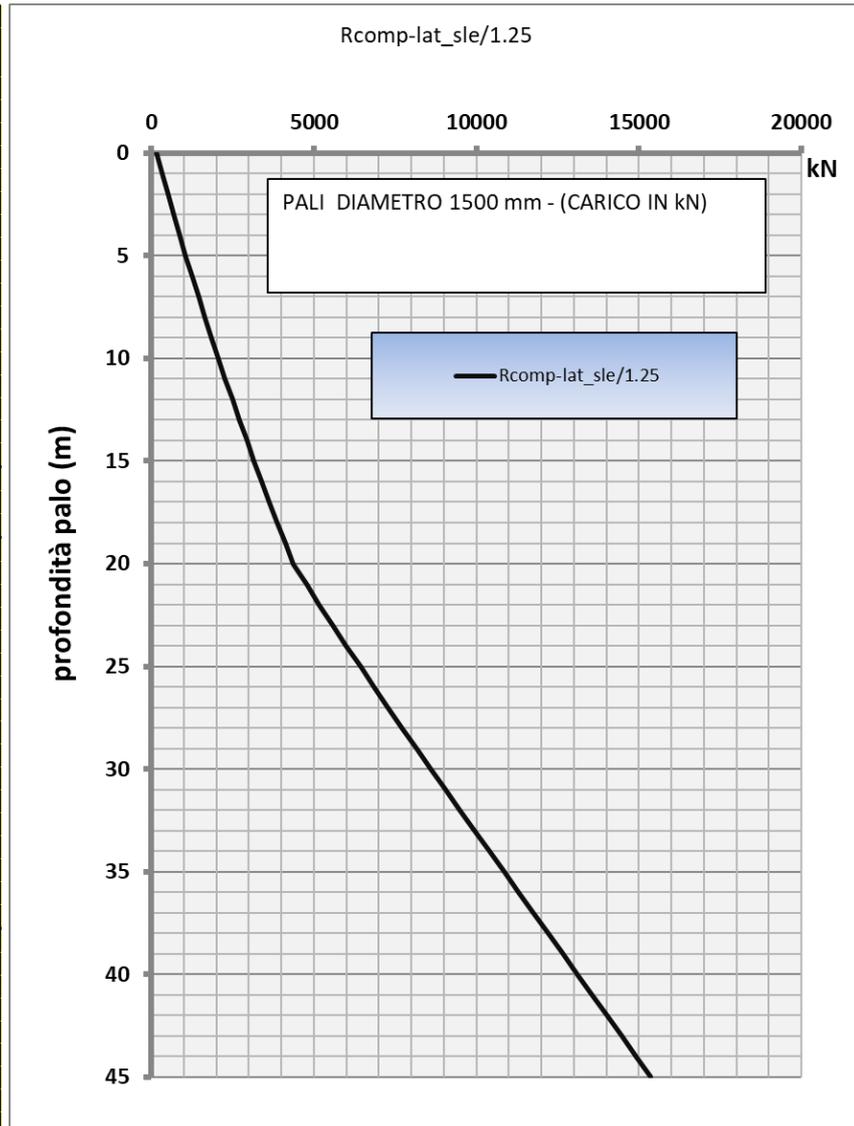
VI1403001

B

11 di 17

5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLE RARA)

Z	Rcomp-lat_sle/1.25
m, da testa palo	kN
0	167
1	337
2	512
3	691
4	874
5	1061
6	1253
7	1448
8	1648
9	1852
10	2060
11	2272
12	2488
13	2709
14	2933
15	3162
16	3395
17	3632
18	3873
19	4118
20	4368
21	4772
22	5181
23	5593
24	6010
25	6431
26	6856
27	7285
28	7718
29	8156
30	8597
31	9043
32	9493
33	9945
34	10397
35	10850
36	11302
37	11754
38	12206
39	12658
40	13110
41	13563
42	14015
43	14467
44	14919
45	15371



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3T

30

D09RB

VI1403001

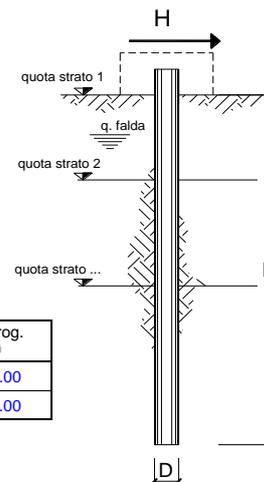
B

12 di 17

5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo

opera **VI14**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R	
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_{ϕ}	γ_{c_u}	γ_T	
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input checked="" type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25	1.40	1.00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GPQ	0.00	21	11	25	2.46	100	25	2.46	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	GTL3	-15.00	21	11	26	2.56	100	26	2.56	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	GTL3	-20.00	21	11	26	2.56	200	26	2.56	200
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **0** (m)
 Diametro del palo **D** **1.50** (m)
 Lunghezza del palo **L** **24.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo **My** **11688.87** (kNm)
 Step di calcolo **0.5** (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	5737.5 (kN)		5737.5 (kN)	
Palo intermedio	12825.0 (kN)		12825.0 (kN)	
Palo corto	35100.0 (kN)		35100.0 (kN)	
H_{med}	5737.5 (kN)	Palo lungo	H_{min}	5737.5 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)				3375.00 (kN)
H_d = H_k/γ_T				2596.15 (kN)

Il valore Hd assume lo stesso valore per tutte le lunghezze dei pali previste (L = 24 - 26 m)

Il momento plastico è calcolato per il pila armato con 40+40 φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO

strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	η_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	GPQ	0.00	37333	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	GTL3	-15.00	26667	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	GTL3	-20.00	53333	
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

α_m (M0/H0)	-2.03161	(m)
Diametro del palo	1.2	(m)
J palo	0.10179	(m ⁴)
Lunghezza del palo	24	(m)
Forza orizzontale in testa	100	(kN)
Momento in testa	0	(kNm)
E cls	31220	(Mpa)
dimensione elementi	1	(m)

(Palo impedito di ruotare in testa)

Il valore α_m assume lo stesso valore per tutte le lunghezze dei pali previste

(L = 24 - 26 m)

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1403001

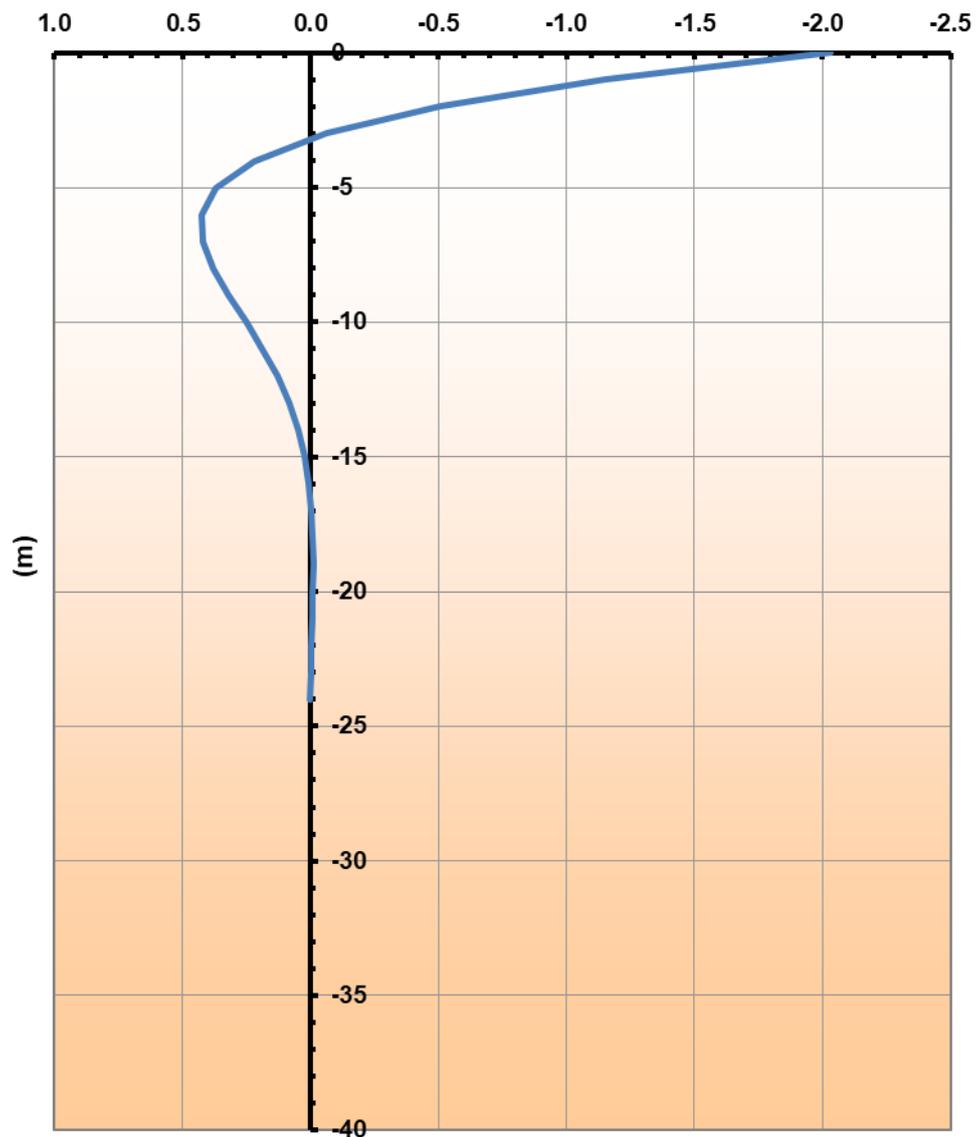
REV.

B

FOGLIO

14 di 17

Rapporto $M(z)/T_0$



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1403001

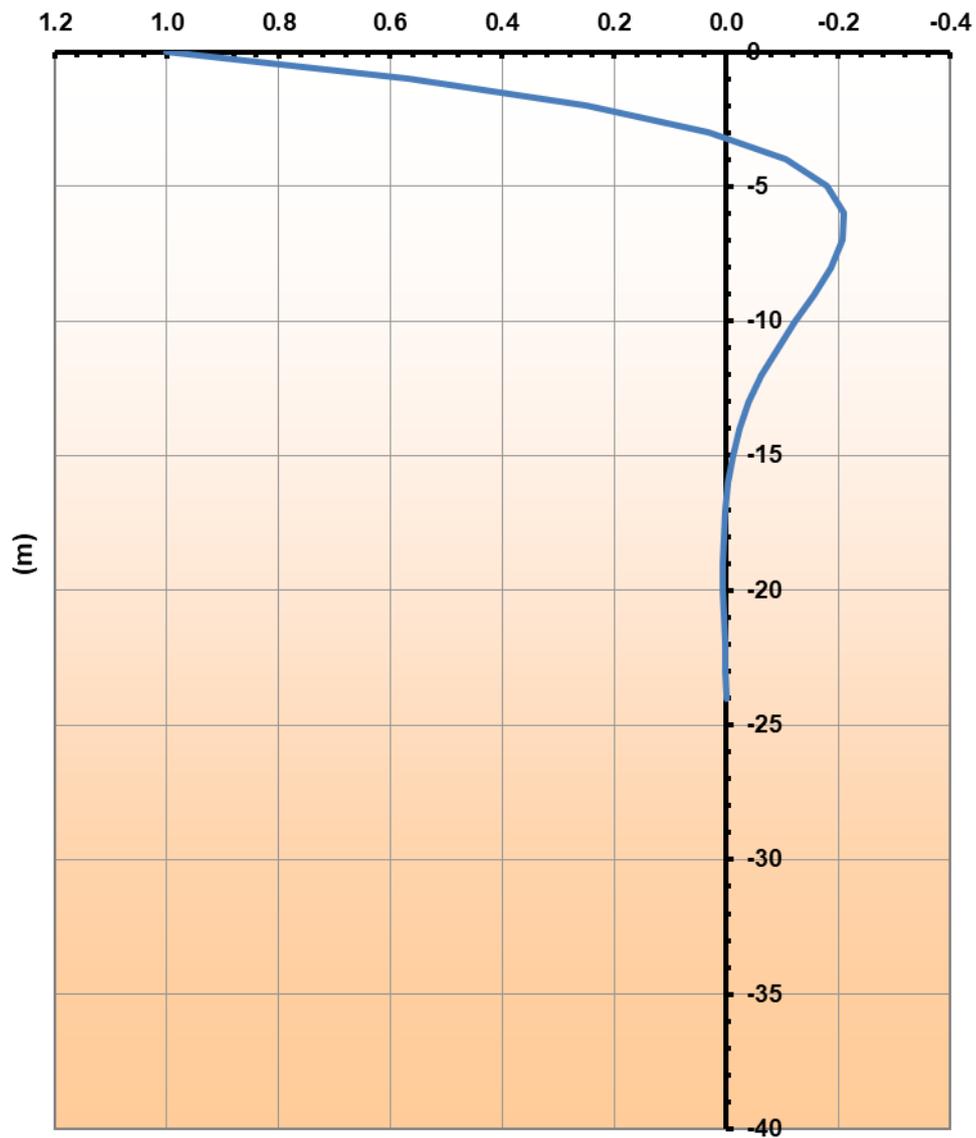
REV.

B

FOGLIO

15 di 17

Momento adimensionale



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI14 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1403001	REV. B

7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE

Di seguito si riportano i carichi e le azioni sollecitanti sui pali di fondazione e di conseguenza i fattori di sicurezza applicati in base alle lunghezze e relative verifiche di sicurezza eseguite.

Per quanto riguarda la verifica a carico limite orizzontale, assumendo un valore della efficienza della palificata pari a 0.8 si ritiene soddisfatta la verifica qualora il fattore Foriz sia superiore ad 1.25 (=1/0.8).

Valori massimi sul singolo palo

Spalla	N [kN]	T[kN]	combinazione	Diametro (mm)	Lunghezza L (m)	Rvert [kN]	Fvert	Roriz [kN]	Foriz
SPA	5117	683	SLU	1500	26	5326	1.04	2596	3.80
	4309	1279	SLV	1500	26	5326	1.24	2596	2.03
	3660	-	SLE rara	1500	26	6856	1.87	..	-
Spalla	N [kN]	T[kN]	combinazione	Diametro (mm)	Lunghezza L (m)	Rvert [kN]	Fvert	Roriz [kN]	Foriz
SPB	4601	569	SLU	1500	24	4822	1.05	2596	4.56
	3301	1082	SLV	1500	24	4822	1.46	2596	2.40
	3273	-	SLE rara	1500	24	6010	1.84	-	-