

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)

VI09 - Singolo Binario

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni - Pali d=1200mm

SCALA:


-

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

RS3T 30 D 09 RB VI0903 002 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 CSLPP	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 VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	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 1.2 m (SLU/SLV).....	9
5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.2 m (SLE RARA)	11
5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo.....	12
6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO	14
7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE	17

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	Progetto definitivo Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1200mm	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	REV. B

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni dell'opera denominata **VI09** 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 VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	REV. B

- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	Progetto definitivo Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1200mm	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	REV. B

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il *Viadotto VI09* si estende dal km 22+360,78 al km 22+509,06 (Singolo binario) per uno sviluppo complessivo di circa 148.30 m ed è costituito da 6 campate isostatiche il cui impalcato è costituito da n°2 cassoncini in c.a.p. di luce $L=25,00\text{m}$ (asse pila-asse pila) e luce di calcolo $L_c=22,80\text{m}$ (asse appoggi-asse appoggi).

Le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. La spalla A risulta essere a struttura tradizionale; l'appoggio finale del viadotto è costituito dalla galleria a sficcio GA05, fondata su pali. Le pile sono cave di dimensioni pari a $3.40 \times 7.00\text{m}$.

Le fondazioni del *Viadotto VI09*, sono previste su pali in c.a. di grande diametro per le pile e per la spalla A.

Di seguito si riportano uno stralcio planimetrico e un profilo di riferimento delle fondazioni in esame e per un diametro dei pali pari a 1200 mm.

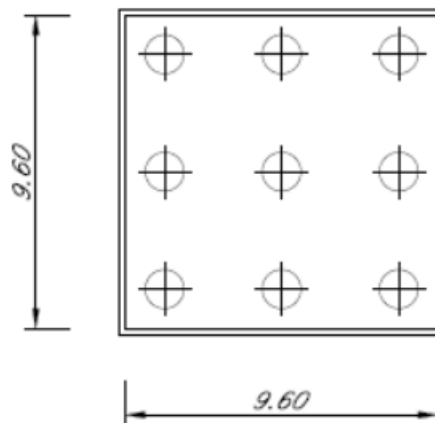


Figura 1 stralcio planimetrico

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0903002

REV.

B

FOGLIO

5 di 18

9 PALI Ø1200

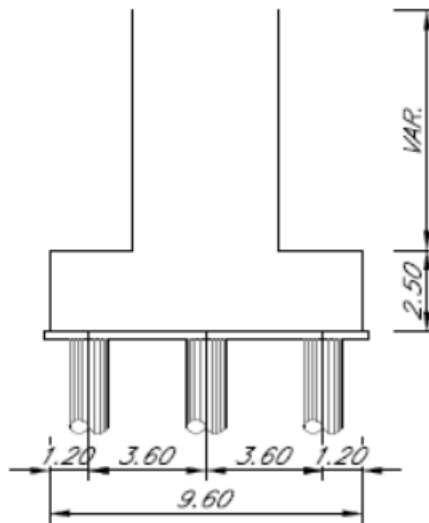



Figura 2 stralcio del profilo longitudinale

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	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 22+360,78 al km 22+509,06 (Singolo binario)

La caratterizzazione geotecnica è stata determinata in base ai risultati dei sondaggi 3As37 - 3aS38.

Nel sondaggio 3aS37 sono state effettuate anche prove sismiche di tipo down-hole che hanno definito una $V_{s,eq} = 329$ m/s.

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda massimo è a 8-10 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 VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	REV. B

4.2 Stratigrafia

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

STRATIGRAFIA		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
a	Ghiaie, sabbie, sabbie limose	0.0÷1.0
a2	Limi e limi argillosi con subordinate sabbie limose	1.0÷3.0
a	Ghiaie, sabbie, sabbie limose	3.0÷12.0
TRV	Argille limose e argille marnose	12.0÷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 -4.00 m dal piano campagna.

4.3 Categoria di sottosuolo

Dall'indagine sismica si definisce una categoria di sottosuolo sismica di tipo C.

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]
a	20	-	0	30	30	30	-	14000
a2	20	50	25	26	30	-	20	-
TRV	20	150-300	32	24	30-300	-	60-120	-

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm

<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	REV. B	FOGLIO 8 di 18
---	-------------------------	--------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------	--------------------------

di Dr)

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=1200mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0903002

REV.

B

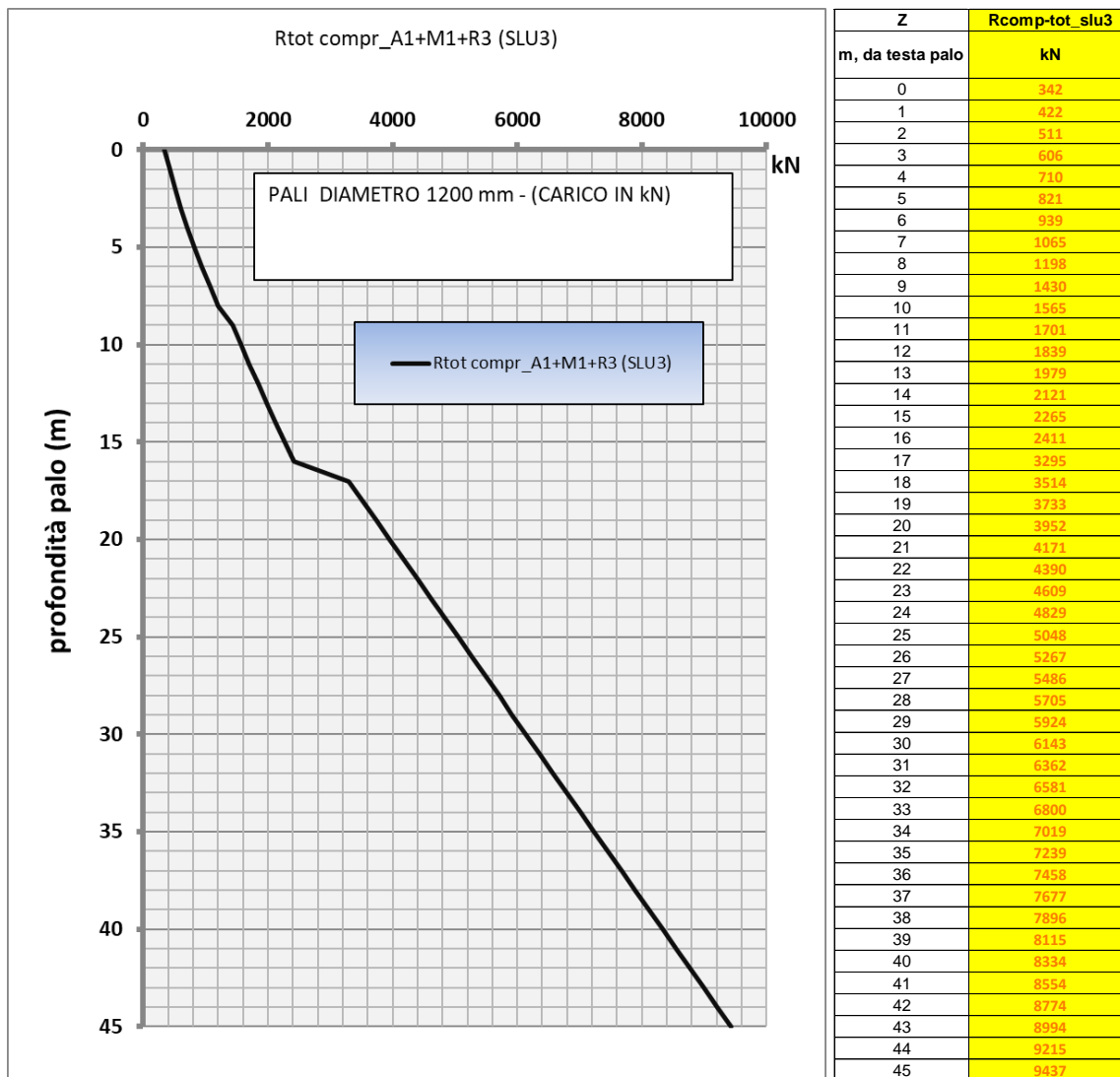
FOGLIO

9 di 18

5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO

Facendo riferimento ad una verticale per il calcolo dei pali si considera un coefficiente riduttivo $\xi = 1.7$.

5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.2 m (SLU/SLV)



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

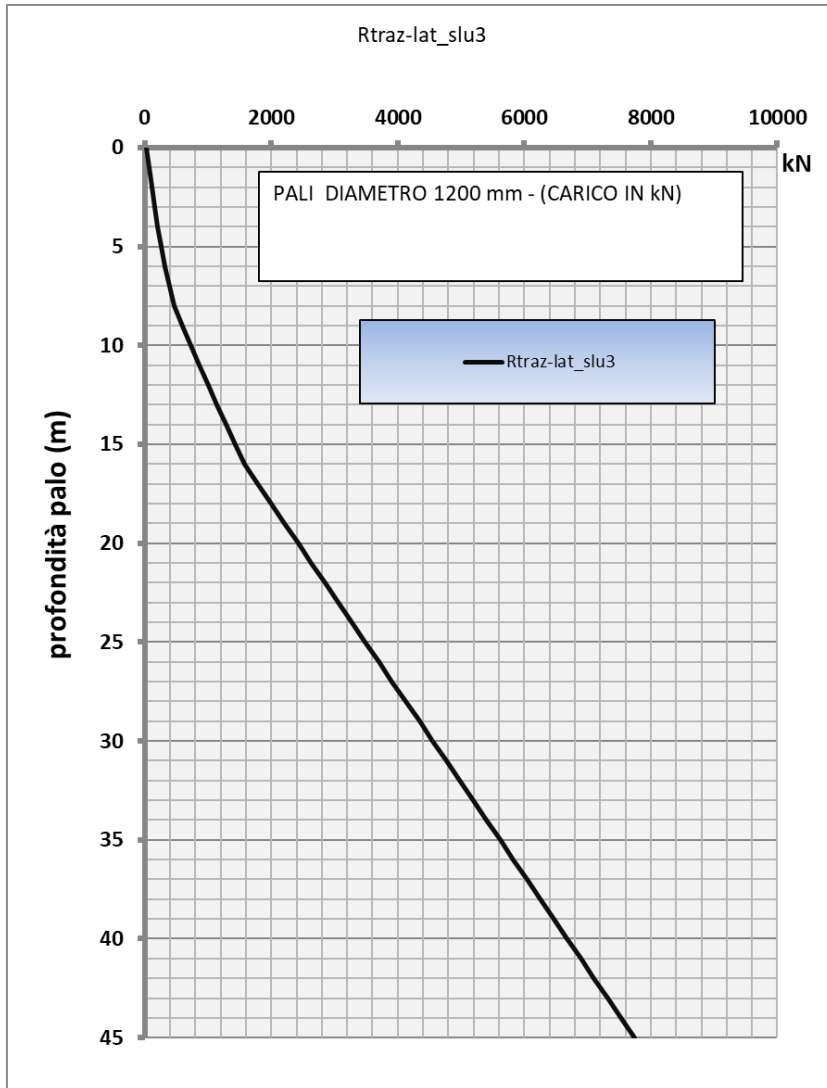
VI0903002

REV.

B

FOGLIO

10 di 18



Z	Rtraz-lat_slu3
m, da testa palo	kN
0	31
1	67
2	107
3	154
4	205
5	261
6	322
7	389
8	461
9	534
10	628
11	765
12	1003
13	1143
14	1285
15	1429
16	1574
17	1787
18	2000
19	2213
20	2425
21	2638
22	2851
23	3064
24	3276
25	3489
26	3702
27	3915
28	4128
29	4340
30	4553
31	4766
32	4979
33	5192
34	5404
35	5617
36	5830
37	6043
38	6255
39	6468
40	6681
41	6894
42	7107
43	7319
44	7532
45	7745

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3T

30

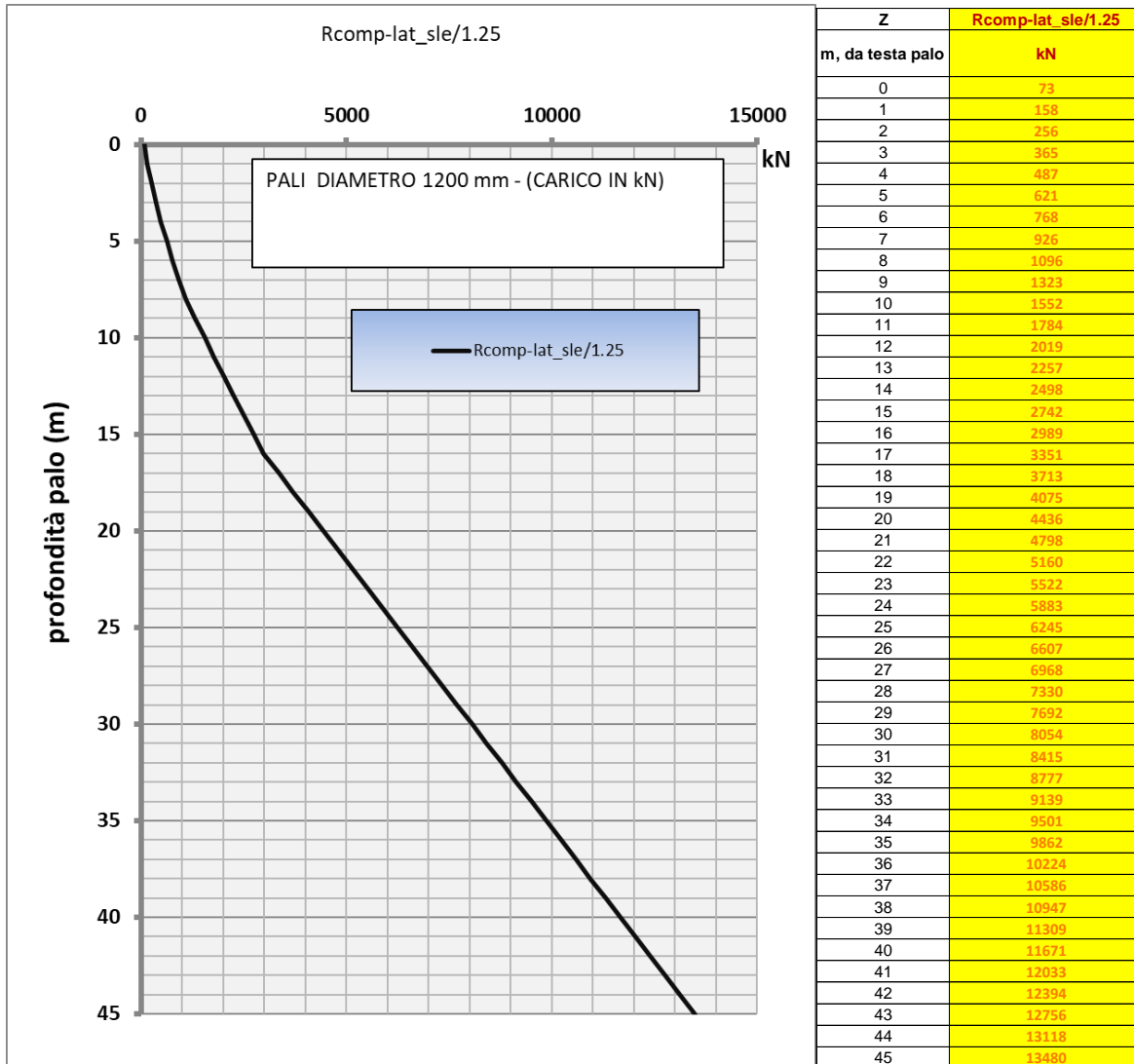
D09RB

VI0903002

B

11 di 18

5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.2 m (SLE RARA)



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3T

30

D09RB

VI0903002

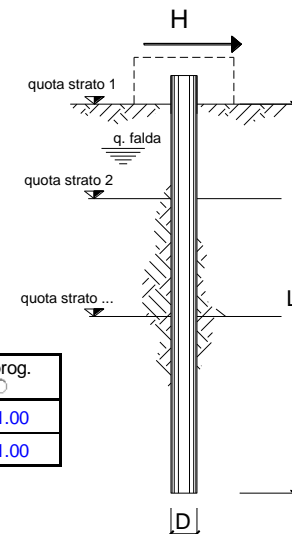
B

12 di 18

5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo

opera **VI09**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	γ_{c_u}	γ_T
			γ_G	γ_Q			
SLU	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	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	a	0.00	20	10	30	3.00	0	30	3.00	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	TRV	-8.00	20	10	23	2.28	150	23	2.28	150
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	TRV	-16.00	20	10	23	2.28	300	23	2.28	300
<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 **1.20** (m)
 Lunghezza del palo L **28.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **5787.91** (kNm)
 Step di calcolo **0.5** (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)


	H medio		H minimo	
Palo lungo	2463.8	(kN)	2463.8	(kN)
Palo intermedio	14796.0	(kN)	14796.0	(kN)
Palo corto	55296.0	(kN)	55296.0	(kN)
H_{med}	2463.8	(kN)	2463.8	(kN)
		Palo lungo		

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$$


1449.26 (kN)

$$H_d = H_k/\gamma_T$$

1114.82 (kN)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</p>					
<p><i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i></p>	<p>COMMESSA RS3T</p>	<p>LOTTO 30</p>	<p>CODIFICA D09RB</p>	<p>DOCUMENTO VI0903002</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 13 di 18</p>

Il valore del momento di plasticizzazione è relativo ad un palo armato con 28 +
28 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	REV. B

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

strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	a	0,00	20000	11200
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	TRV	-8,00	40000	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	TRV	-16,00	80000	0
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

αm (M0/H0)	-2,24503	(m)
Diametro del palo	1,2	(m)
J palo	0,10179	(m ⁴)
Lunghezza del palo	28	(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)

Nella valutazione del K_h si è tenuto in considerazione un valore dell'efficienza della palificata pari a 0.80.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0903002

REV.

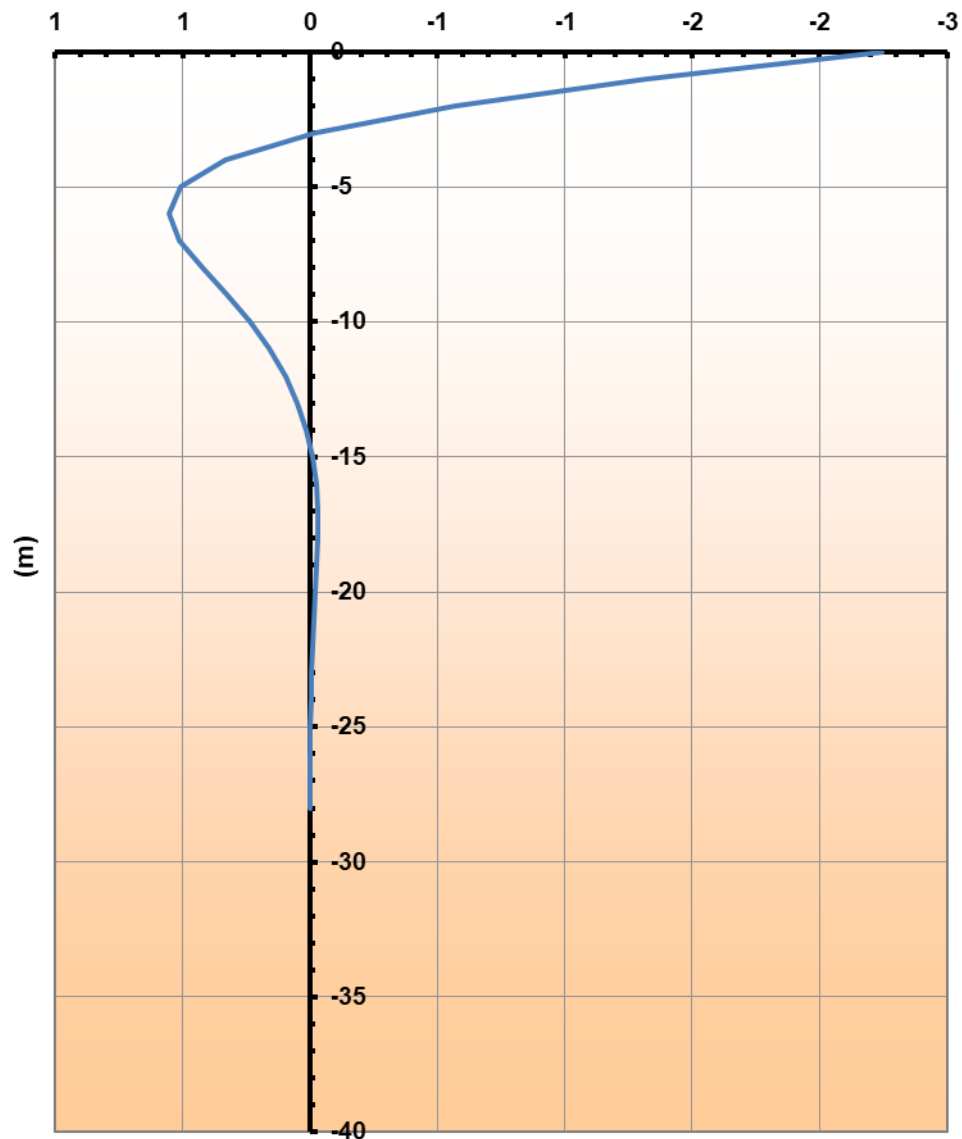
B

FOGLIO

15 di 18

Rapporto $M(z)/T_0$

(kNm)



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0903002

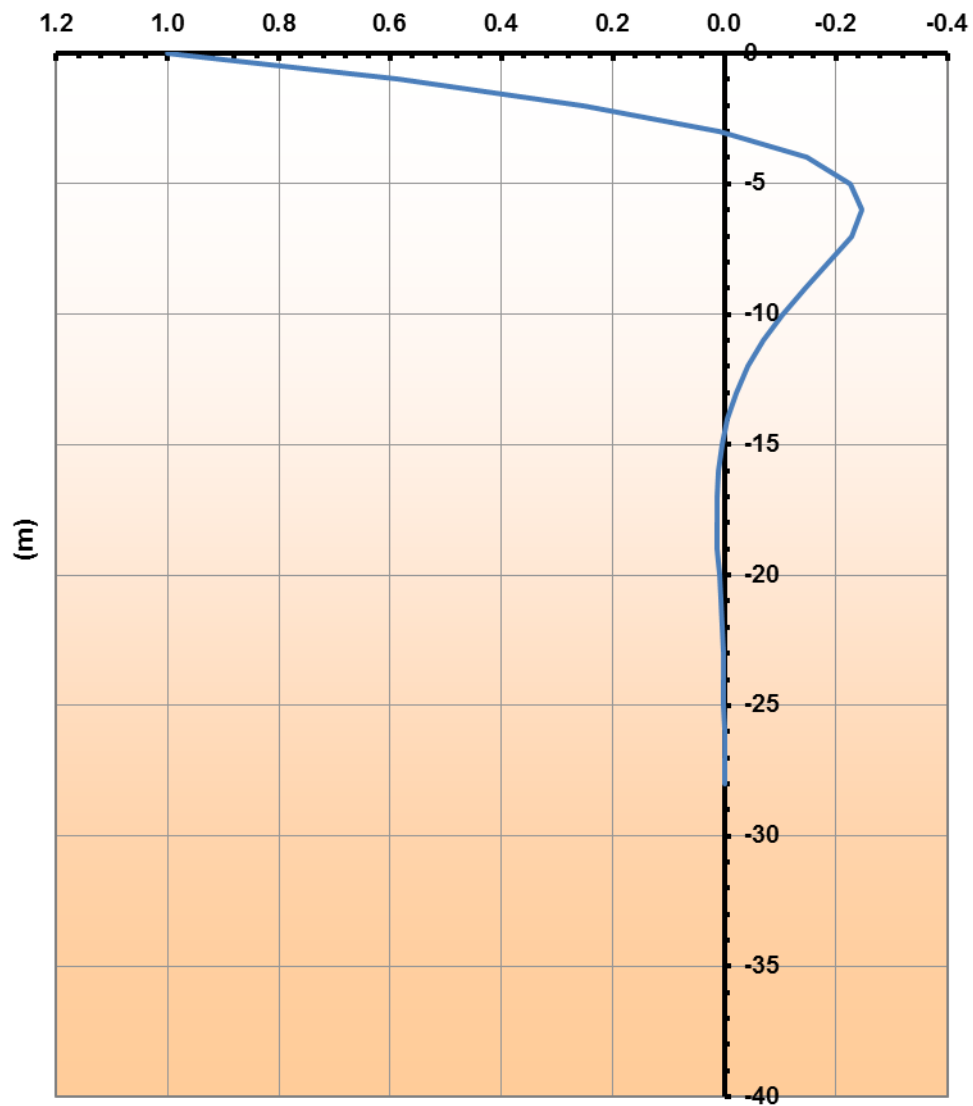
REV.


B

FOGLIO

16 di 18

Momento adimensionale



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI09 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0903002	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 ed i relativi Fattori di Sicurezza.

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

Plinto	N [kN]	T[kN]	combinazione	Diametro (mm)	Lunghezza L (m)	Rvert [kN]	Fvert	Roriz [kN]	Foriz
P 25-25	4707	202	A1_SLU_gr3+vento_7	1200	28	5705	1.21	1114	1.81
	4912	616	E_103y_SLV_q=1.36_64			5705	1.16		
	3314	134	SLE_rar_gr3+vento_20			7330	2.21		