

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 4A)**

**VI04 - Singolo Binario**

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

SCALA:

-

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

**RS3U 40 D 09 RB VI0403 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
B	1° agg. a consegna CSLPP	G. Grimaldi	Mag. 2020	G.Meneschineri	Mag. 2020	A.Barreca	Mag. 2020	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

File: RS3U40D09RBVI0403002B

n. Elab.: 09\_053\_1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</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 .....	8
5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.2 m (SLU/SLV).....	8
5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.2 m (SLE RARA) .....	10
5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo.....	11
6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO ....	12
7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE .....	15

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</b>

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni dell'opera denominata **VI04** nell'ambito del Progetto Definitivo Nuovo Collegamento Palermo – Catania , Tratta Caltanissetta Xirbi – Nuova Enna (Lotto 4).

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 RS3U40D09RBGVI0000001.

## 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*

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>3 di 16</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;*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	Progetto definitivo Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1200mm	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</b>

### 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il Viadotto VI04 si estende dal km 2+003,13 al km 2+141,22 (Singolo Binario) del Nuovo Collegamento Palermo -Catania -Lotto 4A: Tratta Caltanissetta – Enna, per uno sviluppo complessivo di 138.00m ed è costituito da 5 campate isostatiche.

Nel dettaglio:

- 4 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 campata il cui impalcato è a struttura mista acciaio calcestruzzo ed è costituito da n°2 travi in acciaio di luce L=40,00m (asse pila-asse pila) e luce di calcolo Lc=38,00m (asse appoggi-asse appoggi). La campata in oggetto sovrappassa un fosso.

Le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Le pile sono cave di dimensioni pari a 3.30x7.00m per impalcato di luce 25.00m e di 3.40x7.00m per le luci di 40.00m.

Le fondazioni delle pile del Viadotto -VI04, sono previste su pali in c.a. di grande diametro.

Le spalle A (6 pali) e B sono di tipo tradizionale, fondate su pali di grande diametro.

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.

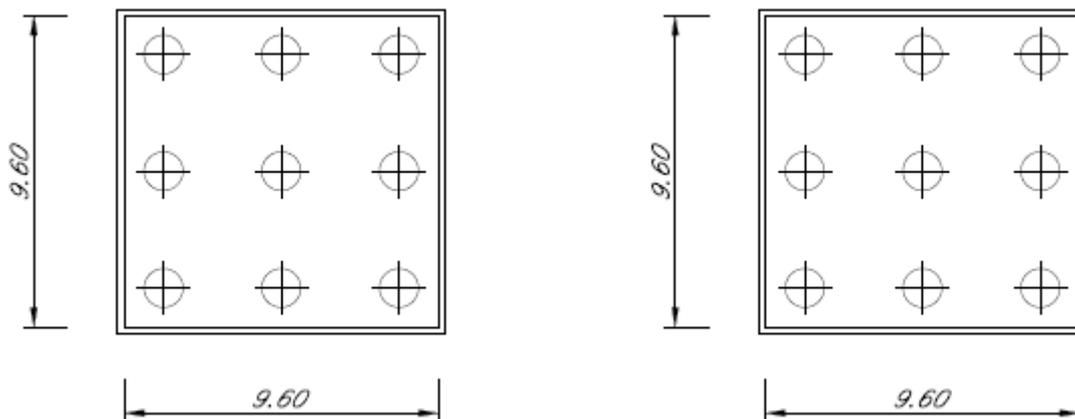


Figura 1 stralci planimetrici

<p>Progetto definitivo                  Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni                  Pali d=1200mm</p>	<p>COMMESSA                  RS3U</p>	<p>LOTTO                  40</p>	<p>CODIFICA                  D09RB</p>	<p>DOCUMENTO                  VI0403002</p>	<p>REV.                  B</p>	<p>FOGLIO                  5 di 16</p>
---	---	--------------------------------------	--	---	------------------------------------	--

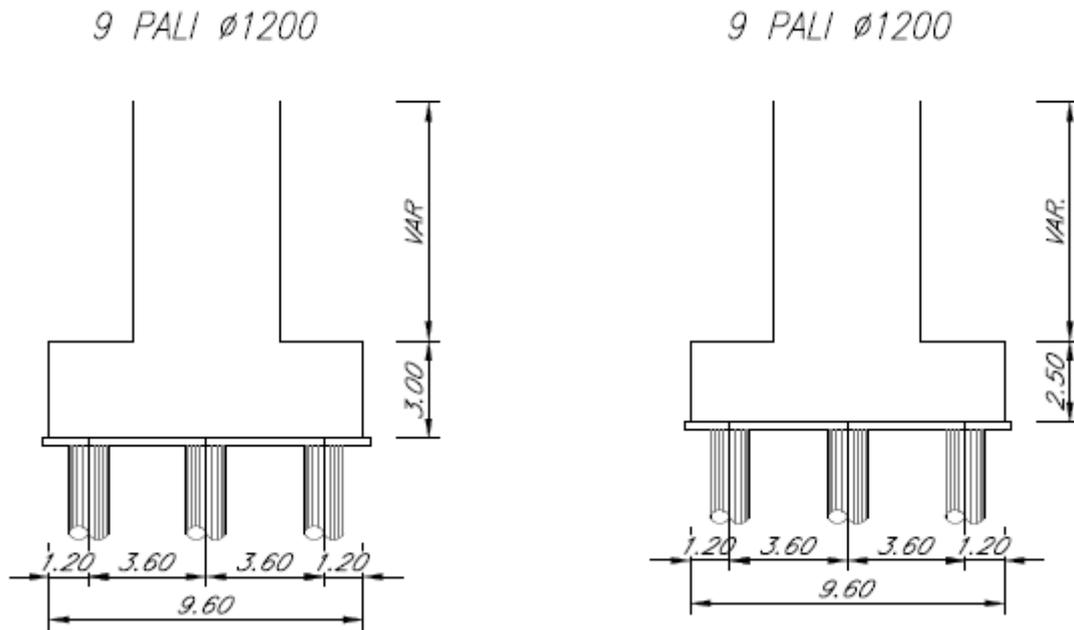


Figura 2 stralci del profilo longitudinale

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</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 2+003,13 al km 2+141,22 B.P.

La caratterizzazione geotecnica è stata determinata in base ai risultati dei sondaggi 4As09-4As11-4As12.

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda è a circa 5-10m al p.c.

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</b>

## 4.2 Stratigrafia

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

STRATIGRAFIA		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
a	Depositi alluvionali incoerenti	0.0÷9.0
TRV	Argille limose e argille marnose	>2.0÷9.0
FALDA di calcolo: testa palo		

## 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*

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$E_{op}$ [MPa]	$E_{mr0}$ [MPa]	$E_{mr}$ [MPa]	$k_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]
a	20	-	0	33	-	40	-	16500
TRV	20	200	37	17	-	-	80	-

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = 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  $D_r$ )

In particolare:

$E_{mr0} = E_{op}$

$E_{mr} = 400 \times c_u$

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica del progetto.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0403002

REV.

B

FOGLIO

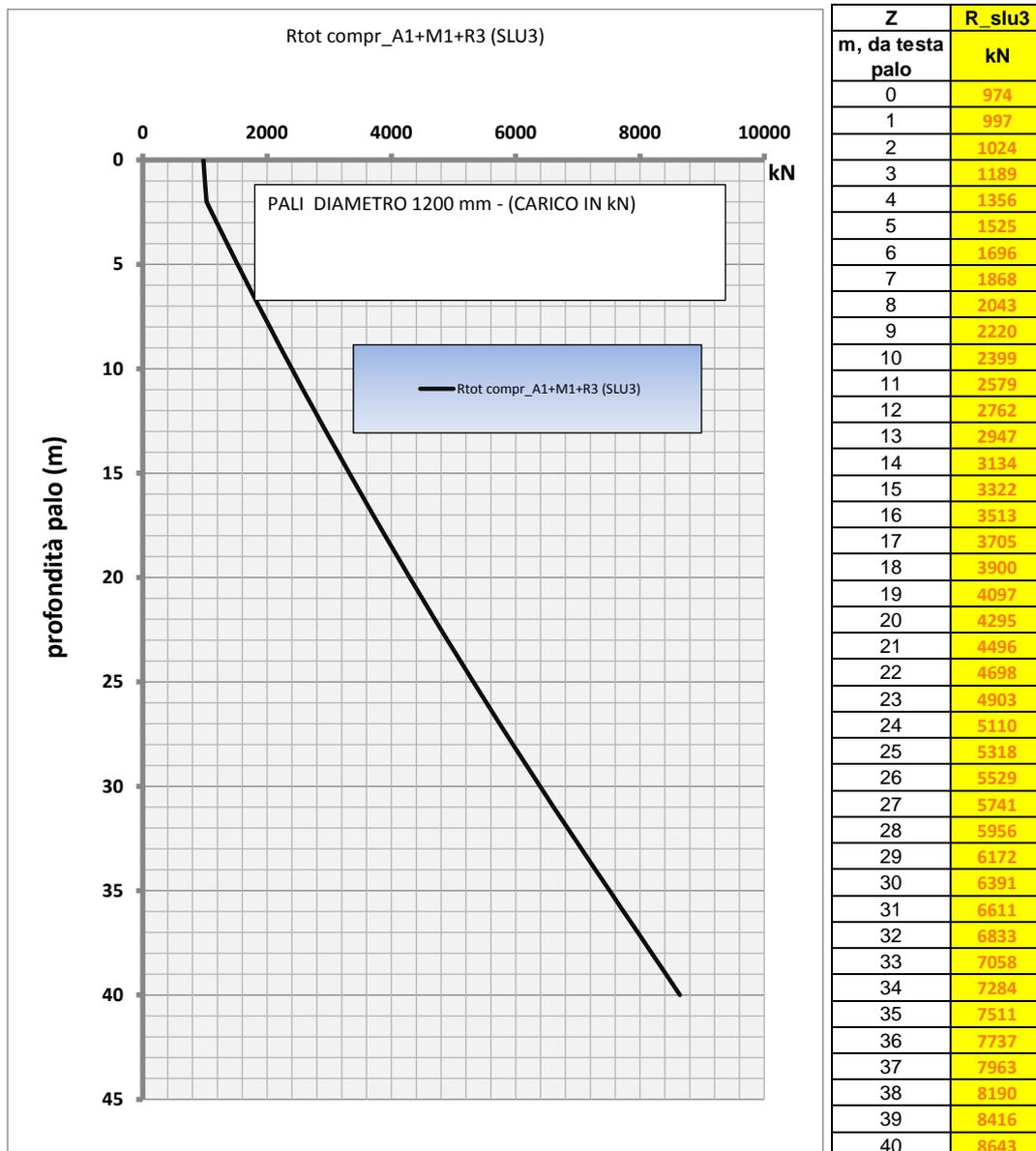
8 di 16

## 5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO

Facendo riferimento ad una verticale per il calcolo dei pali si considera un coefficiente riduttivo

$$\xi = 1.65$$

### 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

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

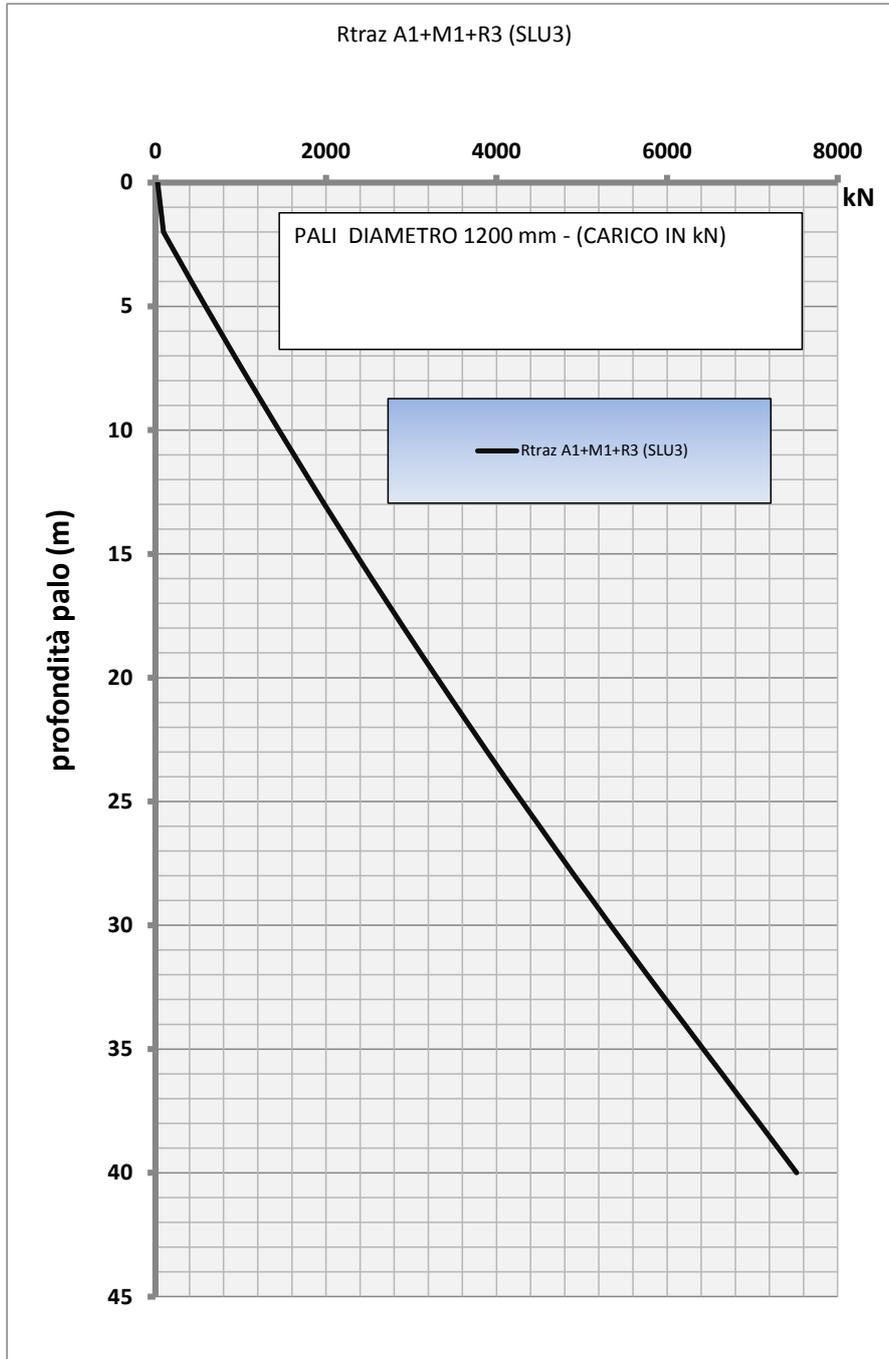
VI0403002

REV.

B

FOGLIO

9 di 16



Z	Rtraz_slu3
m, da testa palo	kN
0	27
1	59
2	96
3	259
4	423
5	589
6	757
7	927
8	1099
9	1272
10	1448
11	1625
12	1804
13	1985
14	2168
15	2352
16	2538
17	2727
18	2917
19	3108
20	3302
21	3498
22	3695
23	3894
24	4095
25	4298
26	4502
27	4709
28	4917
29	5127
30	5339
31	5553
32	5768
33	5986
34	6205
35	6424
36	6644
37	6863
38	7082
39	7301
40	7520

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0403002

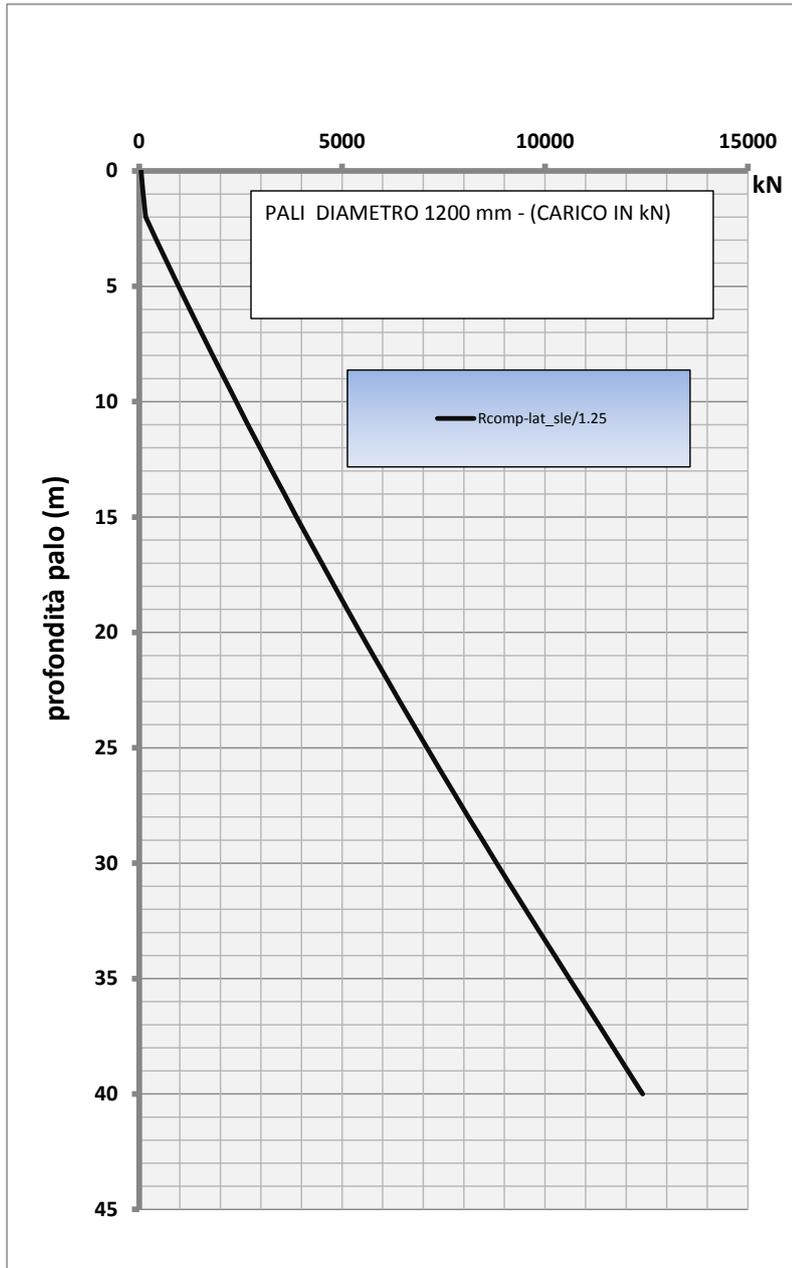
REV.

B

FOGLIO

10 di 16

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



Z	Rlat_sle/1.25
m, da testa palo	kN
0	45
1	98
2	158
3	427
4	698
5	972
6	1249
7	1530
8	1813
9	2100
10	2389
11	2681
12	2977
13	3275
14	3577
15	3881
16	4189
17	4499
18	4812
19	5129
20	5449
21	5771
22	6097
23	6425
24	6757
25	7091
26	7429
27	7770
28	8113
29	8460
30	8810
31	9162
32	9518
33	9877
34	10238
35	10600
36	10962
37	11324
38	11685
39	12047
40	12409

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3U

40

D09RB

VI0403002

B

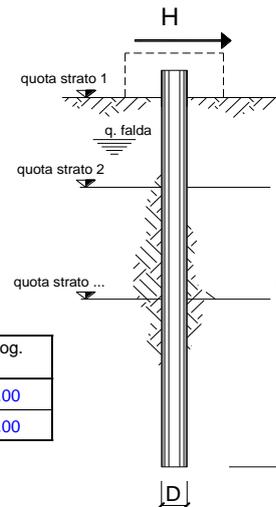
11 di 16

### 5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo

opera **VI04**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\phi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
SUD	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			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.30	1.50	1.25	1.40	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Parametri medi			Parametri minimi		
					$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	TRV	100.00	20	10	17	1.83	200	17	1.83	200
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<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 **100** (m)  
 Diametro del palo D **1.20** (m)  
 Lunghezza del palo L **40.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  **2874.81** (kNm)  
 Step di calcolo **0.25** (m)

- palo imoedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2430.0 (kN)		2430.0 (kN)	
Palo intermedio	32400.0 (kN)		32400.0 (kN)	
Palo corto	82620.0 (kN)		82620.0 (kN)	
$H_{med}$	<b>2430.0 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	$H_{min}$	<b>2430.0 (kN)</b> <b>Palo lungo</b>
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			1472.73 (kN)	
$H_d = H_k/\gamma_r$			<b>1132.87 (kN)</b>	

Il valore del momento di plasticizzazione è relativo ad un palo armato con 24  $\Phi 30$ .

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</b>

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

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1	TRV	0.00	53333	0
<input type="checkbox"/> strato 2				
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

$\alpha m$ (M0/H0)	<b>-1.87565</b>	(m)
Diametro del palo	<b>1.2</b>	(m)
J palo	0.10179	(m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	<b>40</b>	(m)
Forza orizzontale in testa	<b>100</b>	(kN)
Momento in testa	<b>0</b>	(kNm)
E cls	<b>31220</b>	(Mpa)
dimensione elementi	<b>0.25</b>	(m)

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

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

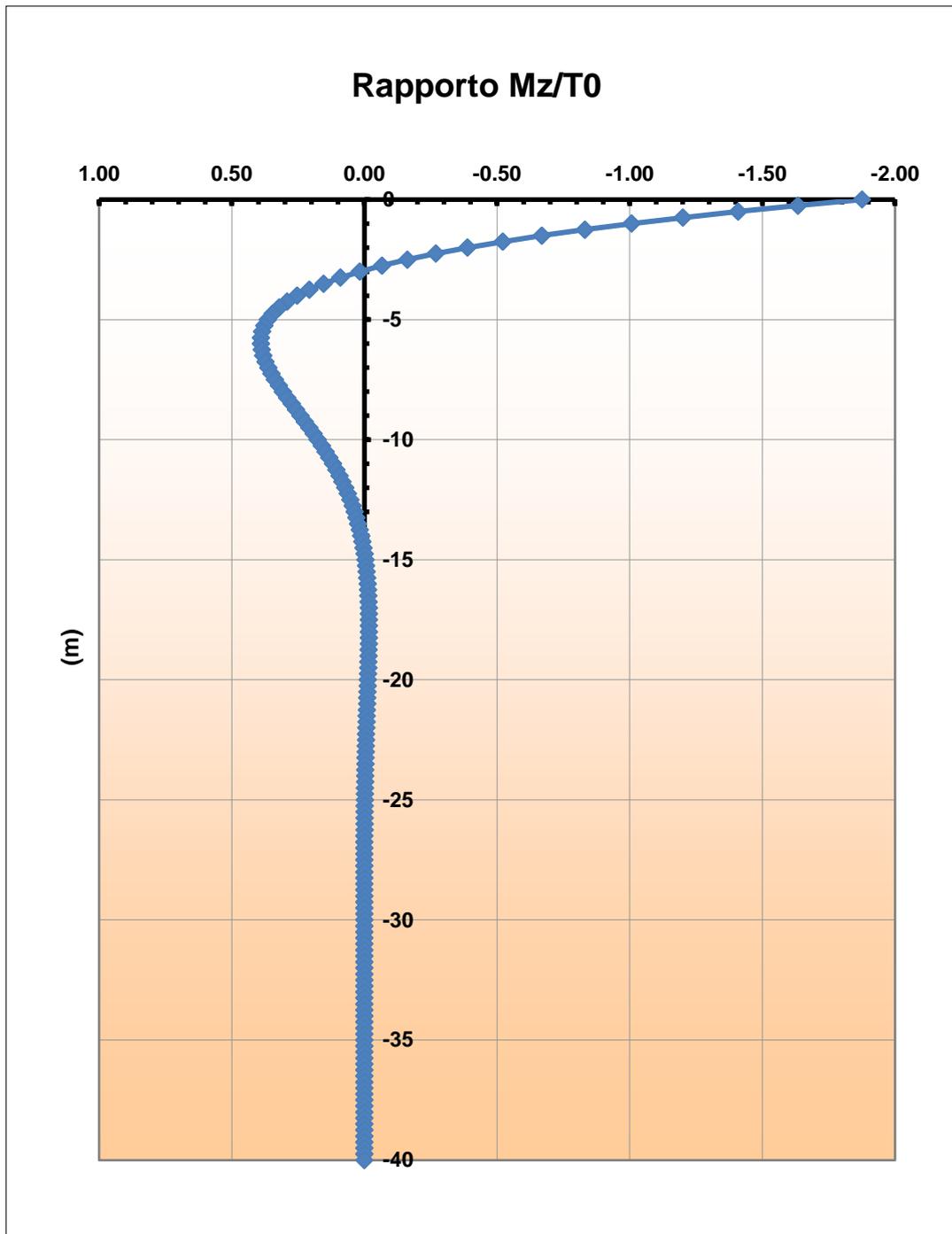
VI0403002

REV.

B

FOGLIO

13 di 16



Valore  $M_0/T_0 = 2.49$

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1200mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0403002

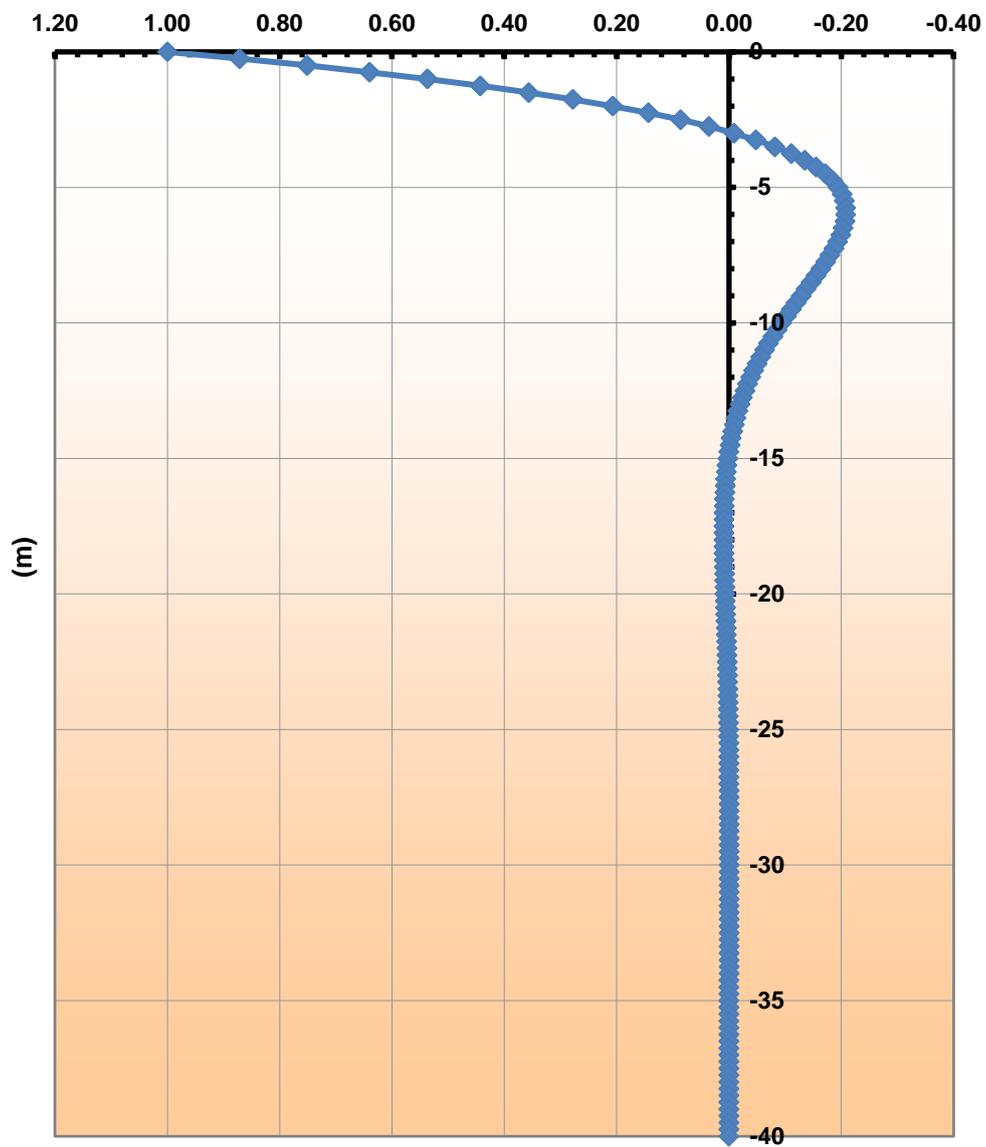
REV.

B

FOGLIO

14 di 16

### Momento adimensionale



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1200 mm</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1200mm</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09RB</b>	DOCUMENTO <b>VI0403002</b>	REV. <b>B</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

Plinto	N [kN]	T[kN]	combinazione	Diametro (mm)	Lunghezza L (m)	Rvert [kN]	Fvert	Roriz [kN]	Foriz
P 25-25 h<8	<b>4504</b>	186	A1_SLU_gr3+vento_7	1200	27	5741	1.27	1132	2.35
	4010	<b>481</b>	E_103y_SLV_q=1.36_64			5741	1.43		
	3174	124	SLE_rar_gr3+vento_20			7770	-		
P 25-25 h<15.5	<b>7064</b>	243	A1_SLU_gr3+vento_7	1200	39	8416	1.19	1132	1.59
	6731	<b>710</b>	E_103x_SLV_q=1.36_63			8416	1.25		
	4933	162	SLE_rar_gr3+vento_20			12047	-		