

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

VI10 – Ponte su canale da km 20+226,600 a km 20+251,600

Relazione di calcolo Pali di fondazione

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

Il Direttore Tecnico

firma (Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

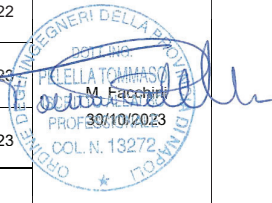
Data

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 B	0 2	E	Z Z	C L	V I 1 0 0 3	0 0 5	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	L. de Sanctis	14/12/2022	S.Carozza	16/12/2022	T. Pelella	18/12/2022	
B	Revisione	P.Carandente T.	07/06/2023	S.Carozza	09/06/2023	T. Pelella	09/06/2023	
C	Revisione	P.Carandente T.	20/10/2023	S.Carozza	25/10/2023	T. Pelella	25/10/2023	



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	1

**INDICE**

<b>1.. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Normativa di riferimento .....	3
2.2 Documenti di riferimento .....	3
2.3 Bibliografia di riferimento .....	3
<b>3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>5</b>
3.1 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione $R_{ck} > 30$ Mpa (C25/30) .....	5
3.2 Acciaio d'armatura B450C .....	5
<b>4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>6</b>
<b>5.. AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>6.. CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>10</b>
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali .....	10
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati .....	12
<b>7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE .....</b>	<b>13</b>
7.1 SPALLA 01 .....	14
7.2 SPALLA 02 .....	15
<b>8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE .....</b>	<b>16</b>
8.1 PALIFICATA SPALLA 01 .....	17
8.2 PALIFICATE SPALLA 02 .....	19
<b>9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE .....</b>	<b>21</b>
9.1 PALIFICATE SPALLA 01 .....	21
9.2 PALIFICATE SPALLA 02 .....	27
<b>10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE .....</b>	<b>34</b>
10.1 SPALLA 01 .....	41
10.2 SPALLA 02 .....	48
10.3 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI .....	54
<b>11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE .....</b>	<b>55</b>
11.1 STRATIGRAFIA 1 .....	55

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	2

**1 PREMESSA**

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche delle fondazioni delle spalle del viadotto ferroviario denominato VI10, previsto tra le progressive chilometriche 20+226.600 e 20+251.600.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 25m è a doppio binario composto da 1 campata in C.A.P da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso. La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

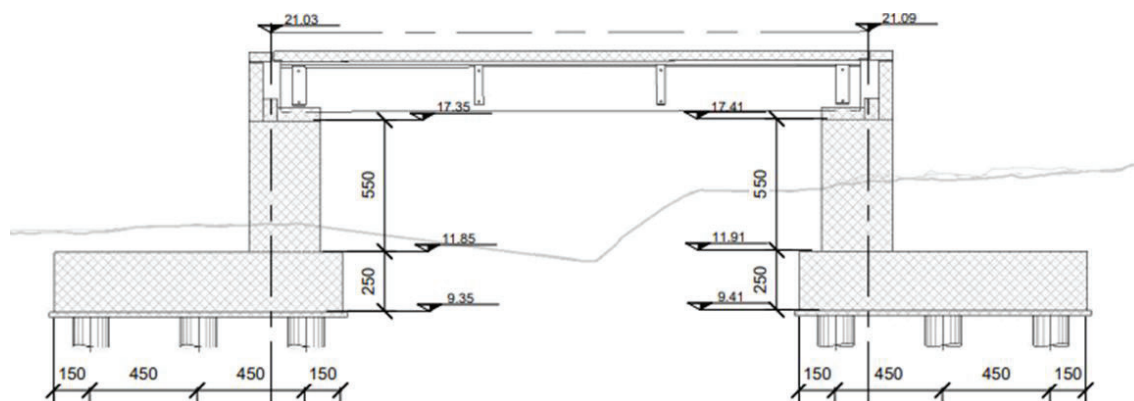


Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame

A scopo illustrativo vengono rappresentate le fondazioni delle pile e quelle delle spalle:

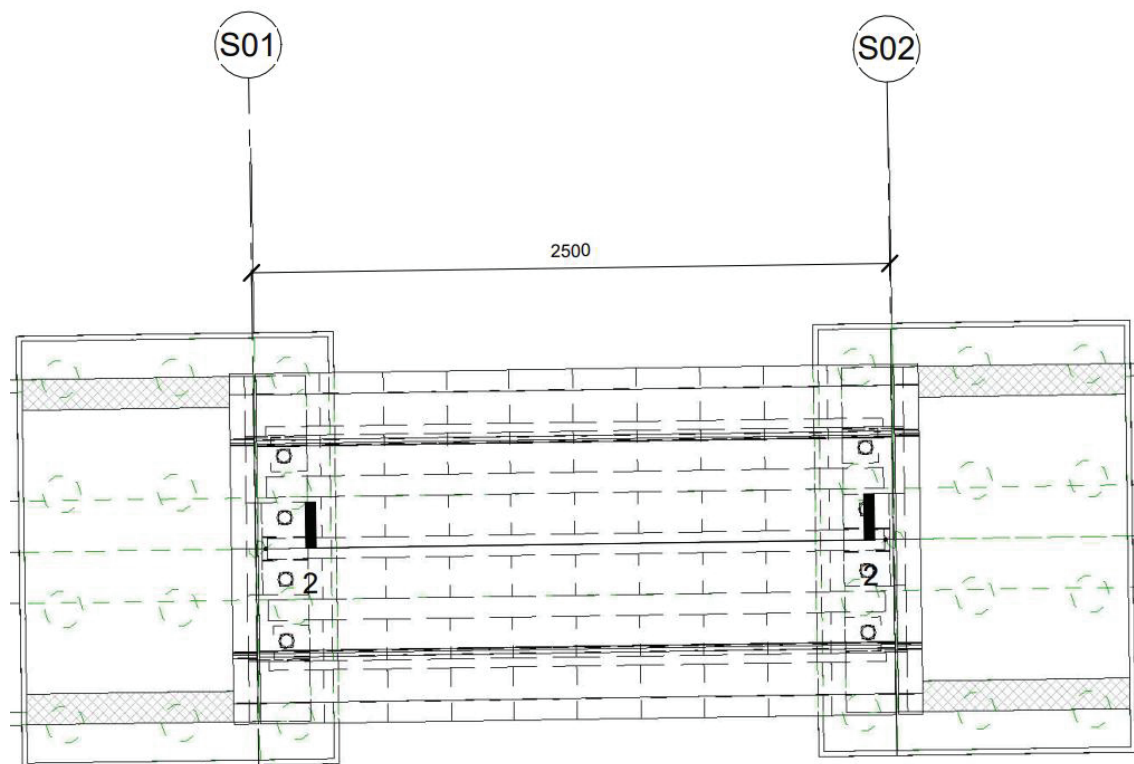


Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	3

Nel presente documento si analizzano alcune fondazioni del viadotto in esame. Di seguito quindi si riporta un quadro riassuntivo delle analisi svolte per il viadotto in esame che vanno a coprire tutti i possibili scenari di progetto.

*Tabella 1. Descrizione delle opere.*

WBS	PILE	Tipologia	Altezza di calcolo	Stratigrafia
[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
VI10	Spalla 01	fissa	5	1
	Spalla 02	mobile	4.5	1

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

- D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018”;
- RFI DTC SI MA IFS 001 E “Manuale di Progettazione delle Opere Civili”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 E “Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili”;

### 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti.

- D.1. LI0B 02 EZZ RB GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3. Relazione geotecnica generale.

### 2.3 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Berezantsev VG (1965). Design of deep Foundations. Proc. 6th International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol. 2, Montreal, 234-237.
- Broms, BB (1964a). Lateral resistance of piles in cohesive soils. J. Soil Mech. Found. Div. 90, No. SM2, 27–63.
- Broms, BB (1964b). Lateral resistance of piles in cohesionless soils. J. Soil Mech. Found. Div. 90, No. SM3, 123–156.
- Callisto L, Gorini DN (2022). Generalised ultimate loads for pile groups. Acta Geotechnica, 17(6), 2495-2516;
- de Sanctis L, Di Laora R, Garala TK, Madabhushi SPG, Viggiani GMB, Fagnoli P (2021). Centrifuge modelling of the behaviour of pile groups under vertical eccentric load. Soils & Foundations, 61(2), 465-479;

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>4</b>

- Dobry R, Gazetas G (1988). Simple method for dynamic stiffness and damping of floating pile groups. *Géotechnique*, 38(4), 557-574.
- de Sanctis L, Di Laora R, Maiorano RMS, Aversa S, Favata G (2021). Failure envelopes of pile groups under combined axial-moment loading: theoretical background and experimental evidence. *Soils & Foundations*, 61(5), 1419-1430;
- Di Laora R, de Sanctis L, Aversa S (2019). Bearing capacity of Pile Groups under vertical eccentric load. *Acta Geotechnica*, 14(1), 193-205;
- Di Laora R, Iodice C, Mandolini A (2022). A closed-form solution for the failure interaction diagrams of pile groups subjected to inclined eccentric load. *Acta Geotechnica*, 17(8), 3633-3646;
- Iovino M, Maiorano RMS, de Sanctis L, Aversa S (2021a). Failure envelopes of pile groups under inclined and eccentric loads. *Géotechnique Letters*, 11(4), 247-253;
- Iovino M, Di Laora R, de Sanctis L (2021b). Serviceability limit state analysis of piled foundations under combined axial-moment loading. *Acta Geotechnica*, 16(12), 3963-3973, doi: 10.1007/s11440-021-01340-4;
- Randolph MF, Wroth CP (1979). An analysis of vertical deformation of pile groups. *Géotechnique*, 29(4): 423-439
- Skempton AW (1951) The bearing capacity of clays. *Proceedings of building research congress*. ICE, London, pp 180–189
- Viggiani C, Mandolini A, Russo G (2011). *Piles and piles foundations*. Spon Press, London
- Associazione geotecnica italiana (1984) *Raccomandazioni sui pali di fondazione*.

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	5

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO PALI E PLINTI DI FONDAZIONE $R_{ck} > 30$ MPA (C25/30)

- $R_{ck} = 30$  MPa                                      resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 25$  MPa                                        resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33$  MPa                            resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56$  MPa                resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80$  MPa                    resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476$  MPa        modulo elastico
- $\gamma = 25.0$  kN/m<sup>3</sup>                                    peso per unità di volume

##### Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.2$  MPa;  $\gamma_c = 1.50$                 resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.20$  MPa                                      resistenza di progetto a trazione

##### Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.8$  MPa                                tensione limite in combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0$  MPa                                tensione limite in combinazione quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13$  MPa                                    tensione limite di fessurazione (trazione)

#### 3.2 ACCIAIO D'ARMATURA B450C

- $f_{yk} = 450$  MPa                                        resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$  MPa                                        resistenza caratteristica a rottura
- $E_s = 210000$  MPa                                    modulo elastico

##### Resistenza di progetto allo SLU

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391$  MPa ;  $\gamma_s = 1.15$                         resistenza di progetto a compressione

##### Resistenza di progetto allo SLE

- $\sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5$  MPa                                tensione limite in combinazione caratteristica (rara)

copriferro netto 60mm.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	6

#### 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per una definizione delle caratteristiche geotecniche del sito ed in particolare dei valori dei parametri geotecnici utilizzati per il dimensionamento dei pali di fondazione delle opere in esame, si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale (LI0B02EZZRBGE0005001A). Di seguito vengono rappresentate le stratigrafie utilizzate per il dimensionamento delle fondazioni in oggetto:

Tabella 2. Stratigrafia e parametri di calcolo Spalla 01

Unità geotecnica	Profondità [m]	$\gamma$ [kNm <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$E_0$ [MPa]	$q_{s,lim}$ [kPa]	$q_{b,lim}$ [kPa]	$Nq^*$ [-]
ba2	Da 0.0 a 10.5	20	33	0	-	150	60	4300	13
CGC1g	Da 10.5 a 21.0	19.5	38	0	-	500	115	5800	23
SSR	Da 21.0 a 25.5	19.5	35	0	-	800	80	5800	15
SSR3	Da 25.5 a 30.0	20	-	-	150		100	$9c_u + \sigma_v$	-
SSR3	Da 30.0 a 45.0	20	-	-	300		100	$9c_u + \sigma_v$	-

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grande diametro  $D=1500\text{mm}$  considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi considerando le seguenti ipotesi di calcolo:

- N°1 verticali di indagine, da cui  $\xi_3=\xi_4=1.70$
- Coefficienti di sicurezza sulle portate laterali e alla base:

Resistenza	Simbolo	Trivellato
	$\gamma_R$	<b>R3</b>
<b>Base</b>	$\gamma_b$	<b>1.35</b>
<b>Lat. (compr.)</b>	$\gamma_s$	<b>1.15</b>
<b>Tot. (compr.)</b>	$\gamma_t$	<b>1.30</b>
<b>Lat. (traz)</b>	$\gamma_{st}$	<b>1.25</b>

- La falda viene assunta 5.0 metri di profondità da piano campagna.
- L'affondamento della fondazione (quota testa palo) è sempre posto a 2.5m dal piano campagna.

#### 5 AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE

Vengono di seguito rappresentate le azioni all'intradosso delle fondazioni in esame considerate. Per quanto riguarda il sistema di riferimento si faccia riferimento alle figure seguenti (fondazioni delle spalle):

**Relazione di calcolo Pali di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	7

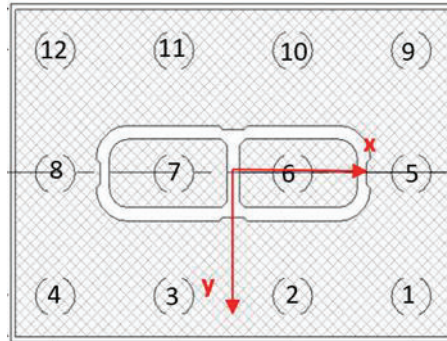


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle spalle con indicazione della numerazione dei pali

Si fa presente che la colonna con intestazione M e la colonna con intestazione H rappresentano, rispettivamente, la composizione vettoriale dei momenti e dei tagli sollecitanti.

Tabella 3. Azioni all'intradosso della Spalla 01.

Combinazione		Azioni							
		F <sub>z</sub> [kN]	F <sub>x</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	F <sub>y</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	M [kNm]	H [kN]
Nvert Max	SLU6	66984	515	-6015	12768	89970	-1749	90171	12778
Nvert Min	SLU24	43117	-351	3817	8036	40221	1475	40402	8043
Vtrasv Max	SLU3	64428	530	-5856	12828	79721	-1690	79936	12839
Vtrasv Min	SLU24	43117	-351	3817	8036	40221	1475	40402	8043
Mtrasv Max	SLU6	58688	-351	3817	11567	45406	1475	45566	11573
Mtrasv Min	SLU24	48679	356	-9530	9821	78047	995	78627	9828
Vlong Max	SLU7	61786	283	-8344	14236	80031	3775	80465	14239
Vlong Min	SLU20	43426	0	0	7964	40943	-7	40943	7964
Mlong Max	SLU2	66984	515	-6015	12768	89970	-1749	90171	12778
Mlong Min	SLU22	43117	-351	3817	8036	40221	1475	40402	8043
Mtorc Max	SLU7	61786	283	-8344	14236	80031	3775	80465	14239
Mtorc Min	SLU13	51412	515	-6015	9586	87617	-1749	87823	9600
Nvert Max	SLV5	50087	3996	-21050	11551	64263	-2944	67623	12223
Nvert Min	SLV6	36766	3996	-21050	11551	54451	-2944	58378	12223
Vtrasv Max	SLV3	45425	13320	-70166	11551	60829	-9812	92863	17631
Vtrasv Min	SLV6	36766	3996	-21050	11551	54451	-2944	58378	12223
Mtrasv Max	SLV1	45425	3996	-21050	23245	118672	-2944	120524	23586
Mtrasv Min	SLV6	41428	13320	-70166	11551	57886	-9812	90962	17631
Vlong Max	SLV1	45425	3996	-21050	23245	118672	-2944	120524	23586
Vlong Min	SLV6	36766	3996	-21050	11551	54451	-2944	58378	12223
Mlong Max	SLV1	45425	3996	-21050	23245	118672	-2944	120524	23586
Mlong Min	SLV4	36766	3996	-21050	11551	54451	-2944	58378	12223
Mtorc Max	SLV5	50087	3996	-21050	11551	64263	-2944	67623	12223
Mtorc Min	SLV4	41428	13320	-70166	11551	57886	-9812	90962	17631
Nvert Max	RA1	47293	350	-4072	9011	67261	-1020	67384	9017
Nvert Min	RA12	43220	-234	2545	7463	37618	983	37703	7466



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>8</b>

Vtrasv Max	RA3	47104	360	-3955	9077	67001	-930	67118	9084
Vtrasv Min	RA12	43220	-234	2545	7463	37618	983	37703	7466
Mtrasv Max	RA1	43220	-234	2545	7463	37618	983	37703	7466
Mtrasv Min	RA12	45394	240	-6372	8774	57366	1717	57719	8777
Vlong Max	RA7	45345	220	-6044	9561	63541	2493	63828	9564
Vlong Min	RA12	43220	-234	2545	7463	37618	983	37703	7466
Mlong Max	RA12	47293	350	-4072	9011	67261	-1020	67384	9017
Mlong Min	RA6	43220	-234	2545	7463	37618	983	37703	7466
Mtorc Max	RA7	45345	220	-6044	9561	63541	2493	63828	9564
Mtorc Min	RA10	47293	350	-4072	8464	62837	-1040	62969	8472
Nvert Max	FR1	46326	263	-3054	8393	59087	-765	59166	8397
Nvert Min	FR12	43272	-176	1909	7144	36147	737	36198	7147
Vtrasv Max	FR3	46185	270	-2966	8442	58893	-697	58967	8447
Vtrasv Min	FR12	43272	-176	1909	7144	36147	737	36198	7147
Mtrasv Max	FR1	43272	-176	1909	7232	36855	737	36904	7234
Mtrasv Min	FR12	44902	180	-4779	8128	50959	1287	51182	8130
Vlong Max	FR7	44865	165	-4533	8806	56298	1870	56480	8807
Vlong Min	FR12	43272	-176	1909	7144	36147	737	36198	7147
Mlong Max	FR12	46326	263	-3054	8393	59087	-765	59166	8397
Mlong Min	FR6	43272	-176	1909	7144	36147	737	36198	7147
Mtorc Max	FR7	44865	165	-4533	8806	56298	1870	56480	8807
Mtorc Min	FR10	46326	263	-3054	7896	55062	-780	55146	7900
Nvert Max	QP1	43426	0	0	6539	34568	0	34568	6539
Nvert Min	QP12	43426	0	0	6190	31736	0	31736	6190
Vtrasv Max	QP1	43426	0	0	6539	34568	0	34568	6539
Vtrasv Min	QP12	43426	0	0	6190	31736	0	31736	6190
Mtrasv Max	QP1	43426	0	0	6539	34568	0	34568	6539
Mtrasv Min	QP12	43426	0	0	6190	31736	0	31736	6190
Vlong Max	QP1	43426	0	0	6539	34568	0	34568	6539
Vlong Min	QP12	43426	0	0	6190	31736	0	31736	6190
Mlong Max	QP1	43426	0	0	6539	34568	0	34568	6539
Mlong Min	QP12	43426	0	0	6190	31736	0	31736	6190
Mtorc Max	QP1	43426	0	0	6539	34568	0	34568	6539
Mtorc Min	QP12	43426	0	0	6190	31736	0	31736	6190

Tabella 4. Azioni all'intradosso della Spalla 02

Combinazione		Azioni							
		F <sub>z</sub>	F <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	F <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>z</sub>	M	H
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]
Nvert Max	SLU6	65274	363	-4269	10841	80152	-1510	80266	10847
Nvert Min	SLU24	41613	-351	3642	7386	37629	1475	37804	7395

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>9</b>

Vtrasv Max	SLU3	62591	530	-5742	10841	68885	-2211	69124	10854
Vtrasv Min	SLU24	41613	-351	3642	7386	37629	1475	37804	7395
Mtrasv Max	SLU6	56546	-351	3642	10637	41947	1475	42104	10643
Mtrasv Min	SLU24	45246	356	-10069	7940	57090	-1480	57971	7948
Vlong Max	SLU11	62591	530	-5742	10841	68885	-2211	69124	10854
Vlong Min	SLU20	41923	0	0	7315	38386	-7	38386	7315
Mlong Max	SLU2	65274	363	-4269	10841	80152	-1510	80266	10847
Mlong Min	SLU19	41613	-351	3642	7386	37629	1475	37804	7395
Mtorc Max	SLU2	56546	-351	3642	10637	41947	1475	42104	10643
Mtorc Min	SLU15	47659	530	-5742	7940	67224	-2211	67469	7957
Nvert Max	SLV5	48371	3869	-19330	9951	54621	-3050	57940	10677
Nvert Min	SLV6	35474	3869	-19330	9951	44453	-3050	48474	10677
Vtrasv Max	SLV3	43857	12897	-64434	9951	51062	-10167	82213	16290
Vtrasv Min	SLV6	35474	3869	-19330	9951	44453	-3050	48474	10677
Mtrasv Max	SLV1	43857	3869	-19330	19223	90344	-3050	92389	19609
Mtrasv Min	SLV6	39988	12897	-64434	9951	48012	-10167	80354	16290
Vlong Max	SLV1	43857	3869	-19330	19223	90344	-3050	92389	19609
Vlong Min	SLV6	35474	3869	-19330	9951	44453	-3050	48474	10677
Mlong Max	SLV1	43857	3869	-19330	19223	90344	-3050	92389	19609
Mlong Min	SLV4	35474	3869	-19330	9951	44453	-3050	48474	10677
Mtorc Max	SLV5	48371	3869	-19330	9951	54621	-3050	57940	10677
Mtorc Min	SLV4	39988	12897	-64434	9951	48012	-10167	80354	16290
Nvert Max	RA1	46147	308	-3582	7288	57319	-1286	57430	7295
Nvert Min	RA12	41716	-234	2428	6840	35305	983	35388	6844
Vtrasv Max	RA3	45937	360	-3941	7288	56437	-1504	56575	7297
Vtrasv Min	RA12	41716	-234	2428	6840	35305	983	35388	6844
Mtrasv Max	RA1	41716	-234	2428	6840	35305	983	35388	6844
Mtrasv Min	RA12	44333	220	-6922	6791	45922	-931	46441	6795
Vlong Max	RA11	45937	360	-3941	7288	56437	-1504	56575	7297
Vlong Min	RA8	46147	308	-3582	6742	53168	-1305	53289	6749
Mlong Max	RA12	46147	308	-3582	7288	57319	-1286	57430	7295
Mlong Min	RA6	41716	-234	2428	6840	35305	983	35388	6844
Mtorc Max	RA12	41716	-234	2428	6840	35305	983	35388	6844
Mtorc Min	RA3	45937	360	-3941	7288	56437	-1504	56575	7297
Nvert Max	FR1	45091	231	-2686	6960	51164	-964	51235	6964
Nvert Min	FR12	41768	-176	1821	6537	33990	737	34039	6540
Vtrasv Max	FR3	44934	270	-2956	6960	50503	-1128	50590	6966
Vtrasv Min	FR12	41768	-176	1821	6537	33990	737	34039	6540
Mtrasv Max	FR1	41768	-176	1821	6625	34654	737	34702	6627
Mtrasv Min	FR12	43731	165	-5192	6500	41953	-698	42273	6502
Vlong Max	FR11	44934	270	-2956	6960	50503	-1128	50590	6966
Vlong Min	FR8	45091	231	-2686	6463	47387	-979	47463	6468

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	10

Mlong Max	FR12	45091	231	-2686	6960	51164	-964	51235	6964
Mlong Min	FR6	41768	-176	1821	6537	33990	737	34039	6540
Mtorc Max	FR12	41768	-176	1821	6625	34654	737	34702	6627
Mtorc Min	FR3	44934	270	-2956	6873	49839	-1128	49927	6878
Nvert Max	QP1	41923	0	0	5977	32702	0	32702	5977
Nvert Min	QP12	41923	0	0	5627	30045	0	30045	5627
Vtrasv Max	QP1	41923	0	0	5977	32702	0	32702	5977
Vtrasv Min	QP12	41923	0	0	5627	30045	0	30045	5627
Mtrasv Max	QP1	41923	0	0	5977	32702	0	32702	5977
Mtrasv Min	QP12	41923	0	0	5627	30045	0	30045	5627
Vlong Max	QP1	41923	0	0	5977	32702	0	32702	5977
Vlong Min	QP12	41923	0	0	5627	30045	0	30045	5627
Mlong Max	QP1	41923	0	0	5977	32702	0	32702	5977
Mlong Min	QP12	41923	0	0	5627	30045	0	30045	5627
Mtorc Max	QP1	41923	0	0	5977	32702	0	32702	5977
Mtorc Min	QP12	41923	0	0	5627	30045	0	30045	5627

## 6 CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE

### 6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO PER LE VERIFICHE NEI CONFRONTI DEL COLLASSO PER CARICHI VERTICALI

La resistenza di progetto dipende dal numero di verticali indagate e dalla tecnologia di esecuzione. In linea generale si può scrivere

$$R_d = S_d + P_d = \frac{S_k}{\gamma_s} + \frac{P_k}{\gamma_b} = \frac{S_{lim}}{\xi_3 \gamma_s} + \frac{P_{lim}}{\xi_3 \gamma_b} \quad (1)$$

in cui  $\xi_3$  è un coefficiente che tiene conto del numero di verticali indagate e  $(\gamma_b, \gamma_s)$  sono i coefficienti parziali della resistenza alla punta e sulla laterale. Nel caso dei pali trivellati, si ha  $\gamma_b = 1,35$  e  $\gamma_s = 1,15$ . Per il coefficiente  $\xi_3$  si applica lo stesso valore del progetto definitivo.

Le capacità assiali di progetto a compressione,  $N_u$ , e a sfilamento,  $S_u$ , utili ai fini della costruzione dei domini di collasso si valutano con le equazioni:

$$N_u = R_d - P$$

$$S_u = S_d \frac{\gamma_s}{\gamma_{st}} + P \quad (2)$$

in cui  $\gamma_{st} = 1,25$  è il coefficiente parziale della resistenza allo sfilamento e  $P$  il peso del palo. Nel caso dei terreni stratificati si pone:

$$S_{lim} = \pi d \sum_i s_{limi}(z)$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	11

in cui  $s_{lim}$  è la resistenza unitaria alla profondità  $z$  sul fusto di palo nel tratto  $i$ -esimo.

### Terreni coesivi a grana fine

Nei terreni coesivi a grana fine, la resistenza unitaria lungo il fusto del palo può essere valutata con l'equazione di O'Neill & Reese (1999):

$$s_{lim} = \alpha c_u$$

$$\frac{c_u}{p_a} \leq 1.5 \quad \alpha = 0.55$$

$$1.5 \leq \frac{c_u}{p_a} \leq 2.5 \quad \alpha = 0.55 - 0.1 \cdot \left( \frac{c_u}{p_a} - 1.5 \right) \quad (3)$$

$$\frac{c_u}{p_a} \geq 2.5 \quad \alpha = 0.45$$

$$p_a = 100 \text{ kPa}$$

Fleming et al. (2009) suggeriscono invece di adottare un valore del coefficiente di adesione nell'intervallo [0.5; 0.6], in sostanziale accordo con O'Neill & Reese. In alternativa si può utilizzare l'espressione di Salgado (2006)

$$s_{lim} = \alpha c_u$$

$$\alpha = 0.4 \left[ 1 - 0.12 \ln \frac{c_u}{p_a} \right] \quad (4)$$

Si deve tenere conto tuttavia che la (3) conduce a previsioni molto cautelative nei casi in cui OCR è inferiore a 3. Essa è invece particolarmente affidabile nel caso in cui OCR si trovi nell'intervallo [3; 5]. In assenza di indicazioni specifiche sul profilo del grado preconsolidazione, si farà pertanto riferimento alle formule di O'Neill & Reese (1999).

Per la resistenza di calcolo alla punta si pone invece:

$$P_{lim} = \frac{\pi d^2}{4} (\sigma_{VL} + N_c c_{up}) \quad (5)$$

in cui  $c_{up}$  è il valore medio della coesione non drenata nell'intervallo  $[L-4d, L+d]$  e  $\sigma_{VL}$  la tensione verticale totale alla profondità della punta del palo. Ai fini applicativi si assume  $N_c = 9$  (Skempton 1951).

Nel caso dei pali nei terreni coesivi, oppure in alternanze che siano prevalentemente costituite da terreni coesivi a grana fine, si applica un coefficiente riduttivo  $\eta$  (efficienza) alla capacità assiale a compressione  $N_u$  pari a 0,9 per tenere conto dell'effetto di gruppo (Fleming et al. 2009, de Sanctis et al. 2021b).

### Terreni incoerenti a grana grossa

Nei terreni di permeabilità medio-elevata, la resistenza unitaria sul fusto si può esprimere con l'equazione:

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	12

$$s_{lim}(z) = \mu k \cdot \sigma'_v(z) \quad (6)$$

in cui  $\mu = \text{tg}\varphi =$  coefficiente di attrito;  $k =$  coefficiente che tiene conto della tecnologia di esecuzione dei pali (= 0,7 per i pali trivellati di grande diametro),  $\sigma'_v(z) =$  tensione verticale efficace alla profondità generica  $z$ .

La resistenza unitaria alla punta può essere invece valutata con l'equazione:

$$p_{lim} = N_q^* \sigma'_{vL} \quad (7)$$

in cui  $\sigma'_{vL}$  è la tensione verticale efficace alla profondità della punta del palo ed  $N_q$  il coefficiente di carico limite ridotto per i pali di grande diametro (Berezantsev 1965). A tal riguardo si precisa che si è fatto riferimento all'abaco pubblicato nelle Raccomandazioni AGI (1984).

## 6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO PER LE VERIFICHE NEI CONFRONTI DEL COLLASSO PER CARICHI INCLINATI

Nella valutazione della capacità laterale dei gruppi si può tenere conto in modo conveniente dell'interazione fra le componenti dell'azione risultante, e cioè il carico assiale, il carico laterale e il momento. Iovino et al. (2021b) hanno elaborato un algoritmo incrementale per la costruzione del dominio di collasso nello spazio delle azioni che si può considerare una soluzione del teorema statico. L'interazione fra le componenti del carico applicato è sempre favorevole, infatti al crescere del carico assiale aumenta la capacità laterale del gruppo, mentre la componente momento ha soltanto un'influenza molto modesta sulla capacità laterale, tant'è che è sufficiente fare riferimento alla sezione della superficie di collasso nello spazio delle azioni per  $M = 0$ .

Il dominio di collasso della palificata nel piano (Q, H) può essere costruito in modo agevole partendo dai valori estremi delle capacità laterali del gruppo:

$$H_{dc} = \eta_h n \frac{H_k(M_{yc})}{\gamma_{tr}} = \eta_h n \frac{H_{lim}(M_{yc})}{\xi_3 \gamma_{tr}} \quad (11)$$

$$H_{dt} = \eta_h n \frac{H_k(M_{yt})}{\gamma_{tr}} = \eta_h n \frac{H_{lim}(M_{yt})}{\xi_3 \gamma_{tr}}$$

in cui  $\eta_h$  è l'efficienza sotto azioni orizzontali,  $H_{lim}$  la capacità laterale del palo isolato, che è funzione del momento di plasticizzazione della sezione del palo,  $M_{yc}$  il momento di plasticizzazione della sezione del palo in corrispondenza di  $(N_u - P)$  ed  $M_{yt}$  il momento di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u + P)]$ .

Il carico limite orizzontale si valuta con la teoria di Broms (1964a,b) per pali impediti di ruotare in testa. Il meccanismo di collasso, se non diversamente specificato, è quello di palo lungo. In questa circostanza, nel caso di terreni coesivi si ha

$$H_{lim}(M_y) = -13.5 c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}} \quad (12)$$

mentre per terreni incoerenti, si ha:

$$H_{lim}(M_y) = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2} \quad (13)$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	13

in cui  $c_u$  è la coesione non drenata nello strato di terreno compreso fra le due cerniere plastiche e  $k_p$  il coefficiente di spinta passiva nell'ipotesi di contatto palo-terreno liscio. Ai fini della costruzione del dominio di plasticizzazione ( $N$ ,  $M_y$ ) della sezione strutturale del palo, si utilizza la soluzione in forma chiusa di Di Laora et al. (2020), in cui l'armatura è assimilata a un tubo sottile di acciaio di spessore equivalente. Per le resistenze caratteristiche dei materiali e i coefficienti parziali si assume infine

$$\begin{aligned}
 R_{ck} &= 30 \text{ MPa} \\
 f_{yk} &= 450 \text{ MPa} \\
 \gamma_s &= 1 \\
 \gamma_c &= 1
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

La frontiera del dominio di collasso di Iovino et al. (2021a) nei piani paralleli al piano ( $Q$ ,  $H$ ) può essere convenientemente idealizzata con un trapezio passante per i punti di coordinate:

$$\begin{aligned}
 A &\equiv (Q_1, H_1) \\
 B &\equiv (Q_2, H_2) \\
 Q_1 &= \frac{Q_c + Q_t}{2} - \frac{Q_c - Q_t}{2} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{\max}}} \\
 Q_2 &= \frac{Q_c + Q_t}{2} + \frac{Q_c - Q_t}{2} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{\max}}} \\
 H &= H_t + i(Q - Q_t) \\
 i &= \frac{H_{dc} - H_{dt}}{Q_c - Q_t} \\
 Q_t &= -n \cdot (S_u + P) \\
 Q_c &= n \cdot (N_u - P)
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

in cui  $M_{\max}$  è il valore massimo del momento ultimo del gruppo di pali. Si tenga conto che, per un dato valore del momento  $M$ , la frontiera ha la concavità verso il basso, e dunque la linea passante per i punti A e B identifica un minorante della capacità laterale del gruppo di pali per qualunque valore di  $Q$  (Iodice et al. 2022). Come si è già detto, è sufficiente considerare la sezione della frontiera che passa per  $M = 0$ . In tal caso i punti A e B hanno coordinate:

$$\begin{aligned}
 A &\equiv (Q_t, H_{dt}) \\
 B &\equiv (Q_c, H_{dc})
 \end{aligned}$$

## 7. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE

Vengono di seguito rappresentati i domini di resistenza con il quale sono state dimensionate le lunghezze dei pali. Per le ipotesi riguardanti il calcolo delle curve di capacità portante verticale a compressione ed a trazione si faccia riferimento alla relazione geotecnica generale.

Verranno mostrati i domini di resistenza con la soluzione del progetto esecutivo. Il progetto esecutivo del viadotto oggetto della presente è eseguito utilizzando i domini di collasso di Di Laora et al. (2019), di

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	14

seguito definiti Innovativi. Nello specifico, si procederà alla rappresentazione dei domini di collasso innovativi in cui il vettore momento risultante è lungo all'asse X ( $\alpha = 0^\circ$ ), all'asse Y ( $\alpha = 90^\circ$ ) o inclinato di un angolo  $\alpha$  rispetto all'asse X corrispondente alla diagonale del rettangolo che inscrive il sistema di pali.

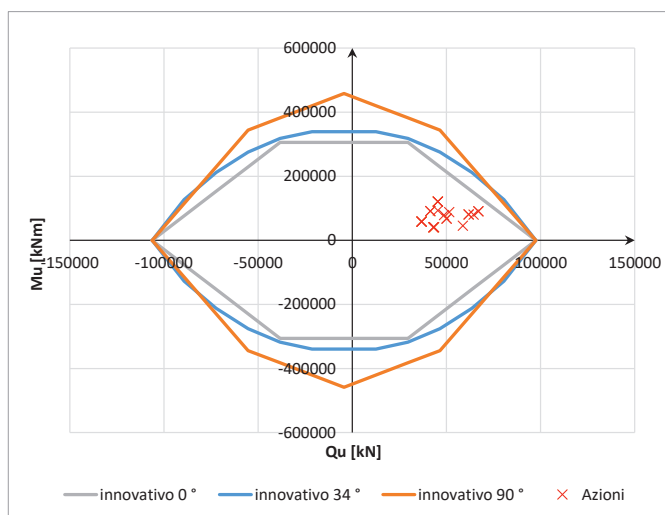
Si fa presente che le azioni utilizzate per il dimensionamento tramite la teoria dei domini di collasso sono l'azione verticale e la composizione vettoriale dei momenti sollecitanti l'intradosso della fondazione. Se queste ultime saranno comprese nei domini di collasso calcolato con  $\alpha = 0$ , angolo  $\alpha$  corrispondente alla diagonale del rettangolo che inscrive il sistema di pali e  $\alpha = 90^\circ$ , risulta ovvio che saranno verificate con tutti i possibili  $\alpha$ .

### 7.1 SPALLA 01

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 5. Resistenze di progetto.

Resistenze		
$L_p$	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
38.0	8127	8857



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

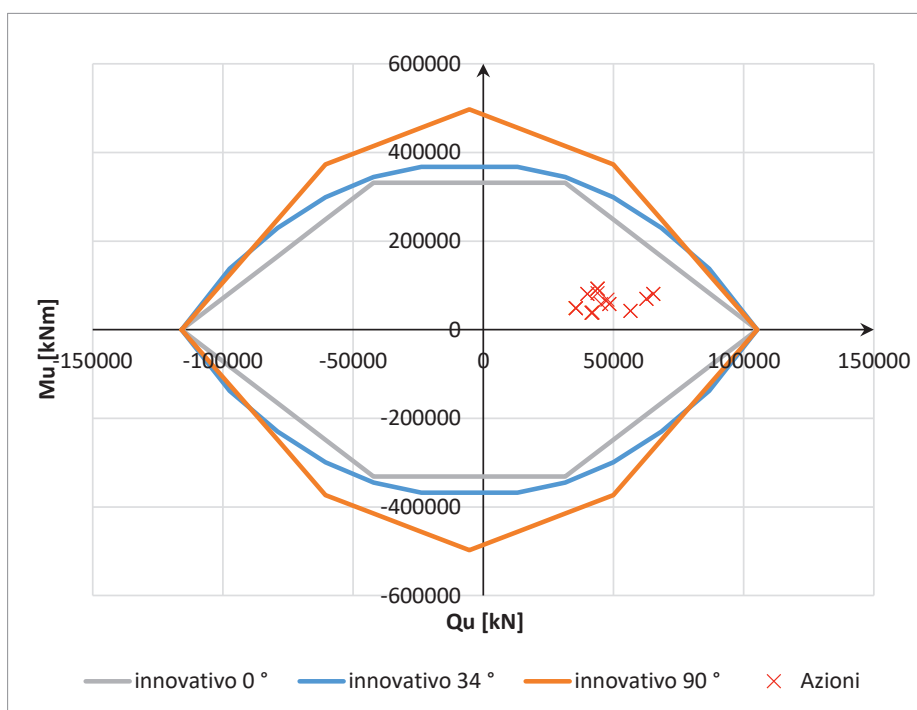
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	15

**7.2 SPALLA 02**

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 6. Resistenze di progetto.

Resistenze		
$L_p$	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
41.0	8764	9654





MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	16

## 8. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE

Analogamente ai domini di collasso nel piano Q-M (verticale – momento) è possibile rappresentare i domini di collasso della palificata nel piano Q-H (verticale – orizzontale).

La rappresentazione dei domini di collasso delle palificate nel piano Q-H (verticale – orizzontale) richiede, in primis, la determinazione dei momenti resistenti  $M_y$  dei pali, dai quali è possibile conoscere la resistenza orizzontale palo-terreno secondo la teoria di Broms. Si fa notare che l'indicazione  $M_y$  rappresenta il valore del momento resistente utilizzando valori unitari dei coefficienti di sicurezza sull'acciaio ( $\gamma_s$ ) ed il cls ( $\gamma_c$ ).

Tali momenti resistenti  $M_y$ , essendo dipendenti dallo sforzo normale agente sul palo stesso, sono stati determinati in corrispondenza dei valori limite (Nu-P) → resistenza verticale a compressione ed Su +P → resistenza verticale a trazione. Il calcolo del momento resistente  $M_y$  e del momento resistente  $M_{rd}$  (con  $\gamma_s = 1.15$  e  $\gamma_c = 1.5$ ) è stato condotto utilizzando la formula proposta da Di Laora et al. (2019).

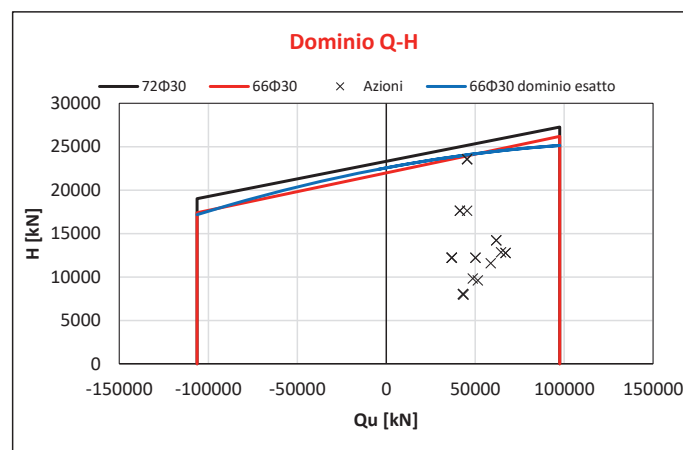
Il calcolo della resistenza orizzontale limite del terreno è stato effettuato considerando le reali successioni di strati di terreno a partire dalla quota testa palo che presenta un affondamento di 2.5m da piano campagna. Utilizzando la teoria di Broms non è possibile tenere conto del sovrappeso dato dal terreno eventualmente disposto al di sopra della quota testa palo. L'eventuale presenza di terreno al di sopra della quota testa palo, in grado di incrementare la resistenza orizzontale del terreno, è stata quindi cautelativamente trascurata.

L'adozione della relazione di Di Laora et al. (2020) conduce ad una lieve sovrastima del momento di plasticizzazione della sezione del palo. Questo comporterebbe un leggero incremento dei valori di H nel dominio Q-H rispetto al calcolo dello stesso effettuato con i momenti di plasticizzazione della sezione del palo attraverso il metodo rigoroso.

Tuttavia, la frontiera del dominio di collasso è stata idealizzata in via cautelativa con una retta che passa per i punti di coordinate A ( $Q_t$ ,  $H_{dt}$ ) e B ( $Q_c$ ,  $H_{dc}$ ). Questa retta identifica un minorante della capacità laterale per ogni valore del carico assiale, posto che la frontiera è una funzione di forma parabolica con la concavità verso il basso che passa per A e per B (Iovino et al. 2021).

Nella figura di seguito è rappresentato, per il caso più gravoso e relativo alla Spalla 01, in linea blu il dominio valutato combinando i valori esatti di  $M_y$  con la funzione parabolica e per confronto il dominio trapezio ottenuto applicando la soluzione approssimata di Di Laora et al. (2020). Lo scostamento fra i due domini è irrilevante e sul punto non vale la pena soffermarsi oltre.

MOMENTI RESISTENTI DELLA SEZIONE DEL PALO	$M_y (R_{c,d})$	$M_y (R_{tr,d})$
	[kNm]	[kNm]
Soluzione esatta	12987	7325
Di Laora et al. (2020)	13809	7474



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	17

## 8.1 PALIFICATA SPALLA 01

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (66Φ30):

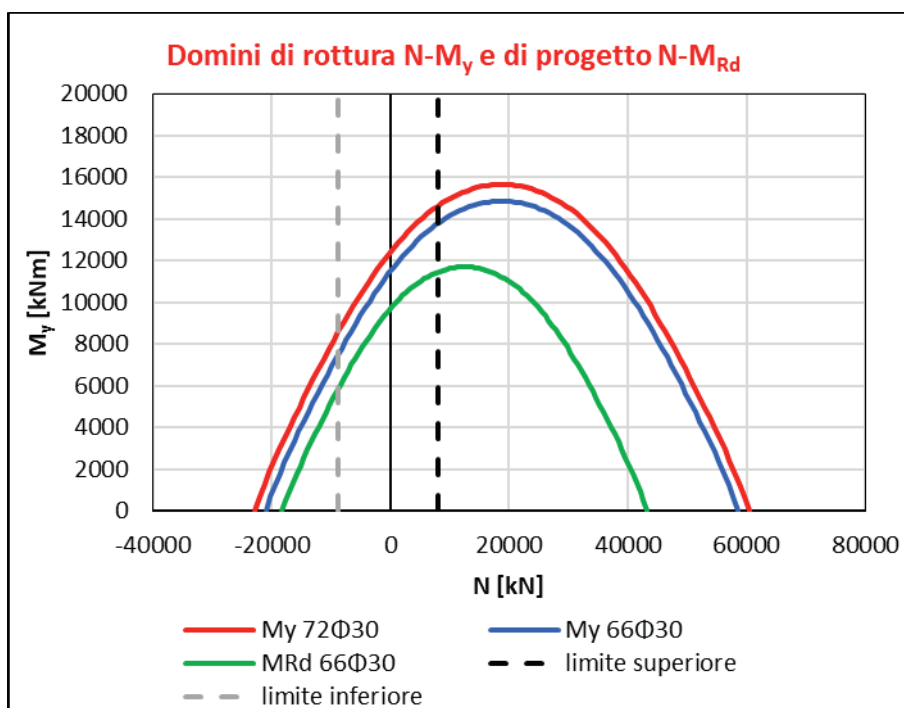


Figura 4. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

Dalla seguente tabella è possibile conoscere il valore del momento resistente utilizzato per la determinazione del carico limite orizzontale del terreno ( $H_{\text{singolo palo}}$ ).

Tabella 7. Valori del momento resistente con cui è calcolato il carico limite orizzontale.

Casi di calcolo				
Armatura	$L_p$	$R_d$	$M_{Rd}$	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
66Φ30	38.0	8127	13809	2427
		-8857	7474	1612

A partire dai valori del carico limite orizzontale del palo singolo è possibile calcolare il carico limite orizzontale del gruppo di pali utilizzando un'efficienza pari a 0.9. Vengono quindi di seguito riportati i punti caratteristici del dominio Q-H:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 10 03</b>			PROGR <b>005</b>

Tabella 8. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

$Q_{tot}$	$H_{tot}$
[kN]	[kN]
97527	0
97527	26207
-106280	17405
-106280	0

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

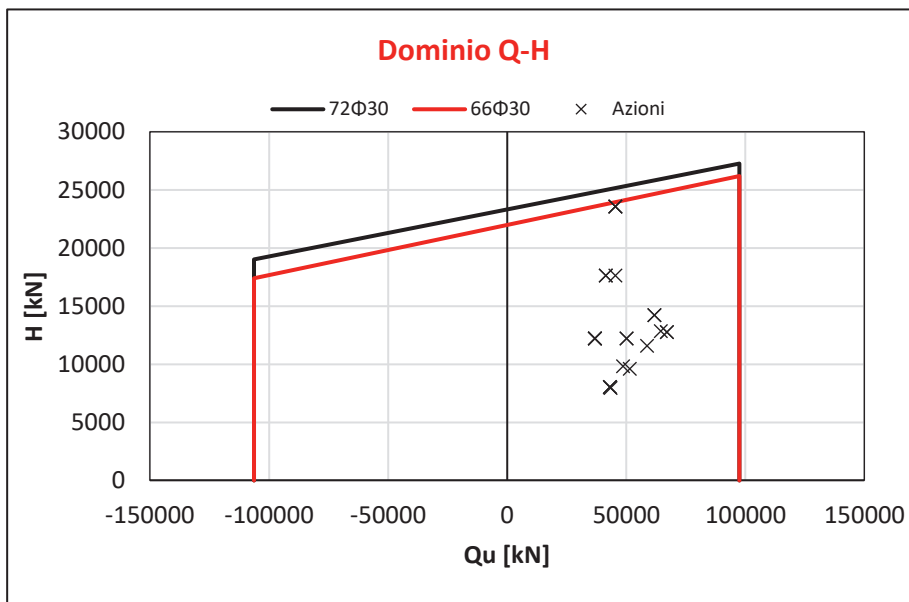


Figura 5. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	19

## 8.2 PALIFICATE SPALLA 02

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (50Φ30):

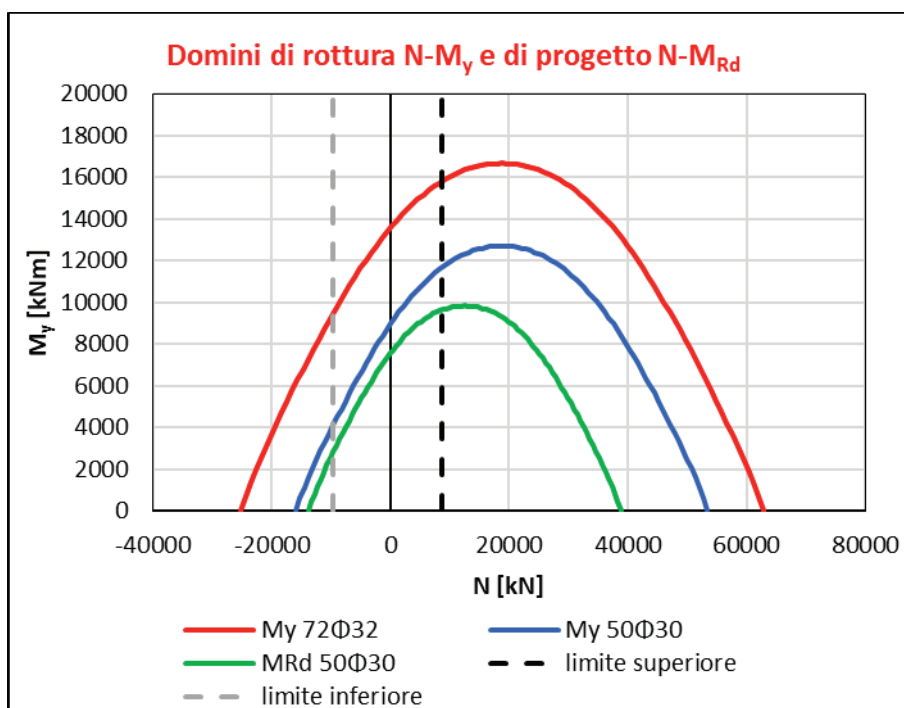


Figura 6. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

Dalla seguente tabella è possibile conoscere il valore del momento resistente utilizzato per la determinazione del carico limite orizzontale del terreno ( $H_{\text{singolo palo}}$ ).

Tabella 9. Valori del momento resistente con cui è calcolato il carico limite orizzontale.

Casi di calcolo				
Armatura	$L_p$	$R_d$	$M_{Rd}$	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
50Φ30	41.0	8764	11689	2171
		-9654	4105	1081

A partire dai valori del carico limite orizzontale del palo singolo è possibile calcolare il carico limite orizzontale del gruppo di pali utilizzando un'efficienza pari a 0.9. Vengono quindi di seguito riportati i punti caratteristici del dominio Q-H:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 10 03</b>			PROGR <b>005</b>

Tabella 10. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

$Q_{tot}$	$H_{tot}$
[kN]	[kN]
105168	0
105168	23450
-115854	11672
-115854	0

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

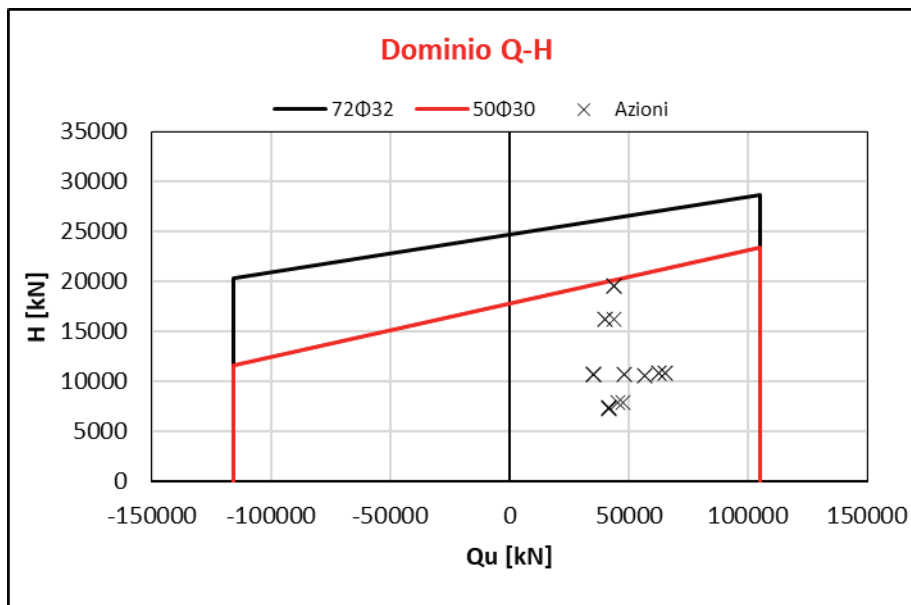


Figura 7. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armatura predisposta.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	21

## 9. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE

Le verifiche geotecniche SLE sono state condotte con i seguenti approcci:

- Con riferimento alle indicazioni del MdP di RFI ( $N_{ed,max} < Q_{II}/1.25$ );
- Calcolando i massimi cedimenti e rotazioni della palificata;
- È stato inoltre calcolato l'andamento del momento e del taglio lungo lo sviluppo del palo per poter condurre le verifiche a fessurazione del palo (non oggetto della presente relazione);

Ai fini dell'individuazione del palo più caricato a sforzo assiale nelle combinazioni SLE è stata usata la ben nota distribuzione a piastra rigida (Viggiani et al. 2011) delle azioni all'intradosso fondazione:

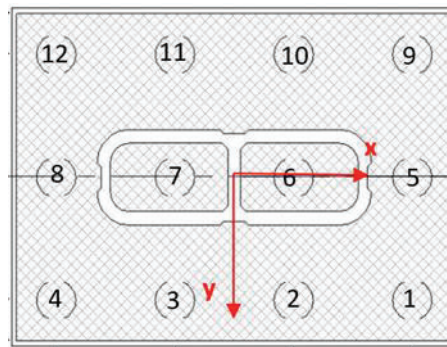
$$N_i = \frac{Q}{p} + \frac{M_y}{\sum x_i^2} x_i + \frac{M_x}{\sum y_i^2} y_i$$

Per quanto riguarda l'individuazione dei massimi cedimenti e rotazioni della palificata si è fatto uso del software PIGLET. Per i dettagli riguardanti le ipotesi di calcolo alla base del software PIGLET si faccia riferimento alla relazione geotecnica.

I diagrammi del momento e del taglio lungo il palo sono stati ottenuti con la teoria di Matlock e Reese (1960).

### 9.1 PALIFICATE SPALLA 01

#### 9.1.1 Verifica secondo MdP di RFI



Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiale su ogni palo per ogni combinazione.

È inoltre presentato il valore del taglio sollecitante sul palo singolo ottenuto banalmente dividendo la somma vettoriale dei tagli sollecitanti l'intradosso della fondazione rispetto al numero di pali.

Tabella 11. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE secondo la teoria della piastra rigida.

Ripartizione delle azioni SLU sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H <sub>max, singolo palo</sub>	M <sub>max, singolo palo</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	5719	5779	5840	5900	3851	3911	3971	4032	1982	2043	2103	2163	751	3006
Nvert Min	RA1 2	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Vtrasv Max	RA3	5699	5757	5816	5874	3837	3896	3955	4013	1976	2035	2093	2152	757	3028
Vtrasv Min	RA1 2	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>22</b>

Mtrasv Max	RA1	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mtrasv Min	RA1 2	5235	5329	5424	5518	3641	3736	3830	3924	2048	2142	2237	2331	731	2926
Vlong Max	RA7	5409	5499	5589	5678	3644	3734	3824	3913	1879	1969	2058	2148	797	3188
Vlong Min	RA1 2	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mlong Max	RA1 2	5719	5779	5840	5900	3851	3911	3971	4032	1982	2043	2103	2163	751	3006
Mlong Min	RA6	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mtorc Max	RA7	5409	5499	5589	5678	3644	3734	3824	3913	1879	1969	2058	2148	797	3188
Mtorc Min	RA1 0	5596	5656	5717	5777	3851	3911	3971	4032	2105	2165	2226	2286	706	2824
Nvert Max	FR1	5434	5479	5524	5570	3793	3838	3883	3928	2151	2197	2242	2287	700	2799
Nvert Min	FR1 2	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Vtrasv Max	FR3	5419	5463	5507	5551	3783	3827	3871	3915	2147	2191	2235	2279	704	2816
Vtrasv Min	FR1 2	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Mtrasv Max	FR1	4672	4644	4616	4587	3648	3620	3592	3564	2625	2596	2568	2540	603	2411
Mtrasv Min	FR1 2	5051	5122	5193	5264	3636	3706	3777	3848	2220	2291	2362	2433	677	2710
Vlong Max	FR7	5202	5269	5336	5403	3638	3705	3772	3840	2074	2141	2209	2276	734	2936
Vlong Min	FR1 2	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Mlong Max	FR1 2	5434	5479	5524	5570	3793	3838	3883	3928	2151	2197	2242	2287	700	2799
Mlong Min	FR6	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Mtorc Max	FR7	5202	5269	5336	5403	3638	3705	3772	3840	2074	2141	2209	2276	734	2936
Mtorc Min	FR1 0	5322	5367	5413	5458	3793	3838	3883	3928	2263	2308	2354	2399	658	2633
Nvert Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Nvert Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Vtrasv Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Vtrasv Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Mtrasv Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Mtrasv Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Vlong Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Vlong Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Mlong Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Mlong Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Mtorc Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Mtorc Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063

Risulta essere facilmente individuabile il valore massimo dello sforzo normale sul singolo palo e da questo verificare lo SLE secondo MdP di Italferr:

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>23</b>

Tabella 12. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
<b>38.0</b>	5899.9	13531.5	10825.2	<b>1.83</b>

### 9.1.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Per quanto riguarda l'identificazione dei valori massimi di cedimenti e rotazioni, sono stati utilizzati i seguenti parametri di input in PIGLET per il terreno e per i pali:

Tabella 13. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, G(0)	57692.31	G <sub>oa</sub>
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	6944.444	G <sub>ma</sub>
Axial: Shear modulus below base, G <sub>b</sub>	307692.3	G <sub>b</sub>
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	57692.31	G <sub>oℓ</sub>
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	6944.444	G <sub>mℓ</sub>
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	v
Free-standing length	0	L <sub>f</sub>
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E <sub>paf</sub>
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E <sub>pa</sub>
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	E <sub>pℓxf</sub>
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	E <sub>pℓx</sub>
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	E <sub>pℓyf</sub>
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	E <sub>pℓy</sub>
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap	0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidità del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidità con la profondità). È inoltre possibile fornire in input il comportamento non lineare del palo attraverso l'indicazione della massima resistenza verticale a compressione ed a trazione (valori riportati al Cap.6). A partire da questi ultimi valori è possibile modellare il comportamento non lineare della curva carico verticale – cedimento verticale e carico orizzontale – spostamento orizzontale del palo attraverso l'indicazione dei parametri di fitting  $f, g, (u_0/d)_{50}, p$ . Non essendo state realizzate prove di carico su pali si preferisce utilizzare i valori di default suggeriti dall'Autore (Randolph, 2021).

Tabella 14. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial	f	Power g
	0.9	0.9
Lateral	(u <sub>0</sub> /d) <sub>50</sub>	Power p

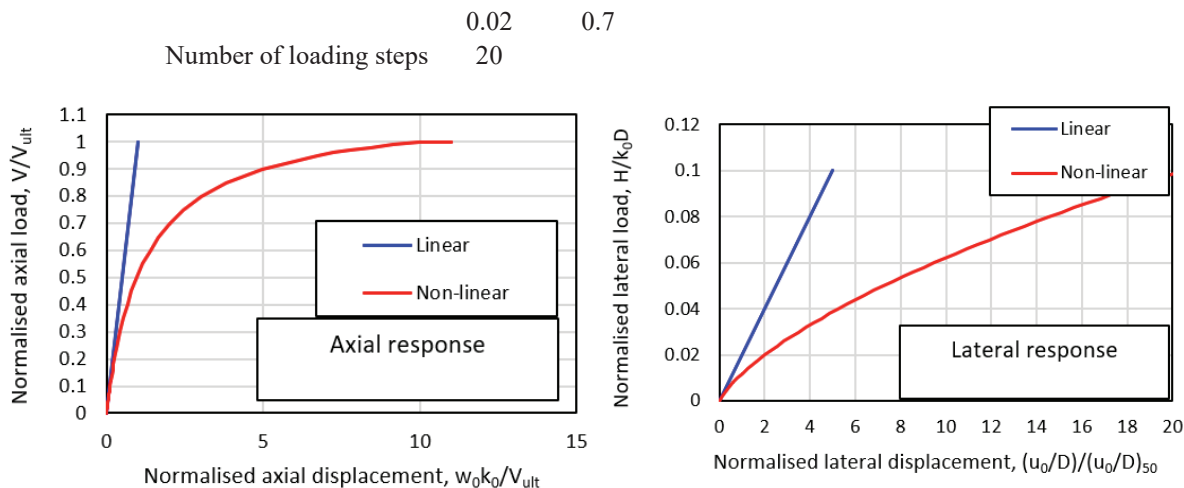
$$k_{ii} = k_{ii,0} \left[ 1 - f \left( \frac{V_i}{V_{i,ult}} \right)^g \right]$$

$$k_{ii} = \frac{1}{1 + \left[ (u_i / D_i) / (u / D)_{50} \right]^p}$$



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>24</b>



Vengono di seguito riportati i massimi valori di cedimento e di rotazione del plinto (nel baricentro del plinto) per tutte le combinazioni SLE e SLU.

*Tabella 15. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.*

Cedimenti e rotazioni del plinto						
ID Combinazione	Cedimento verticale	Cedimento orizzontale (x)	Cedimento orizzontale (y)	Rotazione (x su z)	Rotazione (y su z)	Torsione (x su y)
	[m]	[m]	[m]	[rad]	[rad]	[rad]
RA1	0.0052	0.0001	0.0032	0.0000	0.0004	0.0000
RA12	0.0044	-0.0001	0.0027	0.0000	0.0002	0.0000
RA3	0.0052	0.0001	0.0033	0.0000	0.0004	0.0000
RA12	0.0044	-0.0001	0.0027	0.0000	0.0002	0.0000
RA1	0.0044	-0.0001	0.0027	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0048	0.0001	0.0032	0.0000	0.0003	0.0000
RA7	0.0049	0.0001	0.0035	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0044	-0.0001	0.0027	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0052	0.0001	0.0032	0.0000	0.0004	0.0000
RA6	0.0044	-0.0001	0.0027	0.0000	0.0002	0.0000
RA7	0.0049	0.0001	0.0035	0.0000	0.0003	0.0000
RA10	0.0051	0.0001	0.0030	0.0000	0.0004	0.0000
FR1	0.0050	0.0001	0.0030	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0044	-0.0001	0.0026	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0049	0.0001	0.0030	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0044	-0.0001	0.0026	0.0000	0.0002	0.0000
FR1	0.0044	-0.0001	0.0026	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0047	0.0001	0.0029	0.0000	0.0003	0.0000
FR7	0.0047	0.0001	0.0032	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0044	-0.0001	0.0026	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0050	0.0001	0.0030	0.0000	0.0003	0.0000

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	25

FR6	0.0044	-0.0001	0.0026	0.0000	0.0002	0.0000
FR7	0.0047	0.0001	0.0032	0.0000	0.0003	0.0000
FR10	0.0049	0.0001	0.0028	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0044	0.0000	0.0023	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0044	0.0000	0.0022	0.0000	0.0002	0.0000
SLU6	0.0099	0.0002	0.0047	0.0000	0.0011	0.0000
SLU24	0.0044	-0.0001	0.0029	0.0000	0.0002	0.0000
SLU3	0.0087	0.0002	0.0047	0.0000	0.0008	0.0000
SLU24	0.0044	-0.0001	0.0029	0.0000	0.0002	0.0000
SLU6	0.0068	-0.0001	0.0042	0.0000	0.0004	0.0000
SLU24	0.0055	0.0001	0.0035	0.0000	0.0005	0.0000
SLU7	0.0081	0.0001	0.0052	0.0000	0.0008	0.0000
SLU20	0.0044	0.0000	0.0029	0.0000	0.0002	0.0000
SLU2	0.0099	0.0002	0.0047	0.0000	0.0011	0.0000
SLU22	0.0044	-0.0001	0.0029	0.0000	0.0002	0.0000
SLU7	0.0081	0.0001	0.0052	0.0000	0.0008	0.0000
SLU13	0.0062	0.0002	0.0035	0.0000	0.0006	0.0000
SLV5	0.0056	0.0015	0.0042	0.0001	0.0004	0.0000
SLV6	0.0037	0.0015	0.0042	0.0000	0.0002	0.0000
SLV3	0.0050	0.0051	0.0042	0.0002	0.0003	-0.0001
SLV6	0.0037	0.0015	0.0042	0.0000	0.0002	0.0000
SLV1	0.0057	0.0015	0.0088	0.0001	0.0007	0.0000
SLV6	0.0044	0.0051	0.0042	0.0002	0.0003	-0.0001
SLV1	0.0057	0.0015	0.0088	0.0001	0.0007	0.0000
SLV6	0.0037	0.0015	0.0042	0.0000	0.0002	0.0000
SLV1	0.0057	0.0015	0.0088	0.0001	0.0007	0.0000
SLV4	0.0037	0.0015	0.0042	0.0000	0.0002	0.0000
SLV5	0.0056	0.0015	0.0042	0.0001	0.0004	0.0000
SLV4	0.0044	0.0051	0.0042	0.0002	0.0003	-0.0001

Come è possibile notare i valori di cedimenti e rotazioni sono notevolmente bassi e non in grado di pregiudicare difetti di livello trasversale e longitudinale per l'opera.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	26

### 9.1.3 Diagrammi del momento e taglio per verifiche a fessurazione del palo.

Al fine delle verifiche a fessurazione del palo, non oggetto della presente relazione, è infine riportato il diagramma del momento e del taglio lungo il palo più caricato a taglio.

$H_{\max, \text{singolo palo}} =$	<b>797 kN</b>
-----------------------------------	---------------

La distribuzione dei momenti e dei tagli lungo il palo è avvenuta tramite la teoria di Matlock e Reese (1960) facendo l'ipotesi cautelativa di palo impedito di ruotare in testa. Viene di seguito riportato l'andamento delle rigidità all'interfaccia terreno-palo di fondazione necessarie per il calcolo dei momenti e tagli. Ulteriori dettagli circa il calcolo di  $k_h$  ed  $n_h$  sono forniti in relazione geotecnica.

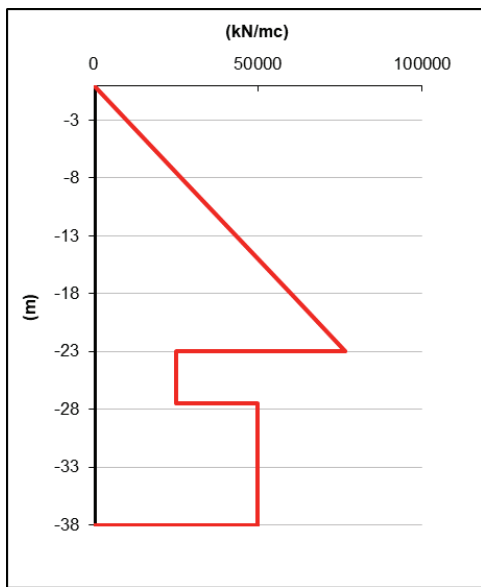


Figura 8. Rigidità all'interfaccia terreno-palo

Vengono infine mostrati i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo dal quale è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **4.00**.

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	27

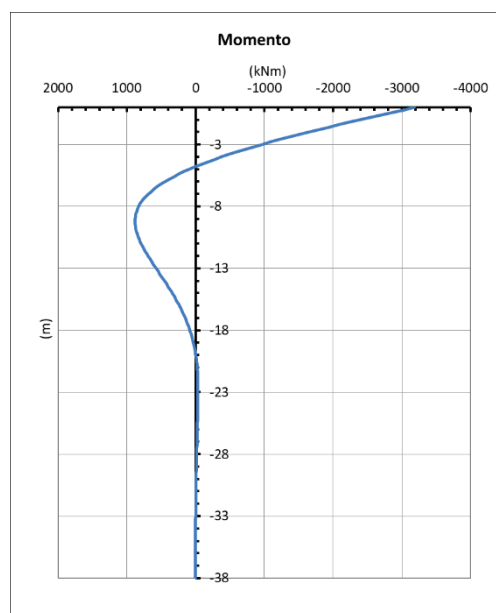
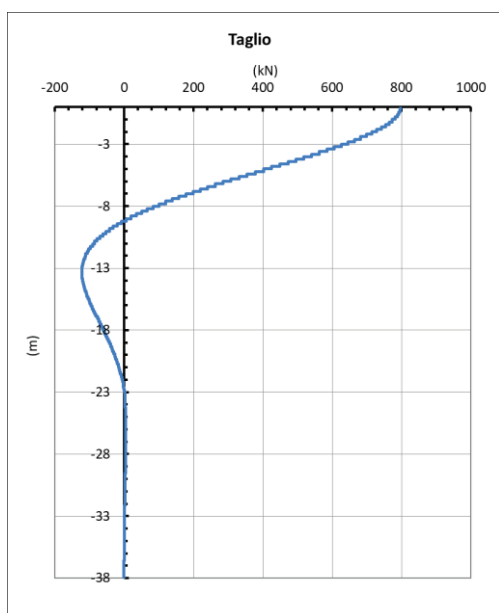
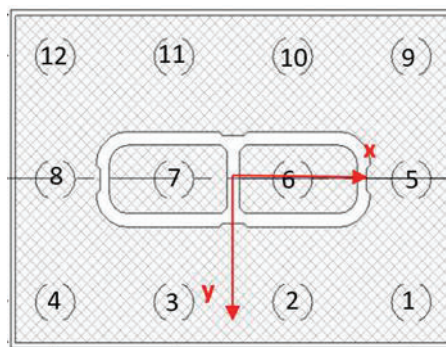


Figura 9. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

**9.2 PALIFICATE SPALLA 02**

**9.2.1 Verifica secondo MdP di RFI**



Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo per ogni combinazione.

È inoltre presentato il valore del taglio sollecitante sul palo singolo ottenuto banalmente dividendo la somma vettoriale dei tagli sollecitanti l'intradosso della fondazione rispetto al numero di pali.

Tabella 16. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE secondo la teoria della piastra rigida.

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H <sub>max, singolo palo</sub>	M <sub>max, singolo palo</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	5358	5411	5464	5517	3766	3819	3872	3925	2174	2227	2280	2333	608	2432
Nvert Min	RA1 2	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Vtrasv Max	RA3	5308	5367	5425	5483	3741	3799	3857	3916	2173	2231	2290	2348	608	2432

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>28</b>

Vtrasv Min	RA1 2	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtrasv Max	RA1	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtrasv Min	RA1 2	4816	4919	5021	5124	3541	3643	3746	3848	2265	2368	2470	2573	566	2265
Vlong Max	RA1 1	5308	5367	5425	5483	3741	3799	3857	3916	2173	2231	2290	2348	608	2432
Vlong Min	RA8	5243	5296	5349	5402	3766	3819	3872	3925	2289	2342	2395	2448	562	2250
Mlong Max	RA1 2	5358	5411	5464	5517	3766	3819	3872	3925	2174	2227	2280	2333	608	2432
Mlong Min	RA6	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtorc Max	RA1 2	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtorc Min	RA3	5308	5367	5425	5483	3741	3799	3857	3916	2173	2231	2290	2348	608	2432
Nvert Max	FR1	5119	5159	5199	5239	3698	3738	3777	3817	2277	2316	2356	2396	580	2321
Nvert Min	FR1 2	4465	4438	4411	4384	3521	3494	3467	3440	2577	2550	2523	2496	545	2180
Vtrasv Max	FR3	5082	5125	5169	5213	3679	3723	3766	3810	2276	2320	2364	2407	580	2322
Vtrasv Min	FR1 2	4465	4438	4411	4384	3521	3494	3467	3440	2577	2550	2523	2496	545	2180
Mtrasv Max	FR1	4484	4457	4430	4403	3521	3494	3467	3440	2559	2532	2505	2478	552	2209
Mtrasv Min	FR1 2	4694	4771	4848	4925	3529	3606	3683	3760	2363	2440	2517	2594	542	2167
Vlong Max	FR1 1	5082	5125	5169	5213	3679	3723	3766	3810	2276	2320	2364	2407	580	2322
Vlong Min	FR8	5014	5054	5094	5134	3698	3738	3777	3817	2382	2421	2461	2501	539	2156
Mlong Max	FR1 2	5119	5159	5199	5239	3698	3738	3777	3817	2277	2316	2356	2396	580	2321
Mlong Min	FR6	4465	4438	4411	4384	3521	3494	3467	3440	2577	2550	2523	2496	545	2180
Mtorc Max	FR1 2	4484	4457	4430	4403	3521	3494	3467	3440	2559	2532	2505	2478	552	2209
Mtorc Min	FR3	5063	5107	5151	5195	3679	3723	3766	3810	2294	2338	2382	2426	573	2293
Nvert Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Nvert Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Vtrasv Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Vtrasv Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Mtrasv Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Mtrasv Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Vlong Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Vlong Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Mlong Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Mlong Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Mtorc Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Mtorc Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876

Risulta essere facilmente individuabile il valore massimo dello sforzo normale sul singolo palo e da questo verificare lo SLE secondo MdP di Italferr:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	29

Tabella 17. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
<b>41.0</b>	5517.4	14812.7	11850.1	<b>2.15</b>

## 9.2.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Per quanto riguarda l'identificazione dei valori massimi di cedimenti e rotazioni, sono stati utilizzati i seguenti parametri di input in PIGLET per il terreno e per i pali:

Tabella 18. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, G(0)	57692.31	G <sub>oa</sub>
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	6944.444	G <sub>ma</sub>
Axial: Shear modulus below base, G <sub>b</sub>	307692.3	G <sub>b</sub>
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	57692.31	G <sub>ol</sub>
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	6944.444	G <sub>ml</sub>
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	v
Free-standing length	0	L <sub>f</sub>
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E <sub>paf</sub>
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E <sub>pa</sub>
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	E <sub>p,xf</sub>
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	E <sub>p,x</sub>
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	E <sub>p,yf</sub>
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	E <sub>p,y</sub>
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap	0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidità del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidità con la profondità). È inoltre possibile fornire in input il comportamento non lineare del palo attraverso l'indicazione della massima resistenza verticale a compressione ed a trazione (valori riportati al Cap.6). A partire da questi ultimi valori è possibile modellare il comportamento non lineare della curva carico verticale – cedimento verticale e carico orizzontale – spostamento orizzontale del palo attraverso l'indicazione dei parametri di fitting  $f, g, (u_0/d)_{50}, p$ . Non essendo state realizzate prove di carico su pali si preferisce utilizzare i valori di default suggeriti dall'Autore (Randolph, 2021).

Tabella 19. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial	f	Power g
	0.9	0.9
Lateral	(u <sub>0</sub> /d) <sub>50</sub>	Power p

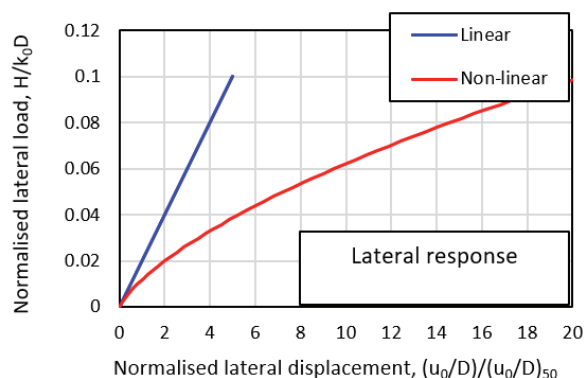
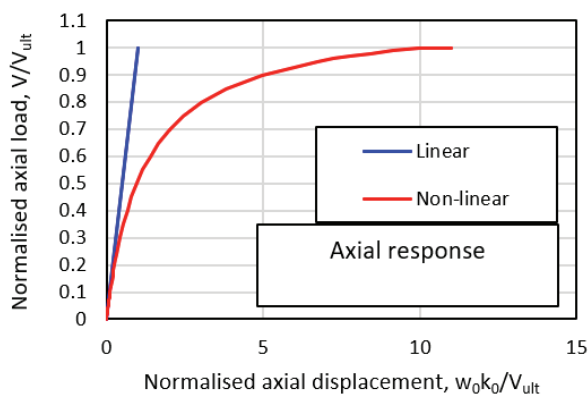
$$k_{ii} = k_{ii,0} \left[ 1 - f \left( \frac{V_i}{V_{i,ult}} \right)^g \right]$$

$$k_{ii,0} = \frac{1}{1 + \left[ (u_i / D_i) / (u / D)_{50} \right]^p}$$

**Relazione di calcolo Pali di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	30

Number of loading steps 0.02 0.7  
20



Vengono di seguito riportati i massimi valori di cedimento e di rotazione del plinto (nel baricentro del plinto) per tutte le combinazioni SLE e SLU.

Tabella 20. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Cedimenti e rotazioni del plinto						
ID Combinazione	Cedimento verticale	Cedimento orizzontale (x)	Cedimento orizzontale (y)	Rotazione (x su z)	Rotazione (y su z)	Torsione (x su y)
	[m]	[m]	[m]	[rad]	[rad]	[rad]
RA1	0.0031	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA3	0.0031	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA1	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0029	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA11	0.0031	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA8	0.0031	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0031	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA6	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA3	0.0031	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
FR1	0.0030	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR3	0.0030	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR1	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0028	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR11	0.0030	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR8	0.0030	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0030	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>31</b>

FR6	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0027	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
FR3	0.0030	0.0000	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
SLU6	0.0053	0.0000	0.0010	0.0000	0.0004	0.0000
SLU24	0.0027	0.0000	0.0007	0.0000	0.0001	0.0000
SLU3	0.0048	0.0000	0.0010	0.0000	0.0003	0.0000
SLU24	0.0027	0.0000	0.0007	0.0000	0.0001	0.0000
SLU6	0.0040	0.0000	0.0010	0.0000	0.0002	0.0000
SLU24	0.0030	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
SLU11	0.0048	0.0000	0.0010	0.0000	0.0003	0.0000
SLU20	0.0027	0.0000	0.0007	0.0000	0.0001	0.0000
SLU2	0.0053	0.0000	0.0010	0.0000	0.0004	0.0000
SLU19	0.0027	0.0000	0.0007	0.0000	0.0001	0.0000
SLU2	0.0040	0.0000	0.0010	0.0000	0.0002	0.0000
SLU15	0.0033	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
SLV5	0.0033	0.0004	0.0009	0.0000	0.0002	0.0000
SLV6	0.0022	0.0004	0.0009	0.0000	0.0001	0.0000
SLV3	0.0030	0.0012	0.0009	0.0001	0.0001	0.0000
SLV6	0.0022	0.0004	0.0009	0.0000	0.0001	0.0000
SLV1	0.0031	0.0004	0.0018	0.0000	0.0003	0.0000
SLV6	0.0026	0.0012	0.0009	0.0001	0.0001	0.0000
SLV1	0.0031	0.0004	0.0018	0.0000	0.0003	0.0000
SLV6	0.0022	0.0004	0.0009	0.0000	0.0001	0.0000
SLV1	0.0031	0.0004	0.0018	0.0000	0.0003	0.0000
SLV4	0.0022	0.0004	0.0009	0.0000	0.0001	0.0000
SLV5	0.0033	0.0004	0.0009	0.0000	0.0002	0.0000
SLV4	0.0026	0.0012	0.0009	0.0001	0.0001	0.0000

Come è possibile notare i valori di cedimenti e rotazioni sono notevolmente bassi e non in grado di pregiudicare difetti di livello trasversale e longitudinale per l'opera.



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 10 03</b>			PROGR <b>005</b>

### 9.2.3 Diagrammi del momento e taglio per verifiche a fessurazione del palo.

Al fine delle verifiche a fessurazione del palo, non oggetto della presente relazione, è infine riportato il diagramma del momento e del taglio lungo il palo più caricato a taglio.

$H_{\max, \text{singolo palo}} =$	<b>608 kN</b>
-----------------------------------	---------------

La distribuzione dei momenti e dei tagli lungo il palo è avvenuta tramite la teoria di Matlock e Reese (1960) facendo l'ipotesi cautelativa di palo impedito di ruotare in testa. Viene di seguito riportato l'andamento delle rigidezze all'interfaccia terreno-palo di fondazione necessarie per il calcolo dei momenti e tagli. Ulteriori dettagli circa il calcolo di  $k_h$  ed  $n_h$  sono forniti in relazione geotecnica.

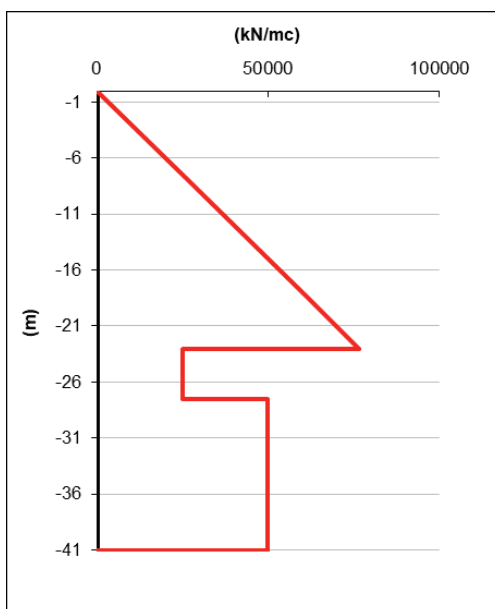


Figura 10. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

Vengono infine mostrati i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo dal quale è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **4.00**.

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>33</b>

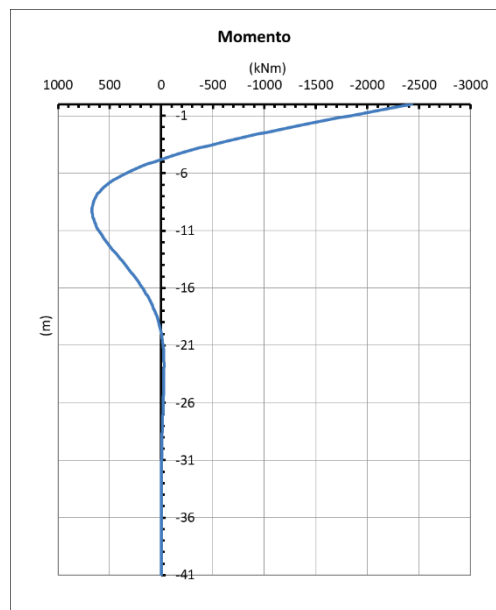
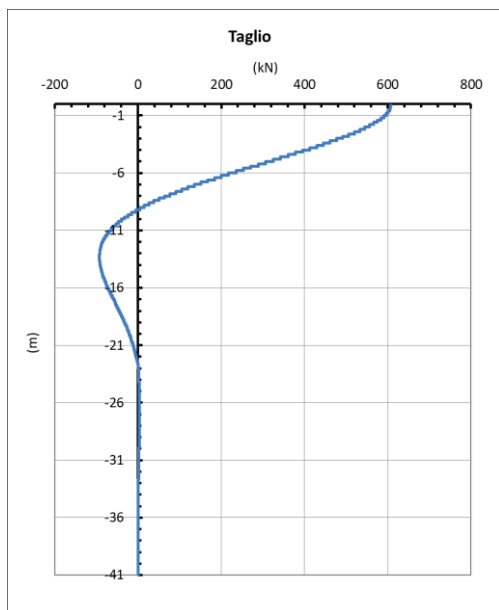


Figura 11. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>34</b>

**10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE**

Le verifiche strutturali dei pali sono state eseguite in corrispondenza di quello più svantaggiato, per ogni tipologia di pila, ovvero quello sul quale si ha il valore minimo di sforzo normale.

Di seguito vengono riportati, per le diverse tipologie di pile individuate, i valori degli sforzi assiali sollecitanti i vari pali costituenti la palificata con l'indicazione del taglio sollecitante i pali stessi (banalmente ottenuto dividendo il taglio totale sul numero di pali) e del momento sollecitante la quota testa palo ottenuto dalla teoria di Matlock e Reese:

- Spalla 1

*Tabella 21. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLU/SLV*

Ripartizione delle azioni SLU sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H <sub>max, singolo palo</sub>	M <sub>max, singolo palo</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU6	7947	8037	8126	8215	5448	5537	5627	5716	2949	3038	3127	3216	1065	4259
Nvert Min	SLU2 4	4795	4739	4682	4626	3678	3621	3565	3508	2561	2504	2448	2391	670	2681
Vtrasv Max	SLU3	7453	7540	7627	7714	5239	5326	5412	5499	3024	3111	3198	3285	1070	4280
Vtrasv Min	SLU2 4	4795	4739	4682	4626	3678	3621	3565	3508	2561	2504	2448	2391	670	2681
Mtrasv Max	SLU6	6237	6180	6124	6067	4976	4919	4862	4806	3714	3658	3601	3545	964	3858
Mtrasv Min	SLU2 4	6013	6154	6295	6436	3845	3986	4127	4268	1677	1818	1959	2100	819	3276
Vlong Max	SLU7	7186	7310	7434	7557	4963	5087	5211	5334	2740	2864	2988	3111	1187	4746
Vlong Min	SLU2 0	4756	4756	4756	4756	3619	3619	3619	3619	2482	2482	2482	2482	664	2655
Mlong Max	SLU2	7947	8037	8126	8215	5448	5537	5627	5716	2949	3038	3127	3216	1065	4259
Mlong Min	SLU2 2	4795	4739	4682	4626	3678	3621	3565	3508	2561	2504	2448	2391	670	2681
Mtorc Max	SLU7	7186	7310	7434	7557	4963	5087	5211	5334	2740	2864	2988	3111	1187	4746
Mtorc Min	SLU1 3	6584	6674	6763	6852	4151	4240	4329	4418	1717	1806	1895	1984	800	3200
Nvert Max	SLV5	5491	5803	6115	6427	3706	4018	4330	4642	1921	2233	2545	2857	1019	4074
Nvert Min	SLV6	4109	4420	4732	5044	2596	2908	3220	3532	1084	1395	1707	2019	1019	4074
Vtrasv Max	SLV3	3916	4955	5995	7034	2226	3266	4305	5345	536	1576	2615	3655	1469	5877
Vtrasv Min	SLV6	4109	4420	4732	5044	2596	2908	3220	3532	1084	1395	1707	2019	1019	4074
Mtrasv Max	SLV1	6614	6926	7238	7550	3318	3629	3941	4253	21	333	645	957	1966	7862
Mtrasv Min	SLV6	3501	4541	5580	6620	1893	2933	3972	5012	285	1325	2364	3404	1469	5877
Vlong Max	SLV1	6614	6926	7238	7550	3318	3629	3941	4253	21	333	645	957	1966	7862
Vlong Min	SLV6	4109	4420	4732	5044	2596	2908	3220	3532	1084	1395	1707	2019	1019	4074
Mlong Max	SLV1	6614	6926	7238	7550	3318	3629	3941	4253	21	333	645	957	1966	7862
Mlong Min	SLV4	4109	4420	4732	5044	2596	2908	3220	3532	1084	1395	1707	2019	1019	4074
Mtorc Max	SLV5	5491	5803	6115	6427	3706	4018	4330	4642	1921	2233	2545	2857	1019	4074
Mtorc Min	SLV4	3501	4541	5580	6620	1893	2933	3972	5012	285	1325	2364	3404	1469	5877

**Relazione di calcolo Pali di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	35

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLU/SLV che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

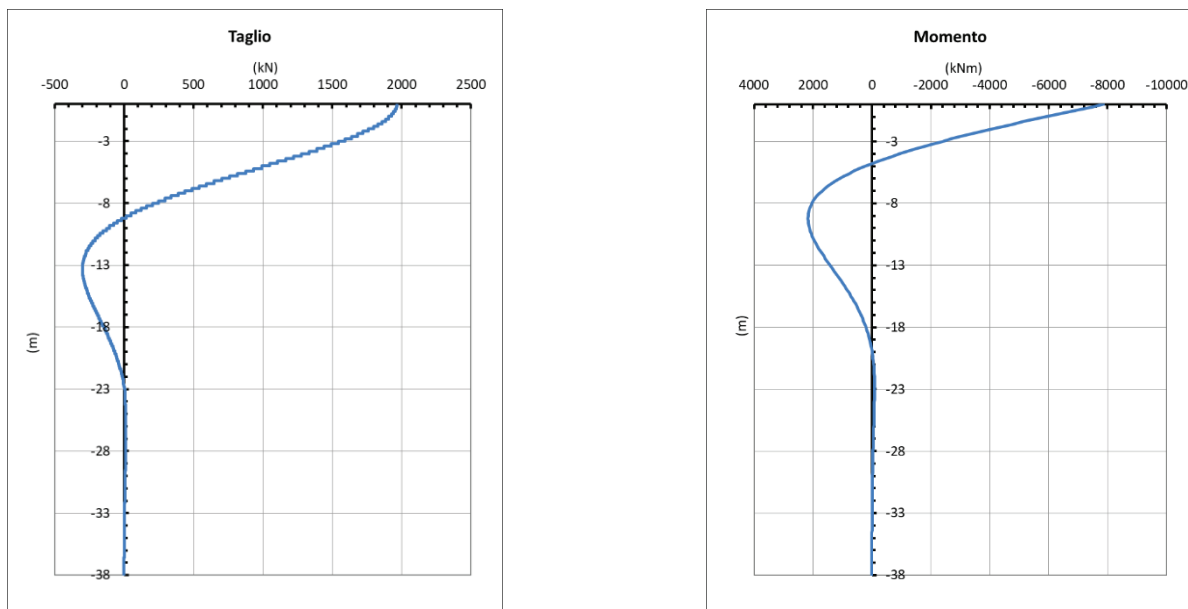


Figura 12. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 22. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H <sub>max, singolo palo</sub>	M <sub>max, singolo palo</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	5719	5779	5840	5900	3851	3911	3971	4032	1982	2043	2103	2163	751	3006
Nvert Min	RA1 2	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Vtrasv Max	RA3	5699	5757	5816	5874	3837	3896	3955	4013	1976	2035	2093	2152	757	3028
Vtrasv Min	RA1 2	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mtrasv Max	RA1	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mtrasv Min	RA1 2	5235	5329	5424	5518	3641	3736	3830	3924	2048	2142	2237	2331	731	2926
Vlong Max	RA7	5409	5499	5589	5678	3644	3734	3824	3913	1879	1969	2058	2148	797	3188
Vlong Min	RA1 2	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mlong Max	RA1 2	5719	5779	5840	5900	3851	3911	3971	4032	1982	2043	2103	2163	751	3006
Mlong Min	RA6	4703	4665	4628	4590	3658	3621	3583	3545	2613	2576	2538	2500	622	2489
Mtorc Max	RA7	5409	5499	5589	5678	3644	3734	3824	3913	1879	1969	2058	2148	797	3188
Mtorc Min	RA1 0	5596	5656	5717	5777	3851	3911	3971	4032	2105	2165	2226	2286	706	2824
Nvert Max	FR1	5434	5479	5524	5570	3793	3838	3883	3928	2151	2197	2242	2287	700	2799
Nvert Min	FR1 2	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Vtrasv Max	FR3	5419	5463	5507	5551	3783	3827	3871	3915	2147	2191	2235	2279	704	2816

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>36</b>

Vtrasv Min	FR1 2	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Mtrasv Max	FR1	4672	4644	4616	4587	3648	3620	3592	3564	2625	2596	2568	2540	603	2411
Mtrasv Min	FR1 2	5051	5122	5193	5264	3636	3706	3777	3848	2220	2291	2362	2433	677	2710
Vlong Max	FR7	5202	5269	5336	5403	3638	3705	3772	3840	2074	2141	2209	2276	734	2936
Vlong Min	FR1 2	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Mlong Max	FR1 2	5434	5479	5524	5570	3793	3838	3883	3928	2151	2197	2242	2287	700	2799
Mlong Min	FR6	4652	4624	4596	4568	3648	3620	3592	3564	2644	2616	2588	2559	596	2382
Mtorc Max	FR7	5202	5269	5336	5403	3638	3705	3772	3840	2074	2141	2209	2276	734	2936
Mtorc Min	FR1 0	5322	5367	5413	5458	3793	3838	3883	3928	2263	2308	2354	2399	658	2633
Nvert Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Nvert Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Vtrasv Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Vtrasv Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Mtrasv Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Mtrasv Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Vlong Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Vlong Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Mlong Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Mlong Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063
Mtorc Max	QP1	4579	4579	4579	4579	3619	3619	3619	3619	2659	2659	2659	2659	545	2180
Mtorc Min	QP1 2	4500	4500	4500	4500	3619	3619	3619	3619	2737	2737	2737	2737	516	2063

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLE che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

**Relazione di calcolo Pali di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	37

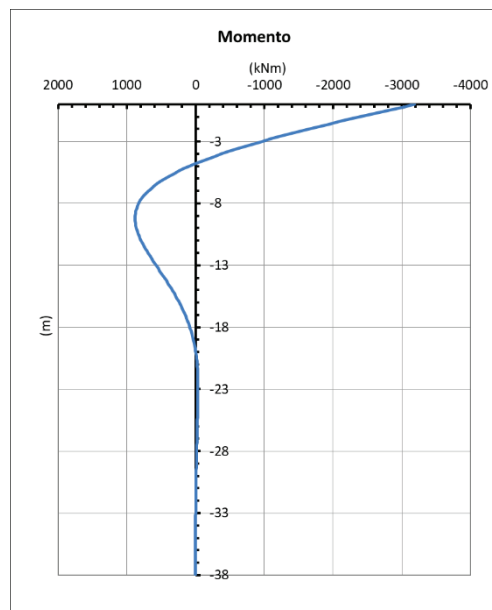
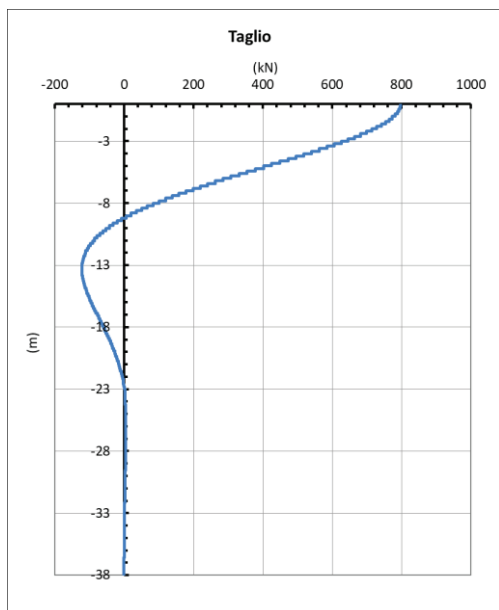


Figura 13. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Spalla 2

Tabella 23. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLU/SLV

Ripartizione delle azioni SLU sui pali della palificata																
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H <sub>max, singolo palo</sub>	M <sub>max, singolo palo</sub>	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	
Nvert	Max	SLU6	7571	7634	7698	7761	5345	5408	5471	5534	3118	3181	3245	3308	904	3616
Nvert	Min	SLU2 4	4594	4540	4486	4432	3549	3495	3441	3387	2503	2450	2396	2342	616	2465
Vtrasv	Max	SLU3	7002	7087	7172	7257	5088	5173	5258	5344	3175	3260	3345	3430	904	3618
Vtrasv	Min	SLU2 4	4594	4540	4486	4432	3549	3495	3441	3387	2503	2450	2396	2342	616	2465
Mtrasv	Max	SLU6	5958	5904	5850	5796	4793	4739	4685	4631	3628	3574	3520	3466	887	3548
Mtrasv	Min	SLU2 4	5133	5282	5431	5580	3547	3696	3845	3994	1961	2110	2259	2408	662	2649
Vlong	Max	SLU1 1	7002	7087	7172	7257	5088	5173	5258	5344	3175	3260	3345	3430	904	3618
Vlong	Min	SLU2 0	4560	4560	4560	4560	3494	3494	3494	3494	2427	2427	2427	2427	610	2438
Mlong	Max	SLU2	7571	7634	7698	7761	5345	5408	5471	5534	3118	3181	3245	3308	904	3616
Mlong	Min	SLU1 9	4594	4540	4486	4432	3549	3495	3441	3387	2503	2450	2396	2342	616	2465
Mtorc	Max	SLU2	5958	5904	5850	5796	4793	4739	4685	4631	3628	3574	3520	3466	887	3548
Mtorc	Min	SLU1 5	5711	5796	5881	5966	3844	3929	4014	4099	1977	2062	2147	2232	663	2652
Nvert	Max	SLV5	5119	5405	5691	5978	3601	3888	4174	4460	2084	2371	2657	2943	890	3559
Nvert	Min	SLV6	3761	4048	4334	4621	2527	2813	3099	3386	1292	1578	1865	2151	890	3559
Vtrasv	Max	SLV3	3641	4596	5550	6505	2223	3177	4132	5087	805	1759	2714	3668	1357	5430
Vtrasv	Min	SLV6	3761	4048	4334	4621	2527	2813	3099	3386	1292	1578	1865	2151	890	3559

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>38</b>

Mtrasv Max	SLV1	5735	6021	6308	6594	3225	3512	3798	4084	716	1002	1288	1575	1634	6536
Mtrasv Min	SLV6	3234	4189	5143	6098	1900	2855	3810	4764	567	1521	2476	3431	1357	5430
Vlong Max	SLV1	5735	6021	6308	6594	3225	3512	3798	4084	716	1002	1288	1575	1634	6536
Vlong Min	SLV6	3761	4048	4334	4621	2527	2813	3099	3386	1292	1578	1865	2151	890	3559
Mlong Max	SLV1	5735	6021	6308	6594	3225	3512	3798	4084	716	1002	1288	1575	1634	6536
Mlong Min	SLV4	3761	4048	4334	4621	2527	2813	3099	3386	1292	1578	1865	2151	890	3559
Mtorc Max	SLV5	5119	5405	5691	5978	3601	3888	4174	4460	2084	2371	2657	2943	890	3559
Mtorc Min	SLV4	3234	4189	5143	6098	1900	2855	3810	4764	567	1521	2476	3431	1357	5430

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLU/SLV che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

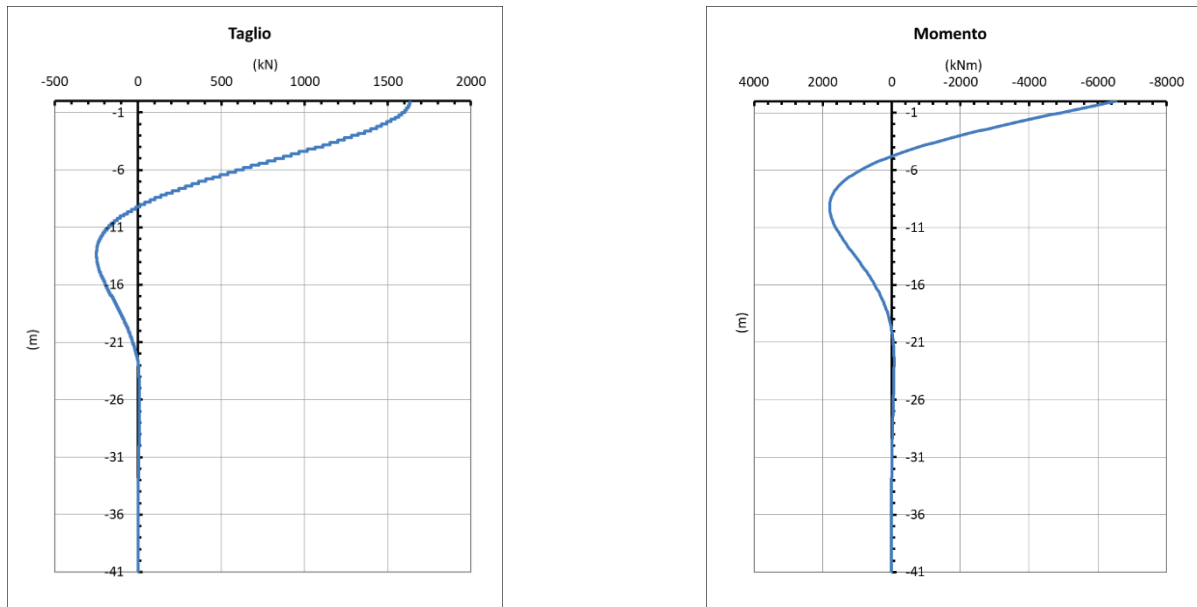


Figura 14. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 24. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H <sub>max, singolo palo</sub>	M <sub>max, singolo palo</sub>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	5358	5411	5464	5517	3766	3819	3872	3925	2174	2227	2280	2333	608	2432
Nvert Min	RA1 2	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Vtrasv Max	RA3	5308	5367	5425	5483	3741	3799	3857	3916	2173	2231	2290	2348	608	2432
Vtrasv Min	RA1 2	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtrasv Max	RA1	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtrasv Min	RA1 2	4816	4919	5021	5124	3541	3643	3746	3848	2265	2368	2470	2573	566	2265
Vlong Max	RA1 1	5308	5367	5425	5483	3741	3799	3857	3916	2173	2231	2290	2348	608	2432

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>39</b>

Vlong Min	RA8	5243	5296	5349	5402	3766	3819	3872	3925	2289	2342	2395	2448	562	2250
Mlong Max	RA1 2	5358	5411	5464	5517	3766	3819	3872	3925	2174	2227	2280	2333	608	2432
Mlong Min	RA6	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtorc Max	RA1 2	4511	4475	4439	4403	3530	3494	3458	3422	2550	2514	2478	2442	570	2281
Mtorc Min	RA3	5308	5367	5425	5483	3741	3799	3857	3916	2173	2231	2290	2348	608	2432
Nvert Max	FR1	5119	5159	5199	5239	3698	3738	3777	3817	2277	2316	2356	2396	580	2321
Nvert Min	FR1 2	4465	4438	4411	4384	3521	3494	3467	3440	2577	2550	2523	2496	545	2180
Vtrasv Max	FR3	5082	5125	5169	5213	3679	3723	3766	3810	2276	2320	2364	2407	580	2322
Vtrasv Min	FR1 2	4465	4438	4411	4384	3521	3494	3467	3440	2577	2550	2523	2496	545	2180
Mtrasv Max	FR1	4484	4457	4430	4403	3521	3494	3467	3440	2559	2532	2505	2478	552	2209
Mtrasv Min	FR1 2	4694	4771	4848	4925	3529	3606	3683	3760	2363	2440	2517	2594	542	2167
Vlong Max	FR1 1	5082	5125	5169	5213	3679	3723	3766	3810	2276	2320	2364	2407	580	2322
Vlong Min	FR8	5014	5054	5094	5134	3698	3738	3777	3817	2382	2421	2461	2501	539	2156
Mlong Max	FR1 2	5119	5159	5199	5239	3698	3738	3777	3817	2277	2316	2356	2396	580	2321
Mlong Min	FR6	4465	4438	4411	4384	3521	3494	3467	3440	2577	2550	2523	2496	545	2180
Mtorc Max	FR1 2	4484	4457	4430	4403	3521	3494	3467	3440	2559	2532	2505	2478	552	2209
Mtorc Min	FR3	5063	5107	5151	5195	3679	3723	3766	3810	2294	2338	2382	2426	573	2293
Nvert Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Nvert Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Vtrasv Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Vtrasv Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Mtrasv Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Mtrasv Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Vlong Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Vlong Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Mlong Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Mlong Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876
Mtorc Max	QP1	4402	4402	4402	4402	3494	3494	3494	3494	2585	2585	2585	2585	498	1992
Mtorc Min	QP1 2	4328	4328	4328	4328	3494	3494	3494	3494	2659	2659	2659	2659	469	1876

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLE che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	40

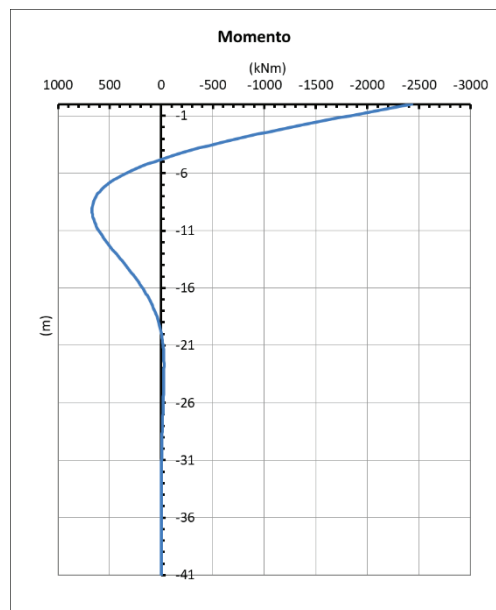
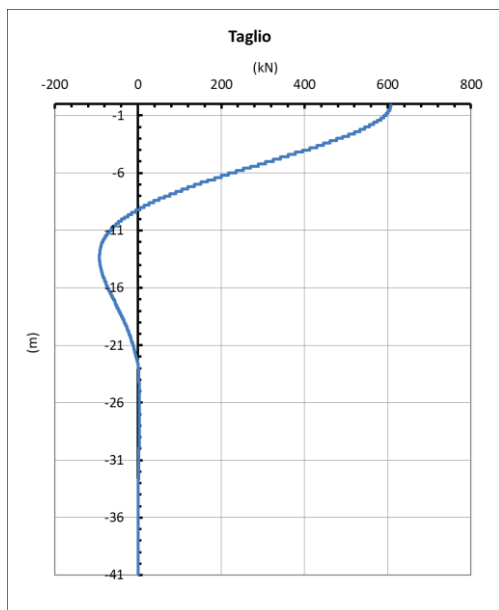


Figura 15. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

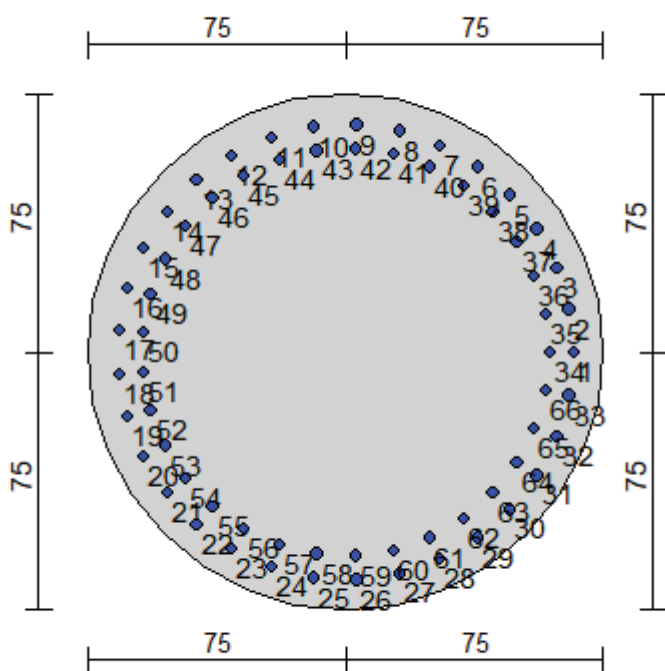
Sulla base di quanto descritto sopra in questo capitolo, sono state eseguite le verifiche strutturali per il Palo n°9 della Spalla 01 della Spalla 02.

Nei paragrafi successivi si riportano i risultati delle verifiche strutturali per i pali appena citati.

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	41

**10.1 SPALLA 01**



**Geometria della sezione:**

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>42</b>

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	si / no
1	141.3	75.0	7.07	no
2	140.1	87.5	7.07	no
3	136.6	99.6	7.07	no
4	130.8	110.8	7.07	no
5	123.0	120.8	7.07	no
6	113.5	129.0	7.07	no
7	102.5	135.3	7.07	no
8	90.6	139.4	7.07	no
9	78.2	141.2	7.07	no
10	65.6	140.6	7.07	no
11	53.3	137.7	7.07	no
12	41.8	132.4	7.07	no
13	31.6	125.1	7.07	no
14	22.9	116.0	7.07	no
15	16.1	105.4	7.07	no
16	11.4	93.7	7.07	no
17	9.0	81.3	7.07	no
18	9.0	68.7	7.07	no
19	11.4	56.3	7.07	no
20	16.1	44.6	7.07	no
21	22.9	34.0	7.07	no
22	31.6	24.9	7.07	no
23	41.8	17.6	7.07	no
24	53.3	12.3	7.07	no
25	65.6	9.4	7.07	no
26	78.2	8.8	7.07	no
27	90.6	10.6	7.07	no
28	102.5	14.7	7.07	no
29	113.5	21.0	7.07	no
30	123.0	29.2	7.07	no
31	130.8	39.2	7.07	no
32	136.6	50.4	7.07	no
33	140.1	62.5	7.07	no
34	134.3	75.0	7.07	no
35	133.2	86.2	7.07	no
36	130.1	97.0	7.07	no
37	124.9	107.1	7.07	no
38	117.9	115.9	7.07	no
39	109.4	123.3	7.07	no
40	99.6	128.9	7.07	no
41	89.0	132.6	7.07	no
42	77.8	134.2	7.07	no
43	66.6	133.7	7.07	no
44	55.6	131.0	7.07	no
45	45.4	126.4	7.07	no
46	36.2	119.8	7.07	no
47	28.4	111.7	7.07	no
48	22.3	102.2	7.07	no
49	18.1	91.7	7.07	no
50	16.0	80.6	7.07	no
51	16.0	69.4	7.07	no
52	18.1	58.3	7.07	no
53	22.3	47.8	7.07	no
54	28.4	38.3	7.07	no
55	36.2	30.2	7.07	no
56	45.4	23.6	7.07	no

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>43</b>

57	55.6	19.0	7.07	no
58	66.6	16.3	7.07	no
59	77.8	15.8	7.07	no
60	89.0	17.4	7.07	no
61	99.6	21.1	7.07	no
62	109.4	26.7	7.07	no
63	117.9	34.1	7.07	no
64	124.9	42.9	7.07	no
65	130.1	53.0	7.07	no
66	133.2	63.8	7.07	no

**Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

**Note:**

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Materiali:**

**Calcestruzzo classe: C25/30**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m<sup>3</sup>

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

fyd = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/m<sup>3</sup>

**Intersezioni del dominio con gli assi N, Mx e My:**

asse N - (Mx = 0, My = 0)	Nu = -18255.4 kN
asse N + (Mx = 0, My = 0)	Nu = 43029.6 kN
asse Mx + (N = 0, My = 0)	Mxu = 8956.8 kN m
asse Mx - (N = 0, My = 0)	Mxu = -8956.8 kN m
asse My + (N = 0, Mx = 0)	Myu = 8950.2 kN m
asse My - (N = 0, Mx = 0)	Myu = -8962.0 kN m

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>44</b>

**Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	2949.0	4259.0	0.0	P	7080.4	10225.7	0.0	0.350	0.370	0.420	Ok
				M	34050.0	4257.1	0.0	0.349	0.022	0.090	Ok
				N	2949.0	9654.0	0.0	0.350	0.515	0.440	Ok
2	2561.0	2681.0	0.0	P	9867.0	10329.3	0.0	0.350	0.299	0.260	Ok
				M	37391.2	2679.2	0.0	0.307	0.072	0.070	Ok
				N	2561.0	9578.2	0.0	0.350	0.532	0.280	Ok
3	3024.0	4280.0	0.0	P	7232.2	10236.1	0.0	0.350	0.366	0.420	Ok
				M	34005.8	4278.1	0.0	0.349	0.021	0.090	Ok
				N	3024.0	9668.4	0.0	0.350	0.512	0.440	Ok
4	2561.0	2681.0	0.0	P	9867.0	10329.3	0.0	0.350	0.299	0.260	Ok
				M	37391.2	2679.2	0.0	0.307	0.072	0.070	Ok
				N	2561.0	9578.2	0.0	0.350	0.532	0.280	Ok
5	3714.0	3858.0	0.0	P	9943.9	10329.4	0.0	0.350	0.297	0.370	Ok
				M	34898.5	3856.3	0.0	0.339	0.034	0.110	Ok
				N	3714.0	9796.7	0.0	0.350	0.484	0.390	Ok
6	1677.0	3276.0	0.0	P	5126.5	10014.5	0.0	0.350	0.432	0.330	Ok
				M	36130.8	3274.3	0.0	0.324	0.052	0.050	Ok
				N	1677.0	9382.1	0.0	0.350	0.573	0.350	Ok
7	2740.0	4746.0	0.0	P	5833.0	10103.5	0.0	0.350	0.409	0.470	Ok
				M	32896.8	4742.9	0.0	0.350	0.009	0.080	Ok
				N	2740.0	9613.7	0.0	0.350	0.524	0.490	Ok
8	2482.0	2655.0	0.0	P	9655.8	10328.8	0.0	0.350	0.304	0.260	Ok
				M	37446.3	2653.2	0.0	0.306	0.073	0.070	Ok
				N	2482.0	9561.6	0.0	0.350	0.535	0.280	Ok
9	2949.0	4259.0	0.0	P	7080.4	10225.7	0.0	0.350	0.370	0.420	Ok
				M	34050.0	4257.1	0.0	0.349	0.022	0.090	Ok
				N	2949.0	9654.0	0.0	0.350	0.515	0.440	Ok
10	2561.0	2681.0	0.0	P	9867.0	10329.3	0.0	0.350	0.299	0.260	Ok
				M	37391.2	2679.2	0.0	0.307	0.072	0.070	Ok
				N	2561.0	9578.2	0.0	0.350	0.532	0.280	Ok
11	2740.0	4746.0	0.0	P	5833.0	10103.5	0.0	0.350	0.409	0.470	Ok
				M	32896.8	4742.9	0.0	0.350	0.009	0.080	Ok
				N	2740.0	9613.7	0.0	0.350	0.524	0.490	Ok
12	1717.0	3200.0	0.0	P	5392.6	10050.3	0.0	0.350	0.423	0.320	Ok
				M	36291.9	3198.2	0.0	0.322	0.055	0.050	Ok
				N	1717.0	9391.3	0.0	0.350	0.571	0.340	Ok
13	1921.0	4074.0	0.0	P	4693.5	9953.8	0.0	0.350	0.447	0.410	Ok
				M	34438.3	4073.7	0.0	0.344	0.027	0.060	Ok
				N	1921.0	9437.9	0.0	0.350	0.561	0.430	Ok
14	1084.0	4074.0	0.0	P	2547.8	9575.5	0.0	0.350	0.532	0.430	Ok
				M	34438.3	4073.7	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	1084.0	9242.8	0.0	0.350	0.601	0.440	Ok
15	536.0	5877.0	0.0	P	837.2	9179.5	0.0	0.350	0.614	0.640	Ok
				M	29929.4	5877.4	0.0	0.350	0.023	0.020	Ok
				N	536.0	9099.9	0.0	0.350	0.631	0.650	Ok
16	1084.0	4074.0	0.0	P	2547.8	9575.5	0.0	0.350	0.532	0.430	Ok
				M	34438.3	4073.7	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	1084.0	9242.8	0.0	0.350	0.601	0.440	Ok
17	21.0	7862.0	0.0	P	23.9	8963.2	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok
				M	23523.0	7862.2	0.0	0.350	0.095	0.000	Ok
				N	21.0	8962.4	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok
18	285.0	5877.0	0.0	P	440.1	9074.4	0.0	0.350	0.636	0.650	Ok
				M	29929.4	5877.4	0.0	0.350	0.023	0.010	Ok
				N	285.0	9033.1	0.0	0.350	0.644	0.650	Ok
19	21.0	7862.0	0.0	P	23.9	8963.2	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok
				M	23523.0	7862.2	0.0	0.350	0.095	0.000	Ok
				N	21.0	8962.4	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	45

20	1084.0	4074.0	0.0	P	2547.8	9575.5	0.0	0.350	0.532	0.430	Ok
				M	34438.3	4073.7	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	1084.0	9242.8	0.0	0.350	0.601	0.440	Ok
21	21.0	7862.0	0.0	P	23.9	8963.2	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok
				M	23523.0	7862.2	0.0	0.350	0.095	0.000	Ok
				N	21.0	8962.4	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok
22	1084.0	4074.0	0.0	P	2547.8	9575.5	0.0	0.350	0.532	0.430	Ok
				M	34438.3	4073.7	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	1084.0	9242.8	0.0	0.350	0.601	0.440	Ok
23	1921.0	4074.0	0.0	P	4693.5	9953.8	0.0	0.350	0.447	0.410	Ok
				M	34438.3	4073.7	0.0	0.344	0.027	0.060	Ok
				N	1921.0	9437.9	0.0	0.350	0.561	0.430	Ok
24	285.0	5877.0	0.0	P	440.1	9074.4	0.0	0.350	0.636	0.650	Ok
				M	29929.4	5877.4	0.0	0.350	0.023	0.010	Ok
				N	285.0	9033.1	0.0	0.350	0.644	0.650	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
17	21.0	7862.0	0.0	P	23.9	8963.2	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok
5	3714.0	3858.0	0.0	M	34898.5	3856.3	0.0	0.339	0.034	0.110	Ok
17	21.0	7862.0	0.0	N	21.0	8962.4	0.0	0.350	0.659	0.880	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.3 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.3 (per verif. Vy)

Staffe = Ø 12 / 10.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1065.00	0.00	0.00	2949.00	1.119	2.50	0.4234	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4234	0.0000	0.0000	0.4234	
	4177.56	4177.56	1793.33	0.2549	0.0000	0.0000	0.2549	
2 SLU	670.00	0.00	0.00	2561.00	1.103	2.50	0.2664	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2664	0.0000	0.0000	0.2664	
	4119.09	4119.09	1793.33	0.1627	0.0000	0.0000	0.1627	
3 SLU	1070.00	0.00	0.00	3024.00	1.122	2.50	0.4254	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4254	0.0000	0.0000	0.4254	
	4188.86	4188.86	1793.33	0.2554	0.0000	0.0000	0.2554	
4 SLU	670.00	0.00	0.00	2561.00	1.103	2.50	0.2664	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2664	0.0000	0.0000	0.2664	
	4119.09	4119.09	1793.33	0.1627	0.0000	0.0000	0.1627	
5 SLU	964.00	0.00	0.00	3714.00	1.150	2.50	0.3833	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.3833	0.0000	0.0000	0.3833	
	4292.83	4292.83	1793.33	0.2246	0.0000	0.0000	0.2246	
6 SLU	819.00	0.00	0.00	1677.00	1.068	2.50	0.3256	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.3256	0.0000	0.0000	0.3256	
	3985.88	3985.88	1793.33	0.2055	0.0000	0.0000	0.2055	
7 SLU	1187.00	0.00	0.00	2740.00	1.111	2.50	0.4719	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4719	0.0000	0.0000	0.4719	
	4146.06	4146.06	1793.33	0.2863	0.0000	0.0000	0.2863	
8 SLU	664.00	0.00	0.00	2482.00	1.100	2.50	0.2640	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2640	0.0000	0.0000	0.2640	
	4107.18	4107.18	1793.33	0.1617	0.0000	0.0000	0.1617	

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	46

9 SLU	1065.00	0.00	0.00	2949.00	1.119	2.50	<b>0.4234</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4234	0.0000	0.0000	0.4234	
	4177.56	4177.56	1793.33	0.2549	0.0000	0.0000	0.2549	
10 SLU	670.00	0.00	0.00	2561.00	1.103	2.50	<b>0.2664</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2664	0.0000	0.0000	0.2664	
	4119.09	4119.09	1793.33	0.1627	0.0000	0.0000	0.1627	
11 SLU	1187.00	0.00	0.00	2740.00	1.111	2.50	<b>0.4719</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4719	0.0000	0.0000	0.4719	
	4146.06	4146.06	1793.33	0.2863	0.0000	0.0000	0.2863	
12 SLU	800.00	0.00	0.00	1717.00	1.069	2.50	<b>0.3181</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.3181	0.0000	0.0000	0.3181	
	3991.91	3991.91	1793.33	0.2004	0.0000	0.0000	0.2004	
13 SLU	1019.00	0.00	0.00	1921.00	1.078	2.50	<b>0.4051</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4051	0.0000	0.0000	0.4051	
	4022.65	4022.65	1793.33	0.2533	0.0000	0.0000	0.2533	
14 SLU	1019.00	0.00	0.00	1084.00	1.044	2.50	<b>0.4051</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4051	0.0000	0.0000	0.4051	
	3896.52	3896.52	1793.33	0.2615	0.0000	0.0000	0.2615	
15 SLU	1469.00	0.00	0.00	536.00	1.022	2.50	<b>0.5840</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.5840	0.0000	0.0000	0.5840	
	3813.95	3813.95	1793.33	0.3852	0.0000	0.0000	0.3852	
16 SLU	1019.00	0.00	0.00	1084.00	1.044	2.50	<b>0.4051</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4051	0.0000	0.0000	0.4051	
	3896.52	3896.52	1793.33	0.2615	0.0000	0.0000	0.2615	
17 SLU	1966.00	0.00	0.00	21.00	1.001	2.50	<b>0.7816</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.7816	0.0000	0.0000	0.7816	
	3736.34	3736.34	1793.33	0.5262	0.0000	0.0000	0.5262	
18 SLU	1469.00	0.00	0.00	285.00	1.012	2.50	<b>0.5840</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.5840	0.0000	0.0000	0.5840	
	3776.12	3776.12	1793.33	0.3890	0.0000	0.0000	0.3890	
19 SLU	1966.00	0.00	0.00	21.00	1.001	2.50	<b>0.7816</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.7816	0.0000	0.0000	0.7816	
	3736.34	3736.34	1793.33	0.5262	0.0000	0.0000	0.5262	
20 SLU	1019.00	0.00	0.00	1084.00	1.044	2.50	<b>0.4051</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4051	0.0000	0.0000	0.4051	
	3896.52	3896.52	1793.33	0.2615	0.0000	0.0000	0.2615	
21 SLU	1966.00	0.00	0.00	21.00	1.001	2.50	<b>0.7816</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.7816	0.0000	0.0000	0.7816	
	3736.34	3736.34	1793.33	0.5262	0.0000	0.0000	0.5262	
22 SLU	1019.00	0.00	0.00	1084.00	1.044	2.50	<b>0.4051</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4051	0.0000	0.0000	0.4051	
	3896.52	3896.52	1793.33	0.2615	0.0000	0.0000	0.2615	
23 SLU	1019.00	0.00	0.00	1921.00	1.078	2.50	<b>0.4051</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4051	0.0000	0.0000	0.4051	
	4022.65	4022.65	1793.33	0.2533	0.0000	0.0000	0.2533	
24 SLU	1469.00	0.00	0.00	285.00	1.012	2.50	<b>0.5840</b>	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.5840	0.0000	0.0000	0.5840	
	3776.12	3776.12	1793.33	0.3890	0.0000	0.0000	0.3890	

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:**

Valori limite (tensioni: segno (+) = compressione, (-) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 14940.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
25	3006.0	0.0	1982.0	8430.4	0.56	-139959.7	0.39	Ok
26	2489.0	0.0	2613.0	7143.4	0.48	-95551.9	0.27	Ok

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	47

27	3028.0	0.0	1976.0	8488.4	0.57	-141429.4	0.39	Ok
28	2489.0	0.0	2613.0	7143.4	0.48	-95551.9	0.27	Ok
29	2489.0	0.0	2613.0	7143.4	0.48	-95551.9	0.27	Ok
30	2926.0	0.0	2048.0	8227.4	0.55	-133666.0	0.37	Ok
31	3188.0	0.0	1879.0	8899.6	0.60	-153302.7	0.43	Ok
32	2489.0	0.0	2613.0	7143.4	0.48	-95551.9	0.27	Ok
33	3006.0	0.0	1982.0	8430.4	0.56	-139959.7	0.39	Ok
34	2489.0	0.0	2613.0	7143.4	0.48	-95551.9	0.27	Ok
35	3188.0	0.0	1879.0	8899.6	0.60	-153302.7	0.43	Ok
36	2824.0	0.0	2105.0	7963.2	0.53	-126249.7	0.35	Ok

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:**

Valori limite:

Fessure:  $WkL = 0.40$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	2799.0	0.0	2151.0	0.17	0.42	Ok
38	2382.0	0.0	2644.0	0.11	0.27	Ok
39	2816.0	0.0	2147.0	0.17	0.43	Ok
40	2382.0	0.0	2644.0	0.11	0.27	Ok
41	2411.0	0.0	2625.0	0.11	0.28	Ok
42	2710.0	0.0	2220.0	0.16	0.40	Ok
43	2936.0	0.0	2074.0	0.19	0.47	Ok
44	2382.0	0.0	2644.0	0.11	0.27	Ok
45	2799.0	0.0	2151.0	0.17	0.42	Ok
46	2382.0	0.0	2644.0	0.11	0.27	Ok
47	2936.0	0.0	2074.0	0.19	0.47	Ok
48	2633.0	0.0	2263.0	0.15	0.37	Ok

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:**

Valori limite:

CLS:  $\sigma_{cL} = 11205.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure:  $WkL = 0.30$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

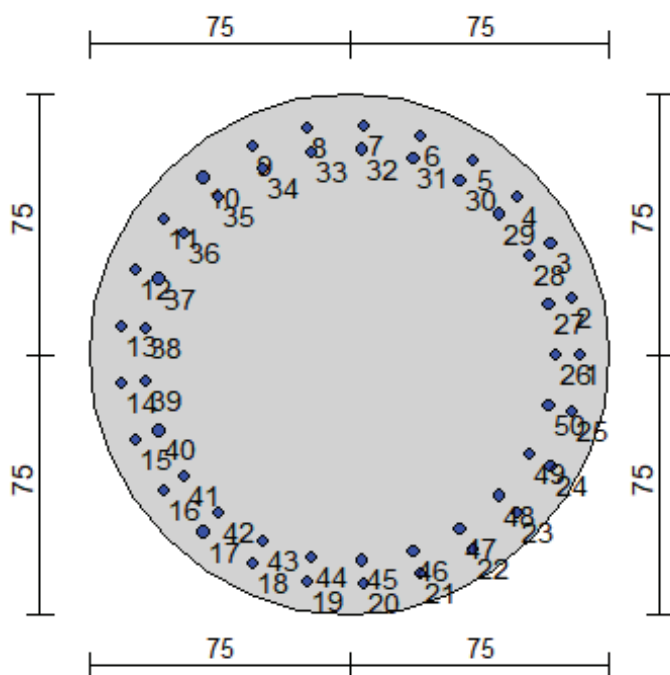
Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	2180.0	0.0	2659.0	6313.6	0.56	0.09	0.29	Ok
50	2063.0	0.0	2737.0	6008.2	0.54	0.07	0.24	Ok
51	2180.0	0.0	2659.0	6313.6	0.56	0.09	0.29	Ok
52	2063.0	0.0	2737.0	6008.2	0.54	0.07	0.24	Ok
53	2180.0	0.0	2659.0	6313.6	0.56	0.09	0.29	Ok
54	2063.0	0.0	2737.0	6008.2	0.54	0.07	0.24	Ok
55	2180.0	0.0	2659.0	6313.6	0.56	0.09	0.29	Ok
56	2063.0	0.0	2737.0	6008.2	0.54	0.07	0.24	Ok
57	2180.0	0.0	2659.0	6313.6	0.56	0.09	0.29	Ok
58	2063.0	0.0	2737.0	6008.2	0.54	0.07	0.24	Ok
59	2180.0	0.0	2659.0	6313.6	0.56	0.09	0.29	Ok
60	2063.0	0.0	2737.0	6008.2	0.54	0.07	0.24	Ok



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	48

**10.2 SPALLA 02**



**Geometria della sezione:**

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>49</b>

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.3	75.0	7.07	no
2	139.2	91.5	7.07	no
3	133.1	106.9	7.07	no
4	123.3	120.4	7.07	no
5	110.5	131.0	7.07	no
6	95.5	138.1	7.07	no
7	79.2	141.2	7.07	no
8	62.6	140.1	7.07	no
9	46.8	135.0	7.07	no
10	32.7	126.1	7.07	no
11	21.4	114.0	7.07	no
12	13.4	99.4	7.07	no
13	9.2	83.3	7.07	no
14	9.2	66.7	7.07	no
15	13.4	50.6	7.07	no
16	21.4	36.0	7.07	no
17	32.7	23.9	7.07	no
18	46.8	15.0	7.07	no
19	62.6	9.9	7.07	no
20	79.2	8.8	7.07	no
21	95.5	11.9	7.07	no
22	110.5	19.0	7.07	no
23	123.3	29.6	7.07	no
24	133.1	43.1	7.07	no
25	139.2	58.5	7.07	no
26	134.3	75.0	7.07	no
27	132.4	89.7	7.07	no
28	127.0	103.6	7.07	no
29	118.2	115.6	7.07	no
30	106.8	125.1	7.07	no
31	93.3	131.4	7.07	no
32	78.7	134.2	7.07	no
33	63.9	133.2	7.07	no
34	49.8	128.7	7.07	no
35	37.2	120.7	7.07	no
36	27.0	109.9	7.07	no
37	19.9	96.8	7.07	no
38	16.2	82.4	7.07	no
39	16.2	67.6	7.07	no
40	19.9	53.2	7.07	no
41	27.0	40.1	7.07	no
42	37.2	29.3	7.07	no
43	49.8	21.3	7.07	no
44	63.9	16.8	7.07	no
45	78.7	15.8	7.07	no
46	93.3	18.6	7.07	no
47	106.8	24.9	7.07	no
48	118.2	34.4	7.07	no
49	127.0	46.4	7.07	no
50	132.4	60.3	7.07	no

**Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

**Note:**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>50</b>

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Materiali:**

**Calcestruzzo classe: C25/30**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>  
fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

fyd = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

ε<sub>uk</sub> (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, M<sub>x</sub> e M<sub>y</sub>:**

asse N - (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = -13829.8 kN  
 asse N + (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = 38604.1 kN  
 asse M<sub>x</sub> + (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = 7042.0 kN m  
 asse M<sub>x</sub> - (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = -7042.0 kN m  
 asse M<sub>y</sub> + (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = 7053.0 kN m  
 asse M<sub>y</sub> - (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = -7038.3 kN m

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

**Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)**

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3118.0	3616.0	0.0	P	7404.4	8587.0	0.0	0.350	0.370	0.420	Ok
				M	30984.8	3614.6	0.0	0.348	0.023	0.100	Ok
				N	3118.0	7901.8	0.0	0.350	0.551	0.460	Ok
2	2503.0	2465.0	0.0	P	8814.7	8680.9	0.0	0.350	0.326	0.280	Ok
				M	33420.5	2463.4	0.0	0.314	0.064	0.070	Ok
				N	2503.0	7759.8	0.0	0.350	0.584	0.320	Ok
3	3175.0	3618.0	0.0	P	7545.6	8598.5	0.0	0.350	0.365	0.420	Ok
				M	30980.5	3616.7	0.0	0.348	0.023	0.100	Ok
				N	3175.0	7914.5	0.0	0.350	0.548	0.460	Ok
4	2503.0	2465.0	0.0	P	8814.7	8680.9	0.0	0.350	0.326	0.280	Ok
				M	33420.5	2463.4	0.0	0.314	0.064	0.070	Ok

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>51</b>

				N	2503.0	7759.8	0.0	0.350	0.584	0.320	Ok
5	3628.0	3548.0	0.0	P	8879.3	8683.5	0.0	0.350	0.324	0.410	Ok
				M	31129.0	3546.4	0.0	0.346	0.025	0.120	Ok
				N	3628.0	8014.4	0.0	0.350	0.524	0.440	Ok
6	1961.0	2649.0	0.0	P	6263.1	8460.4	0.0	0.350	0.410	0.310	Ok
				M	33031.4	2647.2	0.0	0.320	0.057	0.060	Ok
				N	1961.0	7616.9	0.0	0.350	0.616	0.350	Ok
7	3175.0	3618.0	0.0	P	7545.6	8598.5	0.0	0.350	0.365	0.420	Ok
				M	30980.5	3616.7	0.0	0.348	0.023	0.100	Ok
				N	3175.0	7914.5	0.0	0.350	0.548	0.460	Ok
8	2427.0	2438.0	0.0	P	8631.9	8671.0	0.0	0.350	0.331	0.280	Ok
				M	33477.8	2436.4	0.0	0.313	0.065	0.070	Ok
				N	2427.0	7740.5	0.0	0.350	0.588	0.310	Ok
9	3118.0	3616.0	0.0	P	7404.4	8587.0	0.0	0.350	0.370	0.420	Ok
				M	30984.8	3614.6	0.0	0.348	0.023	0.100	Ok
				N	3118.0	7901.8	0.0	0.350	0.551	0.460	Ok
10	2503.0	2465.0	0.0	P	8814.7	8680.9	0.0	0.350	0.326	0.280	Ok
				M	33420.5	2463.4	0.0	0.314	0.064	0.070	Ok
				N	2503.0	7759.8	0.0	0.350	0.584	0.320	Ok
11	3628.0	3548.0	0.0	P	8879.3	8683.5	0.0	0.350	0.324	0.410	Ok
				M	31129.0	3546.4	0.0	0.346	0.025	0.120	Ok
				N	3628.0	8014.4	0.0	0.350	0.524	0.440	Ok
12	1977.0	2652.0	0.0	P	6311.7	8466.7	0.0	0.350	0.408	0.310	Ok
				M	33025.0	2650.3	0.0	0.320	0.057	0.060	Ok
				N	1977.0	7621.2	0.0	0.350	0.615	0.350	Ok
13	2084.0	3559.0	0.0	P	4826.2	8242.0	0.0	0.350	0.468	0.430	Ok
				M	31105.6	3557.5	0.0	0.347	0.025	0.070	Ok
				N	2084.0	7649.7	0.0	0.350	0.609	0.470	Ok
14	1292.0	3559.0	0.0	P	2846.4	7840.7	0.0	0.350	0.565	0.450	Ok
				M	31105.6	3557.5	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1292.0	7435.7	0.0	0.350	0.658	0.480	Ok
15	805.0	5430.0	0.0	P	1094.3	7381.2	0.0	0.350	0.671	0.740	Ok
				M	26242.0	5431.1	0.0	0.350	0.035	0.030	Ok
				N	805.0	7295.7	0.0	0.350	0.691	0.740	Ok
16	1292.0	3559.0	0.0	P	2846.4	7840.7	0.0	0.350	0.565	0.450	Ok
				M	31105.6	3557.5	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1292.0	7435.7	0.0	0.350	0.658	0.480	Ok
17	716.0	6536.0	0.0	P	799.0	7293.9	0.0	0.350	0.692	0.900	Ok
				M	22569.2	6537.0	0.0	0.350	0.081	0.030	Ok
				N	716.0	7268.0	0.0	0.350	0.698	0.900	Ok
18	567.0	5430.0	0.0	P	760.4	7281.8	0.0	0.350	0.694	0.750	Ok
				M	26242.0	5431.1	0.0	0.350	0.035	0.020	Ok
				N	567.0	7221.4	0.0	0.350	0.709	0.750	Ok
19	716.0	6536.0	0.0	P	799.0	7293.9	0.0	0.350	0.692	0.900	Ok
				M	22569.2	6537.0	0.0	0.350	0.081	0.030	Ok
				N	716.0	7268.0	0.0	0.350	0.698	0.900	Ok
20	1292.0	3559.0	0.0	P	2846.4	7840.7	0.0	0.350	0.565	0.450	Ok
				M	31105.6	3557.5	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1292.0	7435.7	0.0	0.350	0.658	0.480	Ok
21	716.0	6536.0	0.0	P	799.0	7293.9	0.0	0.350	0.692	0.900	Ok
				M	22569.2	6537.0	0.0	0.350	0.081	0.030	Ok
				N	716.0	7268.0	0.0	0.350	0.698	0.900	Ok
22	1292.0	3559.0	0.0	P	2846.4	7840.7	0.0	0.350	0.565	0.450	Ok
				M	31105.6	3557.5	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1292.0	7435.7	0.0	0.350	0.658	0.480	Ok
23	2084.0	3559.0	0.0	P	4826.2	8242.0	0.0	0.350	0.468	0.430	Ok
				M	31105.6	3557.5	0.0	0.347	0.025	0.070	Ok
				N	2084.0	7649.7	0.0	0.350	0.609	0.470	Ok
24	567.0	5430.0	0.0	P	760.4	7281.8	0.0	0.350	0.694	0.750	Ok
				M	26242.0	5431.1	0.0	0.350	0.035	0.020	Ok
				N	567.0	7221.4	0.0	0.350	0.709	0.750	Ok

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	52

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
17	716.0	6536.0	0.0	P	799.0	7293.9	0.0	0.350	0.692	0.900	Ok
5	3628.0	3548.0	0.0	M	31129.0	3546.4	0.0	0.346	0.025	0.120	Ok
17	716.0	6536.0	0.0	N	716.0	7268.0	0.0	0.350	0.698	0.900	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.3 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.3 (per verif. Vy)

Staffe = Ø 12 / 15.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

**Verifiche cmb. SLU**

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	904.00	0.00	0.00	3118.00	1.126	2.50	<b>0.5391</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5391	0.0000	0.0000	0.5391	
	4203.02	4203.02	1793.33	0.2151	0.0000	0.0000	0.2151	
2 SLU	616.00	0.00	0.00	2503.00	1.101	2.50	<b>0.3674</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3674	0.0000	0.0000	0.3674	
	4110.35	4110.35	1793.33	0.1499	0.0000	0.0000	0.1499	
3 SLU	904.00	0.00	0.00	3175.00	1.128	2.50	<b>0.5391</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5391	0.0000	0.0000	0.5391	
	4211.61	4211.61	1793.33	0.2146	0.0000	0.0000	0.2146	
4 SLU	616.00	0.00	0.00	2503.00	1.101	2.50	<b>0.3674</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3674	0.0000	0.0000	0.3674	
	4110.35	4110.35	1793.33	0.1499	0.0000	0.0000	0.1499	
5 SLU	887.00	0.00	0.00	3628.00	1.146	2.50	<b>0.5290</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5290	0.0000	0.0000	0.5290	
	4279.87	4279.87	1793.33	0.2072	0.0000	0.0000	0.2072	
6 SLU	662.00	0.00	0.00	1961.00	1.079	2.50	<b>0.3948</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3948	0.0000	0.0000	0.3948	
	4028.68	4028.68	1793.33	0.1643	0.0000	0.0000	0.1643	
7 SLU	904.00	0.00	0.00	3175.00	1.128	2.50	<b>0.5391</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5391	0.0000	0.0000	0.5391	
	4211.61	4211.61	1793.33	0.2146	0.0000	0.0000	0.2146	
8 SLU	610.00	0.00	0.00	2427.00	1.098	2.50	<b>0.3638</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3638	0.0000	0.0000	0.3638	
	4098.90	4098.90	1793.33	0.1488	0.0000	0.0000	0.1488	
9 SLU	904.00	0.00	0.00	3118.00	1.126	2.50	<b>0.5391</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5391	0.0000	0.0000	0.5391	
	4203.02	4203.02	1793.33	0.2151	0.0000	0.0000	0.2151	
10 SLU	616.00	0.00	0.00	2503.00	1.101	2.50	<b>0.3674</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3674	0.0000	0.0000	0.3674	
	4110.35	4110.35	1793.33	0.1499	0.0000	0.0000	0.1499	
11 SLU	887.00	0.00	0.00	3628.00	1.146	2.50	<b>0.5290</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5290	0.0000	0.0000	0.5290	
	4279.87	4279.87	1793.33	0.2072	0.0000	0.0000	0.2072	
12 SLU	663.00	0.00	0.00	1977.00	1.080	2.50	<b>0.3954</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3954	0.0000	0.0000	0.3954	
	4031.09	4031.09	1793.33	0.1645	0.0000	0.0000	0.1645	
13 SLU	890.00	0.00	0.00	2084.00	1.084	2.50	<b>0.5308</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5308	0.0000	0.0000	0.5308	
	4047.21	4047.21	1793.33	0.2199	0.0000	0.0000	0.2199	

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>53</b>

14 SLU	890.00	0.00	0.00	1292.00	1.052	2.50	<b>0.5308</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5308	0.0000	0.0000	0.5308	
	3927.87	3927.87	1793.33	0.2266	0.0000	0.0000	0.2266	
15 SLU	1357.00	0.00	0.00	805.00	1.032	2.50	<b>0.8093</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8093	0.0000	0.0000	0.8093	
	3854.48	3854.48	1793.33	0.3521	0.0000	0.0000	0.3521	
16 SLU	890.00	0.00	0.00	1292.00	1.052	2.50	<b>0.5308</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5308	0.0000	0.0000	0.5308	
	3927.87	3927.87	1793.33	0.2266	0.0000	0.0000	0.2266	
17 SLU	1634.00	0.00	0.00	716.00	1.029	2.50	<b>0.9745</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.9745	0.0000	0.0000	0.9745	
	3841.07	3841.07	1793.33	0.4254	0.0000	0.0000	0.4254	
18 SLU	1357.00	0.00	0.00	567.00	1.023	2.50	<b>0.8093</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8093	0.0000	0.0000	0.8093	
	3818.62	3818.62	1793.33	0.3554	0.0000	0.0000	0.3554	
19 SLU	1634.00	0.00	0.00	716.00	1.029	2.50	<b>0.9745</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.9745	0.0000	0.0000	0.9745	
	3841.07	3841.07	1793.33	0.4254	0.0000	0.0000	0.4254	
20 SLU	890.00	0.00	0.00	1292.00	1.052	2.50	<b>0.5308</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5308	0.0000	0.0000	0.5308	
	3927.87	3927.87	1793.33	0.2266	0.0000	0.0000	0.2266	
21 SLU	1634.00	0.00	0.00	716.00	1.029	2.50	<b>0.9745</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.9745	0.0000	0.0000	0.9745	
	3841.07	3841.07	1793.33	0.4254	0.0000	0.0000	0.4254	
22 SLU	890.00	0.00	0.00	1292.00	1.052	2.50	<b>0.5308</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5308	0.0000	0.0000	0.5308	
	3927.87	3927.87	1793.33	0.2266	0.0000	0.0000	0.2266	
23 SLU	890.00	0.00	0.00	2084.00	1.084	2.50	<b>0.5308</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5308	0.0000	0.0000	0.5308	
	4047.21	4047.21	1793.33	0.2199	0.0000	0.0000	0.2199	
24 SLU	1357.00	0.00	0.00	567.00	1.023	2.50	<b>0.8093</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8093	0.0000	0.0000	0.8093	
	3818.62	3818.62	1793.33	0.3554	0.0000	0.0000	0.3554	

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:**

Valori limite (tensioni: segno (+) = compressione, (-) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 14940.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
25	2432.0	0.0	2174.0	7949.1	0.53	-127480.5	0.35	Ok
26	2281.0	0.0	2550.0	7499.9	0.50	-105769.0	0.29	Ok
27	2432.0	0.0	2173.0	7949.0	0.53	-127508.3	0.35	Ok
28	2281.0	0.0	2550.0	7499.9	0.50	-105769.0	0.29	Ok
29	2281.0	0.0	2550.0	7499.9	0.50	-105769.0	0.29	Ok
30	2265.0	0.0	2265.0	7425.0	0.50	-112144.4	0.31	Ok
31	2432.0	0.0	2173.0	7949.0	0.53	-127508.3	0.35	Ok
32	2250.0	0.0	2289.0	7379.2	0.49	-110349.1	0.31	Ok
33	2432.0	0.0	2174.0	7949.1	0.53	-127480.5	0.35	Ok
34	2281.0	0.0	2550.0	7499.9	0.50	-105769.0	0.29	Ok
35	2281.0	0.0	2550.0	7499.9	0.50	-105769.0	0.29	Ok
36	2432.0	0.0	2173.0	7949.0	0.53	-127508.3	0.35	Ok

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:**

Valori limite:

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	54

Fessure:  $WkL = 0.40$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	2321.0	0.0	2277.0	0.16	0.40	Ok
38	2180.0	0.0	2577.0	0.12	0.31	Ok
39	2322.0	0.0	2276.0	0.16	0.40	Ok
40	2180.0	0.0	2577.0	0.12	0.31	Ok
41	2209.0	0.0	2559.0	0.13	0.32	Ok
42	2167.0	0.0	2363.0	0.13	0.33	Ok
43	2322.0	0.0	2276.0	0.16	0.40	Ok
44	2156.0	0.0	2382.0	0.13	0.32	Ok
45	2321.0	0.0	2277.0	0.16	0.40	Ok
46	2180.0	0.0	2577.0	0.12	0.31	Ok
47	2209.0	0.0	2559.0	0.13	0.32	Ok
48	2293.0	0.0	2294.0	0.15	0.39	Ok

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:**

Valori limite:

CLS:  $\sigma_{cL} = 11205.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure:  $WkL = 0.30$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	1992.0	0.0	2585.0	6577.4	0.59	0.10	0.32	Ok
50	1876.0	0.0	2659.0	6211.3	0.55	0.09	0.28	Ok
51	1992.0	0.0	2585.0	6577.4	0.59	0.10	0.32	Ok
52	1876.0	0.0	2659.0	6211.3	0.55	0.09	0.28	Ok
53	1992.0	0.0	2585.0	6577.4	0.59	0.10	0.32	Ok
54	1876.0	0.0	2659.0	6211.3	0.55	0.09	0.28	Ok
55	1992.0	0.0	2585.0	6577.4	0.59	0.10	0.32	Ok
56	1876.0	0.0	2659.0	6211.3	0.55	0.09	0.28	Ok
57	1992.0	0.0	2585.0	6577.4	0.59	0.10	0.32	Ok
58	1876.0	0.0	2659.0	6211.3	0.55	0.09	0.28	Ok
59	1992.0	0.0	2585.0	6577.4	0.59	0.10	0.32	Ok
60	1876.0	0.0	2659.0	6211.3	0.55	0.09	0.28	Ok

**10.3 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI**

Pila	Lunghezza pali	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
Spalla 1	38m	66Φ30	Φ12/10cm
Spalla 2	41m	50Φ30	Φ12/15cm

**Relazione di calcolo Pali di fondazione**

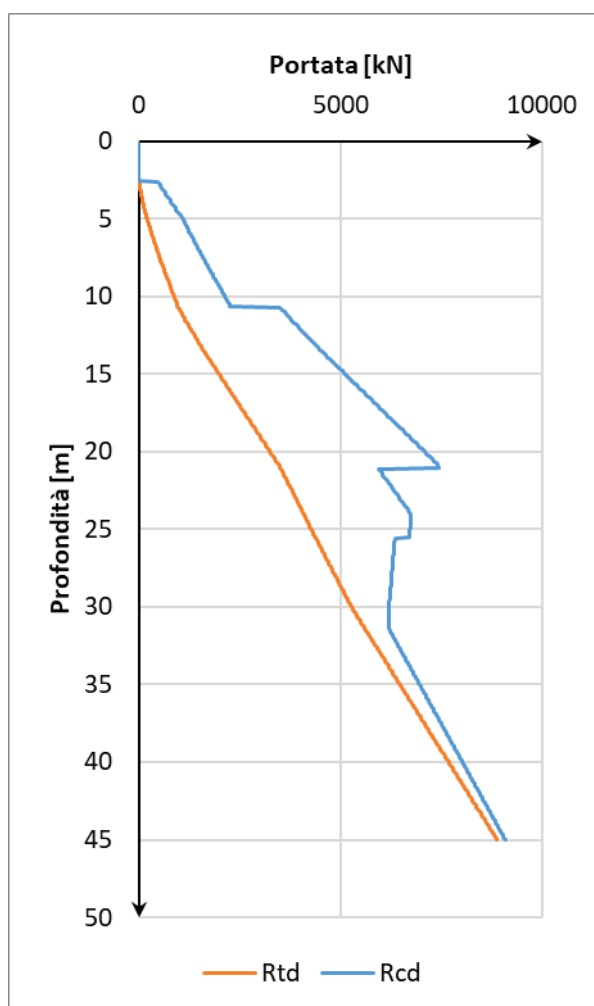
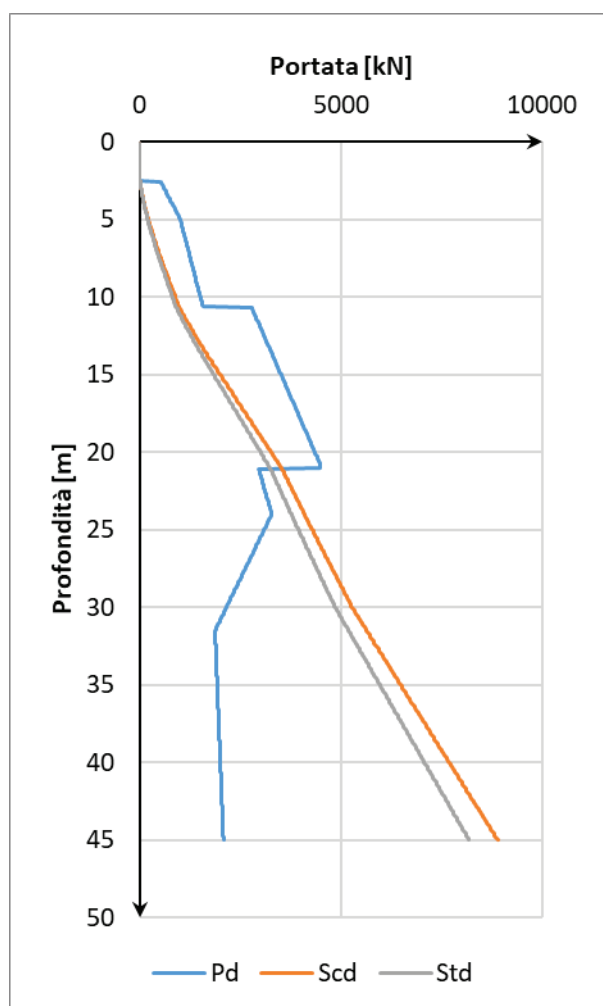
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	10	03	005	C	55

**11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE**

Di seguito sono riportate le curve di capacità portante dei pali per le diverse stratigrafie di interesse. Le curve sono riportate per le capacità di design e in particolare:

- Pd: capacità portante punta palo;
- Scd: capacità portante laterale a compressione;
- Std: capacità portante laterale a trazione;
- Rcd: capacità portante totale a compressione;
- Rtd: capacità portante totale a trazione.

**11.1 STRATIGRAFIA 1**



Profondità [m]	Pd [kN]	Scd [kN]	Std [kN]	Rcd [kN]	Rtd [kN]
2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.5	700.7	66.8	61.5	696.9	132.2
4.5	900.9	155.6	143.1	959.3	240.3
5.5	1051.0	264.6	243.5	1192.0	367.2



**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>56</b>

6.5	1151.1	385.7	354.8	1386.6	505.1
7.5	1251.2	517.7	476.3	1592.3	653.0
8.5	1351.3	660.1	607.3	1808.2	810.5
9.5	1451.4	804.7	740.3	2026.4	970.1
10.5	1551.5	949.3	873.4	2244.6	1129.6
11.5	2914.2	1154.5	1062.1	3785.9	1344.9
12.5	3082.4	1378.3	1268.0	4151.5	1577.3
13.5	3250.7	1614.6	1485.5	4529.6	1821.2
14.5	3418.9	1863.3	1714.3	4920.0	2076.5
15.5	3587.2	2116.4	1947.1	5314.8	2335.9
16.5	3755.4	2369.5	2180.0	5709.7	2595.3
17.5	3923.6	2622.6	2412.8	6104.5	2854.6
18.5	4091.9	2875.7	2645.7	6499.3	3114.0
19.5	4260.1	3128.8	2878.5	6894.2	3373.3
20.5	4428.4	3381.9	3111.4	7289.0	3632.7
21.5	2997.8	3604.9	3316.5	6054.9	3864.3
22.5	3107.5	3797.7	3493.9	6330.9	4068.2
23.5	3217.2	3990.6	3671.3	6607.0	4272.1
24.5	3178.3	4183.4	3848.7	6734.4	4476.1
25.5	2990.8	4376.2	4026.1	6713.1	4680.0
26.5	2803.2	4575.1	4209.1	6318.0	5269.4
27.5	2615.6	4773.9	4392.0	6285.1	5496.5
28.5	2428.1	4972.8	4575.0	6252.2	5723.6
29.5	2240.5	5171.7	4757.9	6219.3	5950.8
30.5	2052.9	5391.6	4960.3	6207.5	6197.3
31.5	1865.4	5632.7	5182.0	6216.8	6463.2
32.5	1880.8	5873.7	5403.8	6429.1	6729.2
33.5	1896.2	6114.7	5625.6	6641.4	6995.1
34.5	1911.6	6355.8	5847.3	6853.6	7261.0
35.5	1927.0	6596.8	6069.1	7065.9	7527.0
36.5	1942.4	6837.9	6290.8	7278.2	7792.9
37.5	1957.8	7078.9	6512.6	7490.4	8058.9
38.5	1973.2	7320.0	6734.4	7702.7	8324.8
39.5	1988.6	7561.0	6956.1	7914.9	8590.7
40.5	2004.0	7802.0	7177.9	8127.2	8856.7
41.5	2019.4	8043.1	7399.6	8339.5	9122.6
42.5	2034.8	8284.1	7621.4	8551.7	9388.5
43.5	2050.2	8525.2	7843.2	8764.0	9654.5
44.5	2065.6	8766.2	8064.9	8976.3	9920.4
45.5	3311.0	7334.1	6747.3	9505.2	7887.1
46.5	3311.0	7526.9	6924.7	9671.6	8091.1

**LINEA PESCARA – BARI**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>10</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>57</b>

47.5	3311.0	7719.7	7102.2	9837.9	8295.0
48.5	3311.0	7912.6	7279.6	10004.2	8498.9
49.5	3311.0	8105.4	7457.0	10170.6	8702.8