

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

VI07 – VIADOTTO DAL KM 17+520,00 A KM 17+595,00

Relazione di calcolo Pali di fondazione

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

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

Il Direttore Tecnico

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data

firma (Gianguido Babini)

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 0 7 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.	08/06/2023	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	

File: LI0B02EZZCLVI0703005C.DOCX

n. Elab.

 	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 Normativa di riferimento	5
2.2 Documenti di riferimento	5
2.3 Bibliografia di riferimento	5
3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
3.1 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione Rck > 30 Mpa (C25/30)	7
3.2 Acciaio d'armatura B450C	7
4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	8
5.. AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE	9
6.. CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE	16
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali	16
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati	17
7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE	20
7.1 SPALLA 1 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	20
7.2 PILA 01 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	21
7.3 PILA 02 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	22
7.4 SPALLA 2 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	23
8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE	24
8.1 SPALLA 1 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	25
8.2 PILA 01 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	27
8.3 PILA 02 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	29
8.4 SPALLA 2 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE	31
9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE	33
9.1 SPALLA 1	33
9.2 PILA 01	38
9.3 PILA 02	43
9.4 SPALLA 2	49
10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE	54
10.1 SPALLA 1	67
10.2 PILA 01	74
10.3 PILA 02	81
10.4 SPALLA 2	88
10.5 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI	94

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	07	03	005	C	2

11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE95

11.1 STRATIGRAFIA 195

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	3

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche delle fondazioni di pile (n.2) e spalle del viadotto ferroviario denominato VI07, previsto tra le progressive chilometriche 17+520.00 e 17+595.00.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 75m è a doppio binario composto da 3 campate in semplice appoggio 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.

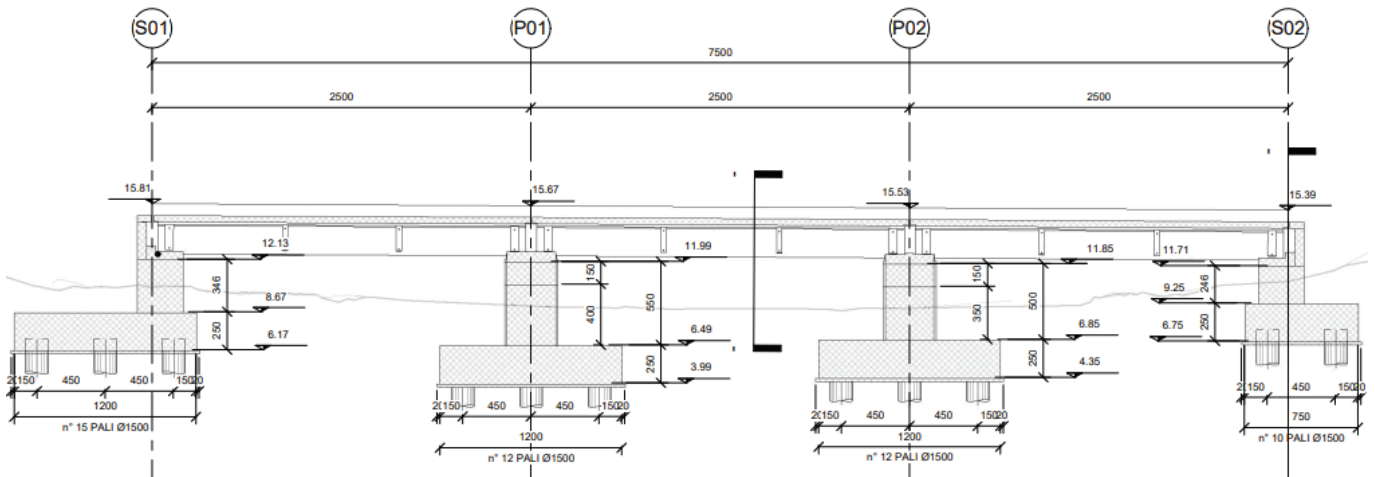


Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame

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

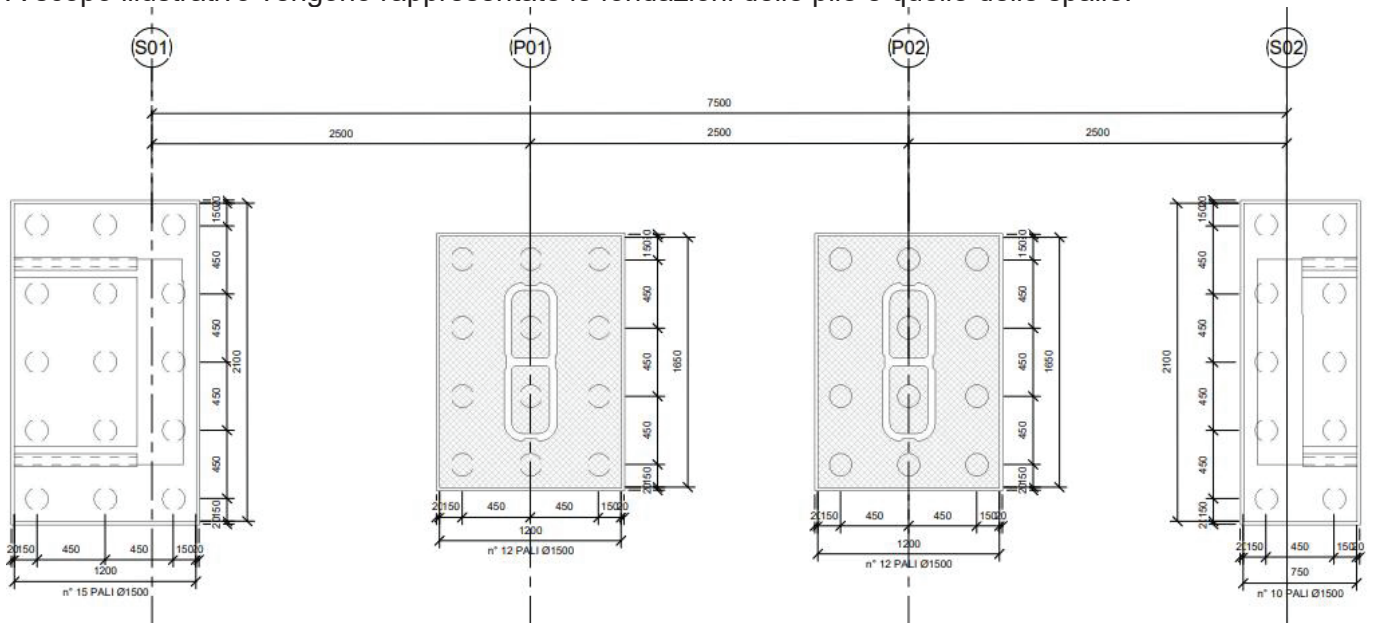


Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle

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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		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	07	03	005	C	4

Tabella 1. Descrizione delle opere.

WBS	PILE	Tipologia	H	Altezza di calcolo	Stratigrafia
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[-]
VI07	Spalla 1	Spalla mobile	3.5	3.5	1
	P01	c.a.p. 25m	5	5	1
	P02	c.a.p. 25m	5	5	1
	Spalla 2	Spalla fissa	2.5	2.5	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
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	5

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, Fargnoli P (2021). Centrifuge modelling of the behaviour of pile groups under vertical eccentric load. Soils & Foundations, 61(2), 465-479;
- 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;

 		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	07	03	005	C	6

- 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*.

MANDATARIA  	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	7

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/m³ 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	8

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

Unità geotecnica	Profondità	γ	ϕ'	c'	c_u	E_0	$q_{s,lim}$	$q_{b,lim}$	Nq^*
	[m]	[kNm ³]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[-]
ba2	Da 0.0 a 6.5	19	32	0	-	150	50	4300	11
bn2	Da 6.5 a 20.0	19.5	35	0	-	500	80	4300	15
bn3	Da 20.0 a 35.0	19.5	-	-	150	800	100	$9c_u + \sigma_v$	-
SSR	Da 35.0 a 50.0	19.5	35	0	-	800	80	5800	15

Per questo viadotto non è possibile escludere il rischio da liquefazione che coinvolge i primi 6.5m di altezza di terreno da piano campagna (vedi relazione geotecnica generale LI0B02EZZRBGE0005001A). Per tale motivo i primi 6.5m di terreno da piano campagna verranno considerati privi di resistenza e rigidità nelle combinazioni agli stati limite ultimi.

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
		γ_R
Base	γ_b	1.35
Lat. (compr.)	γ_s	1.15
Tot. (compr)	γ_t	1.30
Lat. (traz)	γ_{st}	1.25

- La falda viene assunta, cautelativamente, al piano campagna.
- L'affondamento della fondazione (quota testa palo) è sempre posto a 2.5m dal piano campagna.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	9

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 pile e delle spalle):

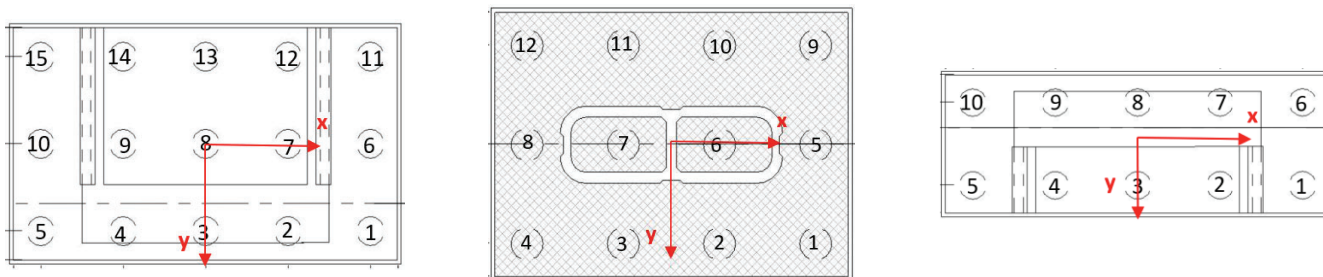


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle pile e delle spalle con indicazione della numerazione dei pali (da sinistra verso destra – Spalla 1, Pile 01 e 02, Spalla 2)

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

Tabella 3. Azioni intradosso per Spalla 1.

Combinazione		Azioni							
		F _z [kN]	F _x [kN]	M _y [kNm]	F _y [kN]	M _x [kNm]	M _z [kNm]	M [kNm]	H [kN]
Nvert Max	SLU6	64907	363	-3906	9097	72750	-1510	72854	9104
Nvert Min	SLU24	41545	-351	3290	6166	32379	1475	32546	6176
Vtrasv Max	SLU3	62224	530	-5212	9097	61483	-2211	61703	9112
Vtrasv Min	SLU24	41545	-351	3290	6166	32379	1475	32546	6176
Mtrasv Max	SLU6	56179	-351	3290	8893	34748	1475	34903	8900
Mtrasv Min	SLU24	45177	356	-9713	6719	51287	-1480	52199	6728
Vlong Max	SLU11	62224	530	-5212	9097	61483	-2211	61703	9112
Vlong Min	SLU20	41854	0	0	6094	33208	-7	33208	6094
Mlong Max	SLU2	64907	363	-3906	9097	72750	-1510	72854	9104
Mlong Min	SLU19	41545	-351	3290	6166	32379	1475	32546	6176
Mtorc Max	SLU2	56179	-351	3290	8893	34748	1475	34903	8900
Mtorc Min	SLU15	47590	530	-5212	6719	61421	-2211	61642	6740
Nvert Max	SLV5	48293	3863	-16250	8731	47808	-3178	50494	9548
Nvert Min	SLV6	35415	3863	-16250	8731	37213	-3178	40607	9548
Vtrasv Max	SLV3	43786	12878	-54168	8731	44100	-10595	69850	15559
Vtrasv Min	SLV6	35415	3863	-16250	8731	37213	-3178	40607	9548
Mtrasv Max	SLV1	43786	3863	-16250	17600	76150	-3178	77864	18019
Mtrasv Min	SLV6	39922	12878	-54168	8731	40921	-10595	67888	15559
Vlong Max	SLV1	43786	3863	-16250	17600	76150	-3178	77864	18019

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	07	03	005	C	10

Vlong Min	SLV6	35415	3863	-16250	8731	37213	-3178	40607	9548
Mlong Max	SLV1	43786	3863	-16250	17600	76150	-3178	77864	18019
Mlong Min	SLV4	35415	3863	-16250	8731	37213	-3178	40607	9548
Mtorc Max	SLV5	48293	3863	-16250	8731	47808	-3178	50494	9548
Mtorc Min	SLV4	39922	12878	-54168	8731	40921	-10595	67888	15559
Nvert Max	RA1	46079	308	-3273	6122	52140	-1286	52243	6129
Nvert Min	RA12	41648	-234	2194	5674	30575	983	30653	5679
Vtrasv Max	RA3	45869	360	-3580	6122	51259	-1504	51384	6132
Vtrasv Min	RA12	41648	-234	2194	5674	30575	983	30653	5679
Mtrasv Max	RA1	41648	-234	2194	5674	30575	983	30653	5679
Mtrasv Min	RA12	44264	220	-6702	5625	41241	-931	41782	5629
Vlong Max	RA11	45869	360	-3580	6122	51259	-1504	51384	6132
Vlong Min	RA8	46079	308	-3273	5575	48536	-1305	48646	5584
Mlong Max	RA12	46079	308	-3273	6122	52140	-1286	52243	6129
Mlong Min	RA6	41648	-234	2194	5674	30575	983	30653	5679
Mtorc Max	RA12	41648	-234	2194	5674	30575	983	30653	5679
Mtorc Min	RA3	45869	360	-3580	6122	51259	-1504	51384	6132
Nvert Max	QP1	41854	0	0	4930	28775	0	28775	4930
Nvert Min	QP12	41854	0	0	4581	26468	0	26468	4581
Vtrasv Max	QP1	41854	0	0	4930	28775	0	28775	4930
Vtrasv Min	QP12	41854	0	0	4581	26468	0	26468	4581
Mtrasv Max	QP1	41854	0	0	4930	28775	0	28775	4930
Mtrasv Min	QP12	41854	0	0	4581	26468	0	26468	4581
Vlong Max	QP1	41854	0	0	4930	28775	0	28775	4930
Vlong Min	QP12	41854	0	0	4581	26468	0	26468	4581
Mlong Max	QP1	41854	0	0	4930	28775	0	28775	4930
Mlong Min	QP12	41854	0	0	4581	26468	0	26468	4581
Mtorc Max	QP1	41854	0	0	4930	28775	0	28775	4930
Mtorc Min	QP12	41854	0	0	4581	26468	0	26468	4581
Nvert Max	FR1	45022	231	-2455	5824	46299	-964	46364	5828
Nvert Min	FR12	41699	-176	1645	5400	29548	737	29594	5403
Vtrasv Max	FR3	44865	270	-2685	5824	45638	-1128	45717	5830
Vtrasv Min	FR12	41699	-176	1645	5400	29548	737	29594	5403
Mtrasv Max	FR1	41699	-176	1645	5488	30125	737	30170	5491
Mtrasv Min	FR12	43662	165	-5026	5364	37548	-698	37882	5366
Vlong Max	FR11	44865	270	-2685	5824	45638	-1128	45717	5830
Vlong Min	FR8	45022	231	-2455	5327	43019	-979	43089	5332
Mlong Max	FR12	45022	231	-2455	5824	46299	-964	46364	5828
Mlong Min	FR6	41699	-176	1645	5400	29548	737	29594	5403
Mtorc Max	FR12	41699	-176	1645	5488	30125	737	30170	5491
Mtorc Min	FR3	44865	270	-2685	5736	45061	-1128	45141	5743

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	11

Tabella 4. Azioni intradosso per Pila 01

Combinazione		Azioni							
		F _z [kN]	F _x [kN]	M _y [kNm]	F _y [kN]	M _x [kNm]	M _z [kNm]	M [kNm]	H [kN]
Nvert Max	SLU7	54635	566	-18121	2838	22203	4586	28660	2894
Nvert Min	SLU22	33946	-702	7634	175	1416	0	7764	724
Vtrasv Max	SLU3	49388	740	-8146	1435	17394	184	19207	1615
Vtrasv Min	SLU2	43153	-702	7634	175	1416	0	7764	724
Mtrasv Max	SLU4	47726	-702	7634	236	1911	0	7870	741
Mtrasv Min	SLU6	54635	711	-19776	1606	12613	2111	23456	1756
Vlong Max	SLU7	54635	566	-18121	2838	22203	4586	28660	2894
Vlong Min	SLU24	34193	-421	4581	175	1416	0	4794	456
Mlong Max	SLU9	49512	574	-6509	2372	25121	647	25951	2441
Mlong Min	SLU24	34193	-421	4581	175	1416	0	4794	456
Mtorc Max	SLU7	54635	566	-18121	2838	22203	4586	28660	2894
Mtorc Min	SLU24	34193	-421	4581	175	1416	0	4794	456
Nvert Max	SLV5	40805	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Nvert Min	SLV72	28324	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Vtrasv Max	SLV15	36437	10149	-47374	3474	17547	0	50519	10727
Vtrasv Min	SLV72	28324	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mtrasv Max	SLV25	36437	3045	-14212	11131	54857	0	56668	11540
Mtrasv Min	SLV15	36437	10149	-47374	3474	17547	0	50519	10727
Vlong Max	SLV25	36437	3045	-14212	11131	54857	0	56668	11540
Vlong Min	SLV71	34169	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mlong Max	SLV25	36437	3045	-14212	11131	54857	0	56668	11540
Mlong Min	SLV71	34169	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mtorc Max	SLV71	34169	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mtorc Min	SLV72	28324	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Nvert Max	RA1	38646	160	-10023	1973	15441	3424	18409	1980
Nvert Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Vtrasv Max	RA3	38366	501	-5482	1439	15565	342	16503	1524
Vtrasv Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mtrasv Max	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mtrasv Min	RA6	38646	200	-10480	1633	12795	2741	16539	1645
Vlong Max	RA1	38646	160	-10023	1973	15441	3424	18409	1980
Vlong Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mlong Max	RA9	38267	168	-2049	1648	17423	377	17543	1657
Mlong Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mtorc Max	RA1	38646	160	-10023	1973	15441	3424	18409	1980
Mtorc Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Nvert Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Nvert Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Vtrasv Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Mtrasv Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0

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	07	03	005	C	12

Vlong Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Vlong Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Mlong Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Mtorc Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Nvert Max	FR1	37626	120	-7517	1523	11934	2568	14105	1528
Nvert Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Vtrasv Max	FR3	37415	376	-4111	1123	12028	257	12711	1184
Vtrasv Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Mtrasv Max	FR12	34255	-351	3817	175	1416	0	4071	392
Mtrasv Min	FR6	37626	150	-7860	1225	9596	2056	12404	1234
Vlong Max	FR1	37626	120	-7517	1523	11934	2568	14105	1528
Vlong Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Mlong Max	FR9	37342	126	-1537	1280	13421	283	13509	1286
Mlong Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Mtorc Max	FR1	37626	120	-7517	1523	11934	2568	14105	1528
Mtorc Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375

Tabella 5. Azioni intradosso per Pila 02

Combinazione		Azioni							
		F _z	F _x	M _y	F _y	M _x	M _z	M	H
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]
Nvert Max	SLU7	54635	566	-18121	2838	22203	4586	28660	2894
Nvert Min	SLU22	33946	-702	7634	175	1416	0	7764	724
Vtrasv Max	SLU3	49388	740	-8146	1435	17394	184	19207	1615
Vtrasv Min	SLU2	43153	-702	7634	175	1416	0	7764	724
Mtrasv Max	SLU4	47726	-702	7634	236	1911	0	7870	741
Mtrasv Min	SLU6	54635	711	-19776	1606	12613	2111	23456	1756
Vlong Max	SLU7	54635	566	-18121	2838	22203	4586	28660	2894
Vlong Min	SLU24	34193	-421	4581	175	1416	0	4794	456
Mlong Max	SLU9	49512	574	-6509	2372	25121	647	25951	2441
Mlong Min	SLU24	34193	-421	4581	175	1416	0	4794	456
Mtorc Max	SLU7	54635	566	-18121	2838	22203	4586	28660	2894
Mtorc Min	SLU24	34193	-421	4581	175	1416	0	4794	456
Nvert Max	SLV5	40805	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Nvert Min	SLV72	28324	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Vtrasv Max	SLV15	36437	10149	-47374	3474	17547	0	50519	10727
Vtrasv Min	SLV72	28324	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mtrasv Max	SLV25	36437	3045	-14212	11131	54857	0	56668	11540
Mtrasv Min	SLV15	36437	10149	-47374	3474	17547	0	50519	10727
Vlong Max	SLV25	36437	3045	-14212	11131	54857	0	56668	11540
Vlong Min	SLV71	34169	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mlong Max	SLV25	36437	3045	-14212	11131	54857	0	56668	11540
Mlong Min	SLV71	34169	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619

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	07	03	005	C	13

Mtorc Max	SLV71	34169	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Mtorc Min	SLV72	28324	3045	-14212	3474	17547	0	22581	4619
Nvert Max	RA1	38646	160	-10023	1973	15441	3424	18409	1980
Nvert Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Vtrasv Max	RA3	38366	501	-5482	1439	15565	342	16503	1524
Vtrasv Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mtrasv Max	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mtrasv Min	RA6	38646	200	-10480	1633	12795	2741	16539	1645
Vlong Max	RA1	38646	160	-10023	1973	15441	3424	18409	1980
Vlong Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mlong Max	RA9	38267	168	-2049	1648	17423	377	17543	1657
Mlong Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Mtorc Max	RA1	38646	160	-10023	1973	15441	3424	18409	1980
Mtorc Min	RA12	34152	-468	5090	175	1416	0	5283	500
Nvert Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Nvert Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Vtrasv Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Mtrasv Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Vlong Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Mlong Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	34564	0	0	175	1416	0	1416	175
Mtorc Min	QP12	34564	0	0	0	0	0	0	0
Nvert Max	FR1	37626	120	-7517	1523	11934	2568	14105	1528
Nvert Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Vtrasv Max	FR3	37415	376	-4111	1123	12028	257	12711	1184
Vtrasv Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Mtrasv Max	FR12	34255	-351	3817	175	1416	0	4071	392
Mtrasv Min	FR6	37626	150	-7860	1225	9596	2056	12404	1234
Vlong Max	FR1	37626	120	-7517	1523	11934	2568	14105	1528
Vlong Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Mlong Max	FR9	37342	126	-1537	1280	13421	283	13509	1286
Mlong Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375
Mtorc Max	FR1	37626	120	-7517	1523	11934	2568	14105	1528
Mtorc Min	FR12	34255	-351	3817	131	1062	0	3962	375

Tabella 6. Azioni all'intradosso per Spalla 2

Combinazione		Azioni							
		F _z	F _x	M _y	F _y	M _x	M _z	M	H
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]
Nvert Max	SLU6	41335	515	-4727	8505	48550	-590	48779	8521
Nvert Min	SLU24	25270	-351	2939	5049	21157	685	21360	5061
Vtrasv Max	SLU3	38779	530	-4532	8565	43901	-498	44134	8581

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	07	03	005	C	14

Vtrasv Min	SLU24	25270	-351	2939	5049	21157	685	21360	5061
Mtrasv Max	SLU6	33039	-351	2939	7304	25651	685	25819	7313
Mtrasv Min	SLU24	30832	356	-8641	6834	42004	1796	42883	6844
Vlong Max	SLU7	36137	283	-7636	9973	46636	4412	47257	9977
Vlong Min	SLU20	25579	0	0	4977	21361	-7	21361	4977
Mlong Max	SLU2	41335	515	-4727	8505	48550	-590	48779	8521
Mlong Min	SLU22	25270	-351	2939	5049	21157	685	21360	5061
Mtorc Max	SLU7	36137	283	-7636	9973	46636	4412	47257	9977
Mtorc Min	SLU13	33565	515	-4727	6599	46013	-590	46255	6619
Nvert Max	SLV5	29466	2332	-8704	6918	31383	-1783	32567	7300
Nvert Min	SLV6	21693	2332	-8704	6918	25439	-1783	26887	7300
Vtrasv Max	SLV3	26745	7773	-29015	6918	29302	-5944	41237	10405
Vtrasv Min	SLV6	21693	2332	-8704	6918	25439	-1783	26887	7300
Mtrasv Max	SLV1	26745	2332	-8704	13754	53584	-1783	54286	13951
Mtrasv Min	SLV6	24414	7773	-29015	6918	27519	-5944	39990	10405
Vlong Max	SLV1	26745	2332	-8704	13754	53584	-1783	54286	13951
Vlong Min	SLV6	21693	2332	-8704	6918	25439	-1783	26887	7300
Mlong Max	SLV1	26745	2332	-8704	13754	53584	-1783	54286	13951
Mlong Min	SLV4	21693	2332	-8704	6918	25439	-1783	26887	7300
Mtorc Max	SLV5	29466	2332	-8704	6918	31383	-1783	32567	7300
Mtorc Min	SLV4	24414	7773	-29015	6918	27519	-5944	39990	10405
Nvert Max	RA1	29446	350	-3195	6159	36195	-232	36335	6169
Nvert Min	RA12	25373	-234	1960	4611	19585	456	19683	4617
Vtrasv Max	RA3	29257	360	-3054	6225	36196	-119	36324	6235
Vtrasv Min	RA12	25373	-234	1960	4611	19585	456	19683	4617
Mtrasv Max	RA3	25373	-234	1960	4611	19585	456	19683	4617
Mtrasv Min	RA12	27547	240	-5770	5922	31165	2258	31695	5926
Vlong Max	RA7	27498	220	-5493	6709	35481	2989	35904	6713
Vlong Min	RA12	25373	-234	1960	4611	19585	456	19683	4617
Mlong Max	RA12	29257	360	-3054	6225	36196	-119	36324	6235
Mlong Min	RA6	25373	-234	1960	4611	19585	456	19683	4617
Mtorc Max	RA7	27498	220	-5493	6709	35481	2989	35904	6713
Mtorc Min	RA10	29446	350	-3195	5612	33136	-251	33290	5623
Nvert Max	QP1	25579	0	0	3987	18005	0	18005	3987
Nvert Min	QP12	25579	0	0	3638	16047	0	16047	3638
Vtrasv Max	QP1	25579	0	0	3987	18005	0	18005	3987
Vtrasv Min	QP12	25579	0	0	3638	16047	0	16047	3638
Mtrasv Max	QP1	25579	0	0	3987	18005	0	18005	3987
Mtrasv Min	QP12	25579	0	0	3638	16047	0	16047	3638
Vlong Max	QP1	25579	0	0	3987	18005	0	18005	3987
Vlong Min	QP12	25579	0	0	3638	16047	0	16047	3638
Mlong Max	QP1	25579	0	0	3987	18005	0	18005	3987

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	07	03	005	C	15

Mlong Min	QP12	25579	0	0	3638	16047	0	16047	3638
Mtorc Max	QP1	25579	0	0	3987	18005	0	18005	3987
Mtorc Min	QP12	25579	0	0	3638	16047	0	16047	3638
Nvert Max	FR1	28479	263	-2397	5616	31647	-174	31738	5622
Nvert Min	FR12	25425	-176	1470	4368	18700	342	18758	4371
Vtrasv Max	FR3	28338	270	-2290	5665	31648	-89	31731	5672
Vtrasv Min	FR12	25425	-176	1470	4368	18700	342	18758	4371
Mtrasv Max	FR3	25425	-176	1470	4455	19190	342	19246	4458
Mtrasv Min	FR12	27055	180	-4328	5351	27385	1693	27725	5354
Vlong Max	FR7	27018	165	-4120	6029	31112	2242	31383	6031
Vlong Min	FR12	25425	-176	1470	4368	18700	342	18758	4371
Mlong Max	FR12	28338	270	-2290	5665	31648	-89	31731	5672
Mlong Min	FR6	25425	-176	1470	4368	18700	342	18758	4371
Mtorc Max	FR7	27018	165	-4120	6029	31112	2242	31383	6031
Mtorc Min	FR10	28479	263	-2397	5119	28864	-188	28963	5126

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	16

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 ξ_3 è un coefficiente che tiene conto del numero di verticali indagate e (γ_b, γ_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 ξ_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:

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

in cui s_{limi} 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)

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	17

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

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

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 σ_{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 η (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:

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

in cui $\mu = \tan \phi$ = 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 σ'_{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,

 	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	18

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 η_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:

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

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

$$R_{ck} = 30 MPa$$

$$f_{yk} = 450 MPa$$

$$\gamma_s = 1$$

$$\gamma_c = 1$$
(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:

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	19

$$A \equiv (Q_1, H_1)$$

$$B \equiv (Q_2, H_2)$$

$$Q_1 = \frac{Q_c + Q_t}{2} - \frac{Q_c - Q_t}{2} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{\max}}}$$

$$Q_2 = \frac{Q_c + Q_t}{2} + \frac{Q_c - Q_t}{2} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{\max}}}$$

(15)

$$H = H_t + i(Q - Q_t)$$

$$i = \frac{H_{dc} - H_{dt}}{Q_c - Q_t}$$

$$Q_t = -n \cdot (S_u + P)$$

$$Q_c = n \cdot (N_u - P)$$

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:

$$A \equiv (Q_t, H_{dt})$$

$$B \equiv (Q_c, H_{dc})$$

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	20

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 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 α rispetto all'asse X corrispondente alla diagonale del rettangolo che inscrive il sistema di pali.

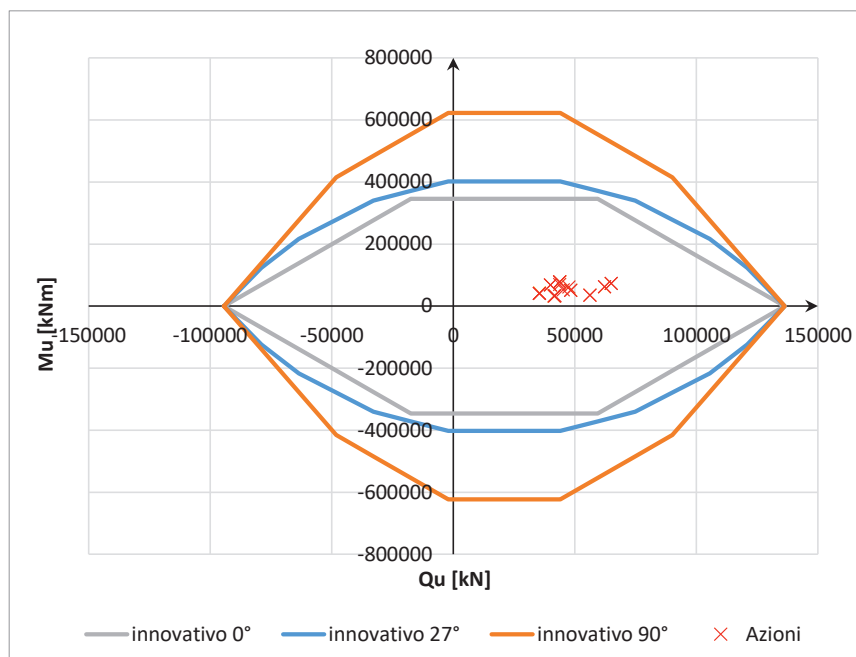
Si fa presente che le azioni utilizzate per il dimensionamento tramite la teoria dei domini di collasso sono l'azione verticale e la composizione vettoriale dei momenti sollecitanti l'intradosso della fondazione. Se queste ultime saranno comprese nei domini di collasso calcolato con $\alpha = 0$, angolo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

7.1 SPALLA 1 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

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

Tabella 7. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
37.0	9086	6290



Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	21

7.2 PILA 01 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

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

Tabella 8. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
33.0	7982	5474

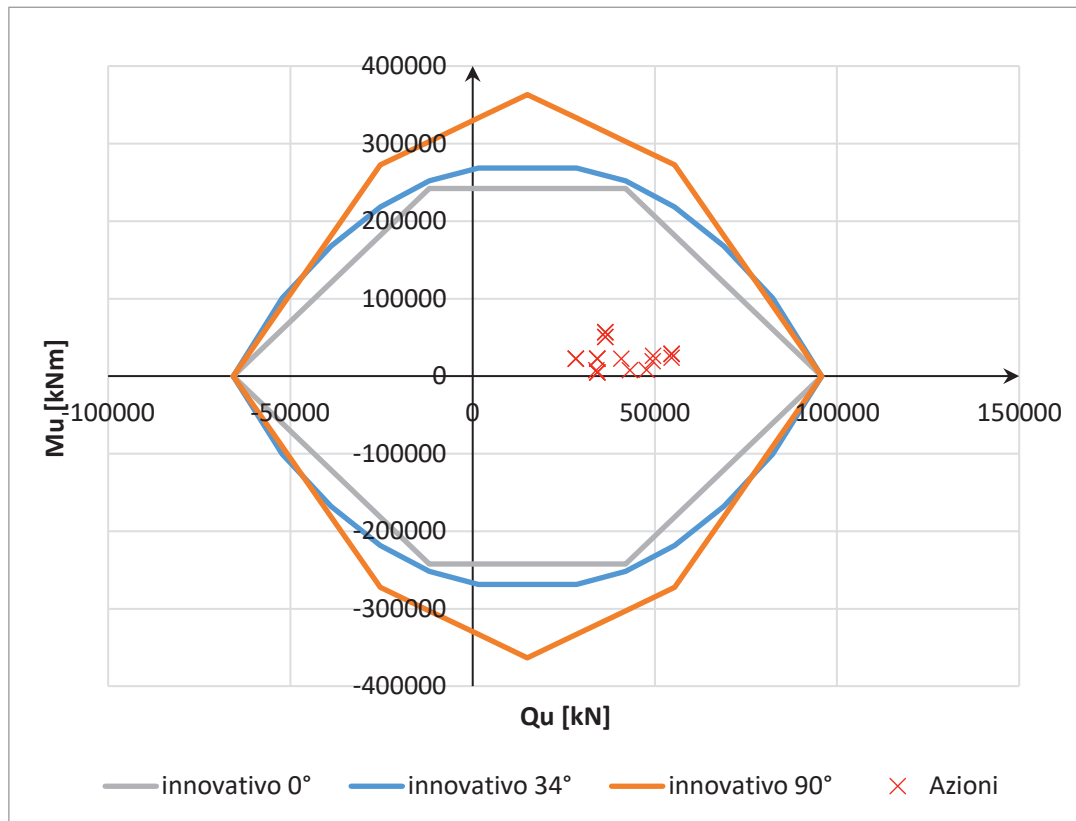


Figura 4. Domini di collasso.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	22

7.3 PILA 02 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

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

Tabella 9. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
33.0	7982	5474

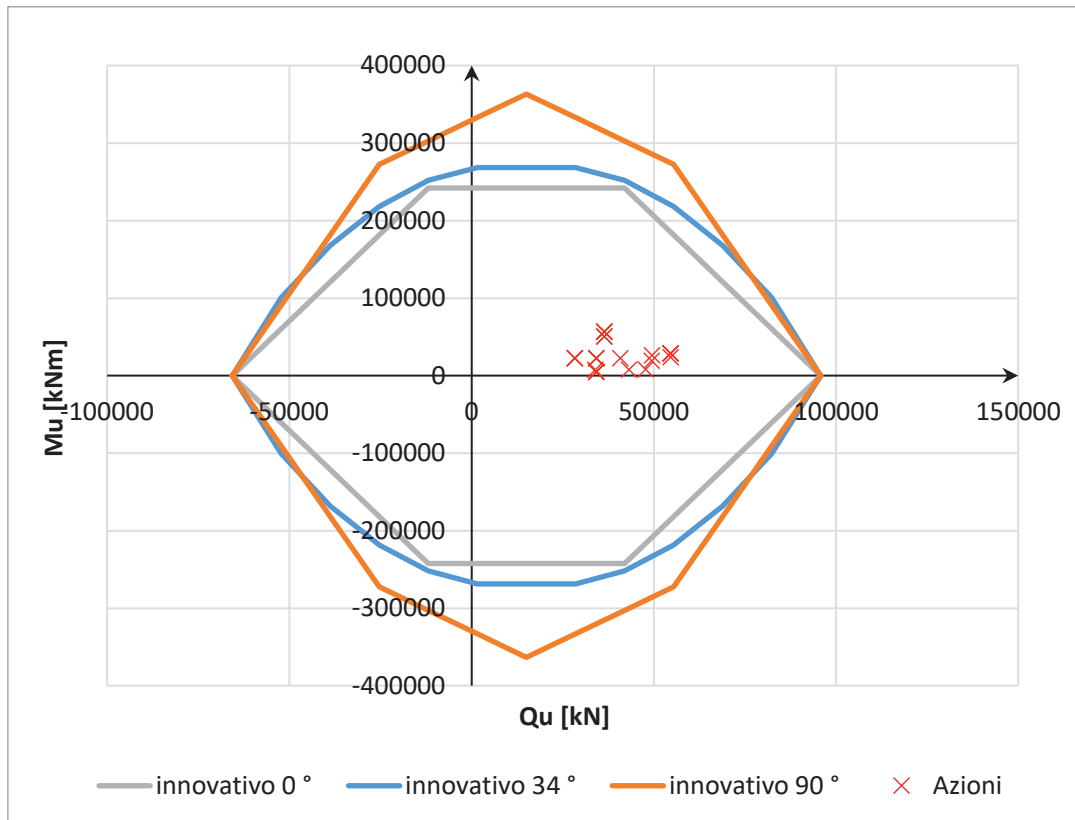


Figura 5. Domini di collasso.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

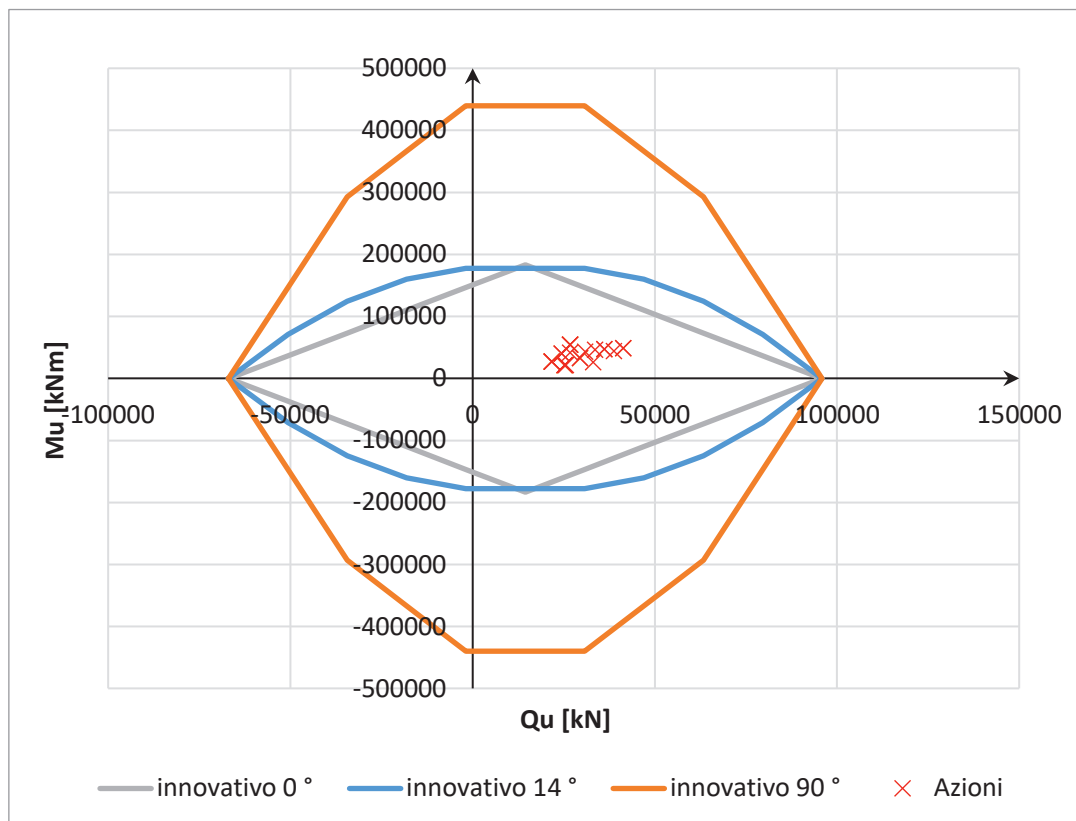
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	23

7.4 SPALLA 2 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

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

Tabella 10. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
39.0	9588	6698



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

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 (γ_s) ed il cls (γ_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) \rightarrow resistenza verticale a compressione ed Su +P \rightarrow 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).

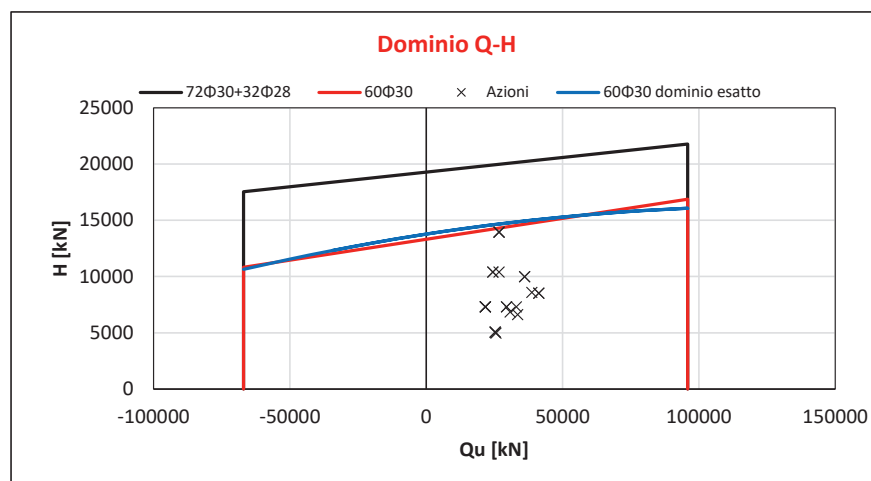
Il calcolo della resistenza orizzontale limite del terreno è stato effettuato considerando le reali successioni di strati di terreno a partire dalla quota testa palo che presenta un affondamento di 2.5m da piano campagna. Utilizzando la teoria di Broms non è possibile tenere conto del sovrappeso dato 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 02, 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	12421	7369
Di Laora et al. (2020)	13248	7524



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

8.1 SPALLA 1 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

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

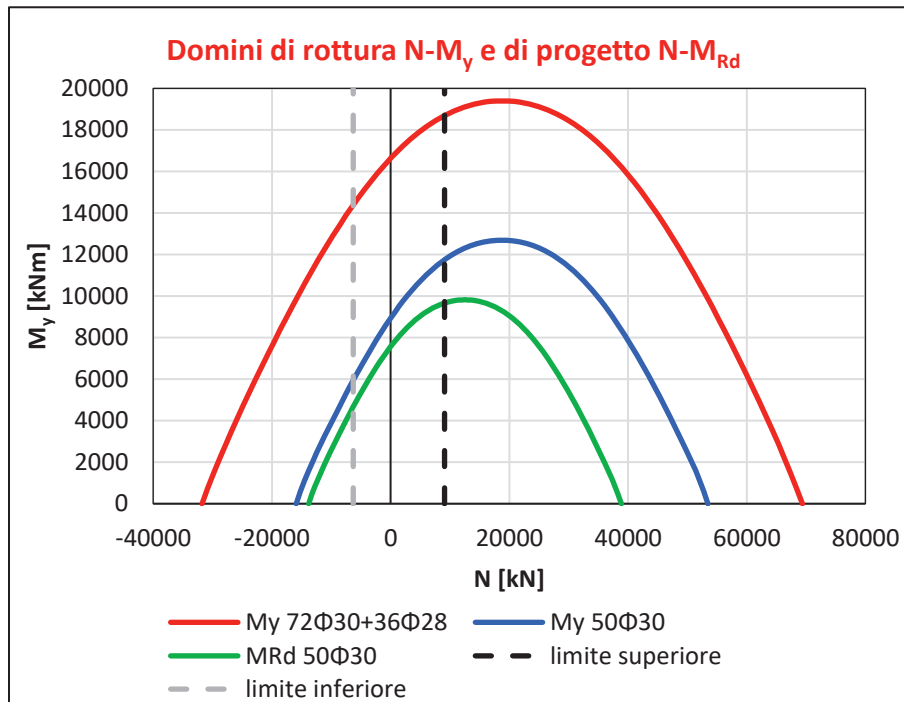


Figura 6. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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 11. 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	37.0	9086	11755	1710
		-6290	5957	995

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 HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

Tabella 12. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
136287	0
136287	23092
-94345	13429
-94345	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:

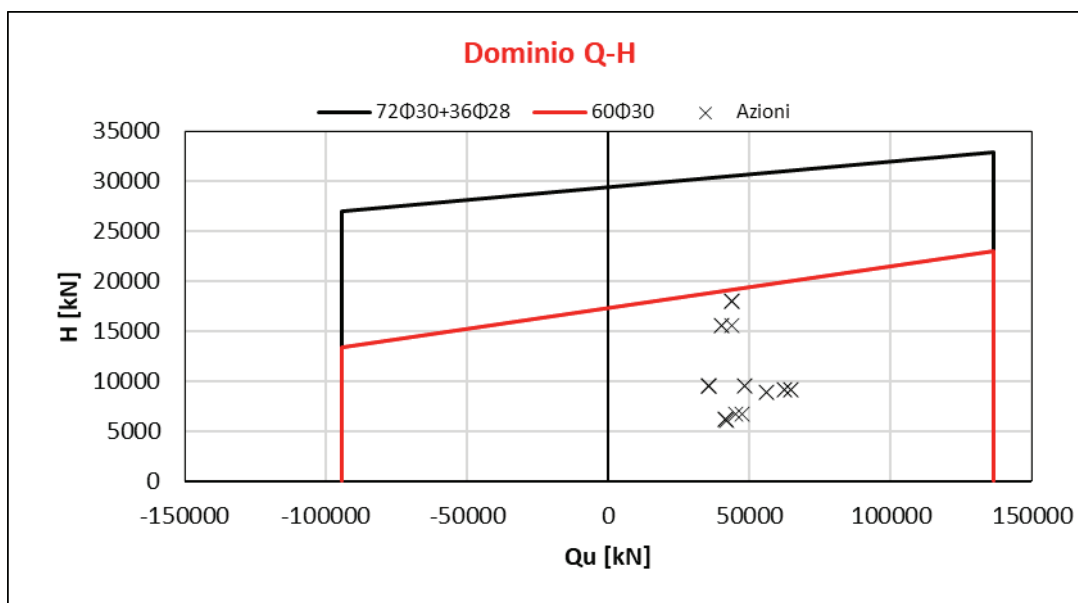


Figura 7. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	27

8.2 PILA 01 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (40Φ28):

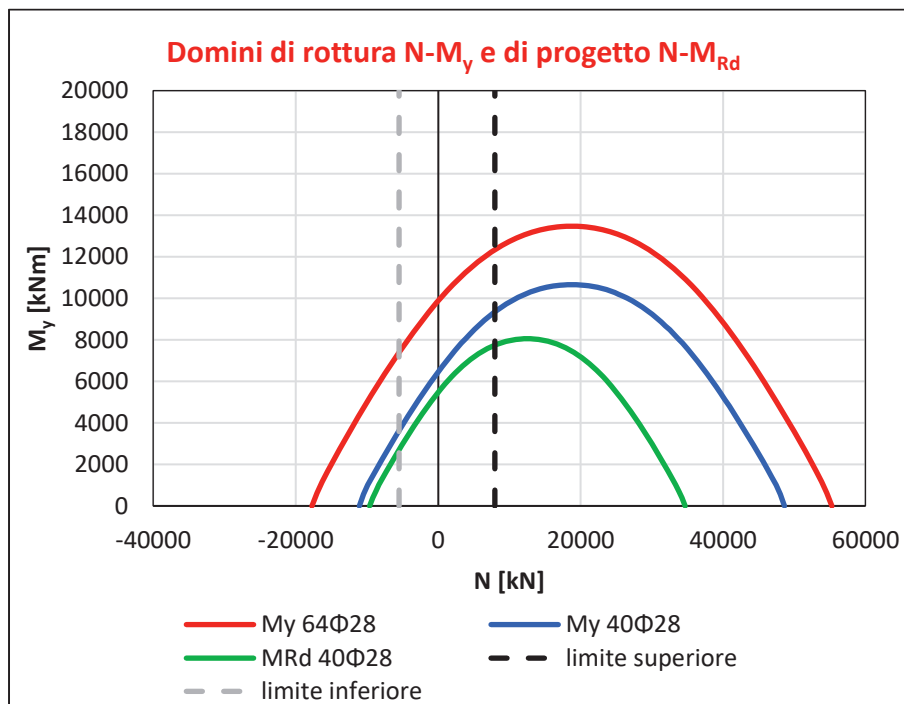


Figura 8. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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 13. 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]
40Φ28	33.0	7982	9355	1430
		-5474	3636	659

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

Tabella 14. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
95779	0
95779	15444
-65688	7116
-65688	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:

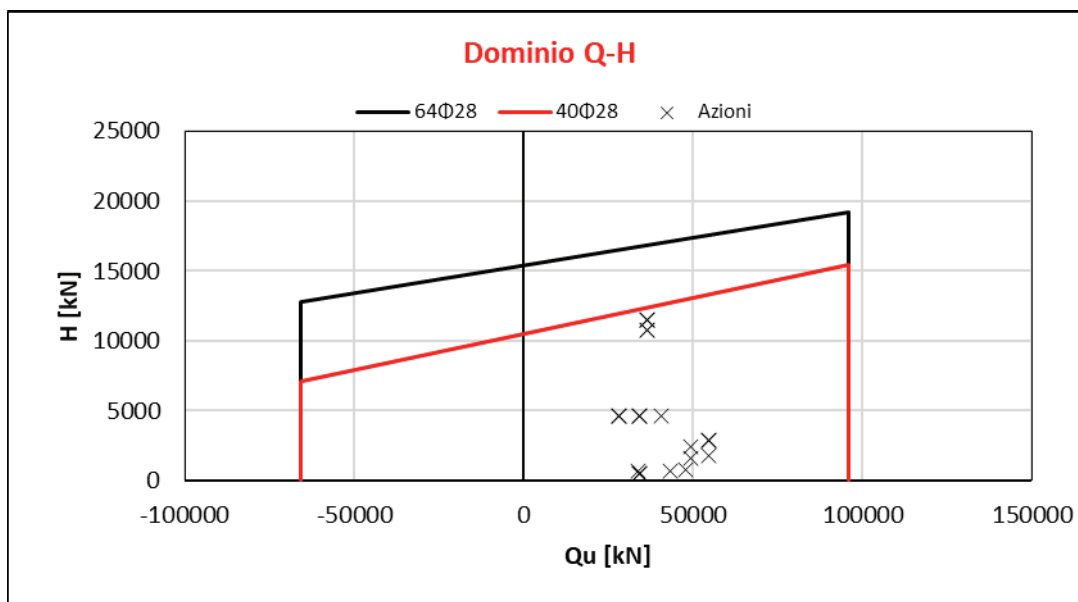


Figura 9. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armatura predisposta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	29

8.3 PILA 02 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (40Φ28):

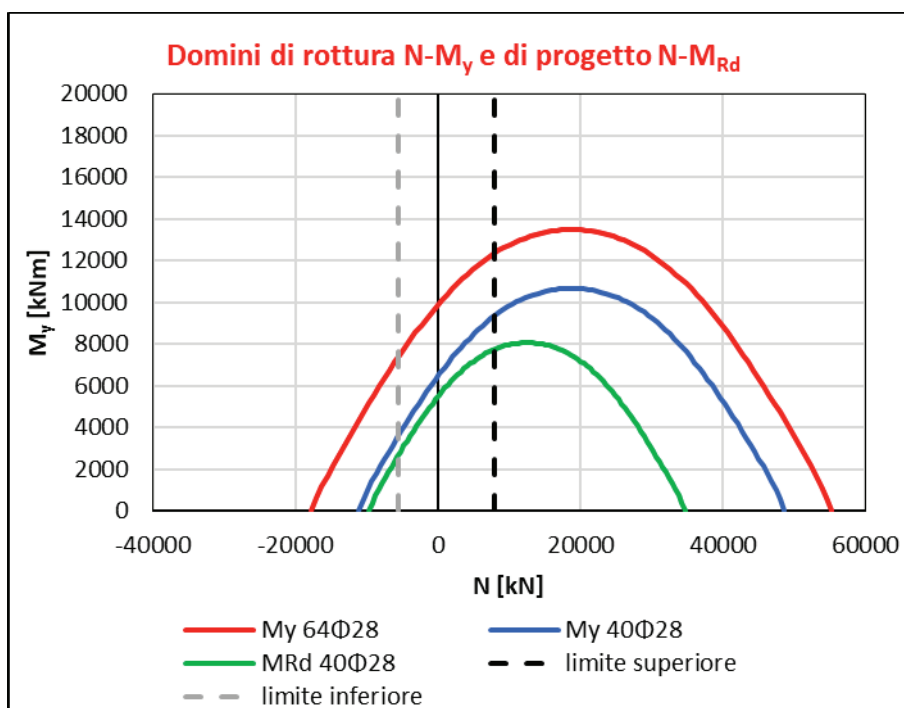


Figura 10. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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 15. 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]
40Φ28	33.0	7982	9355	1430
		-5474	3636	659

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 HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

Tabella 16. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
95779	0
95779	15444
-65688	7116
-65688	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:

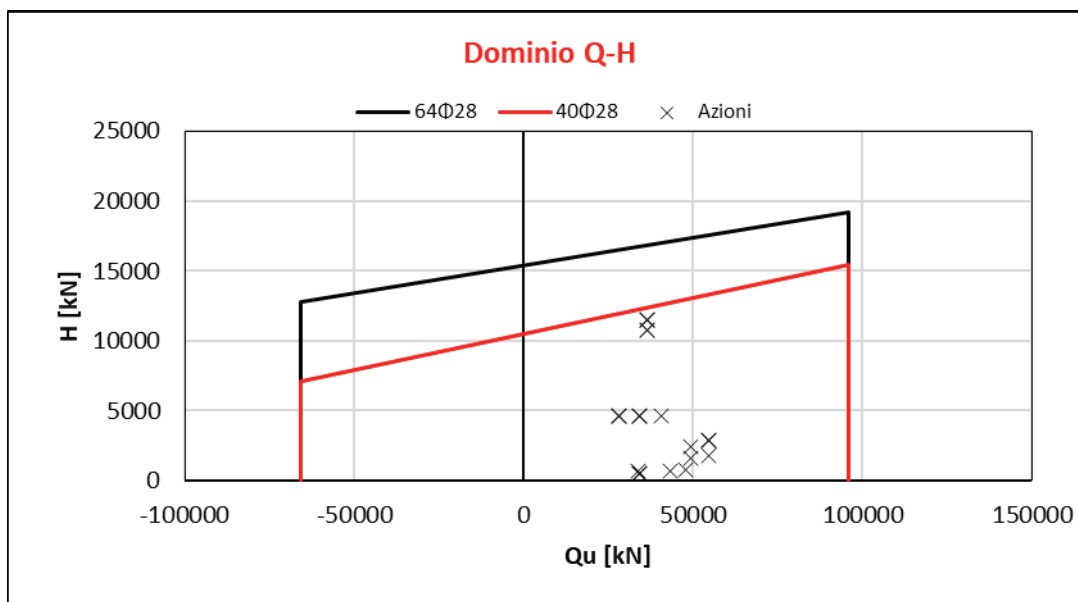


Figura 11. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	31

8.4 SPALLA 2 IN PRESENZA DI LIQUEFAZIONE

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (60Φ30):

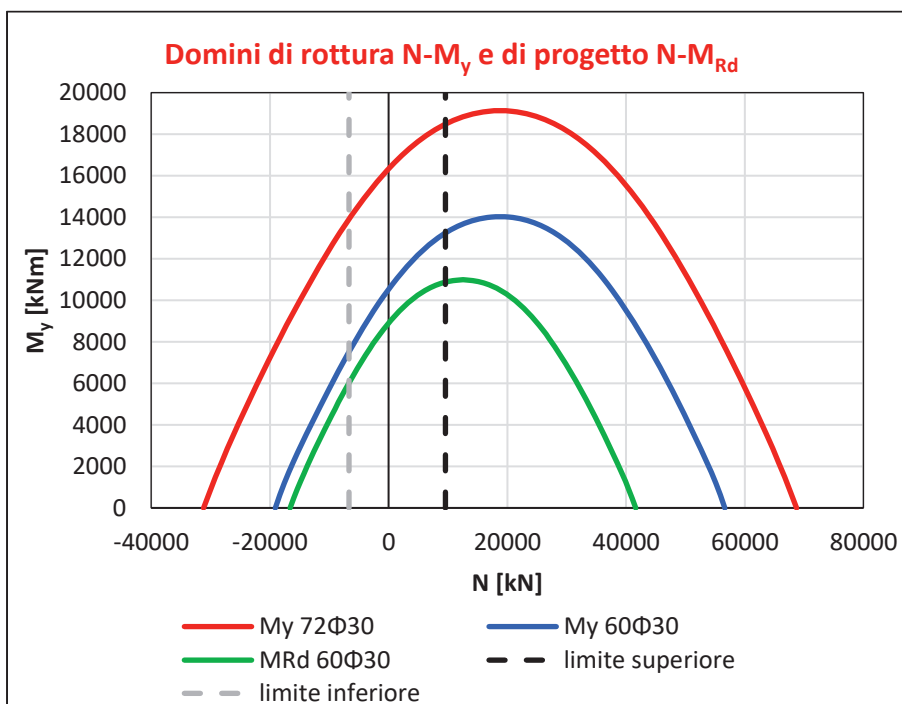


Figura 12. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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

Casi di calcolo				
Armaura	L_p	R_d	M_{Rd}	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
60Φ30	39.0	9588	13248	1876
		-6698	7524	1202

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005	REV C

Tabella 18. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
95884	0
95884	16888
-66975	10819
-66975	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:

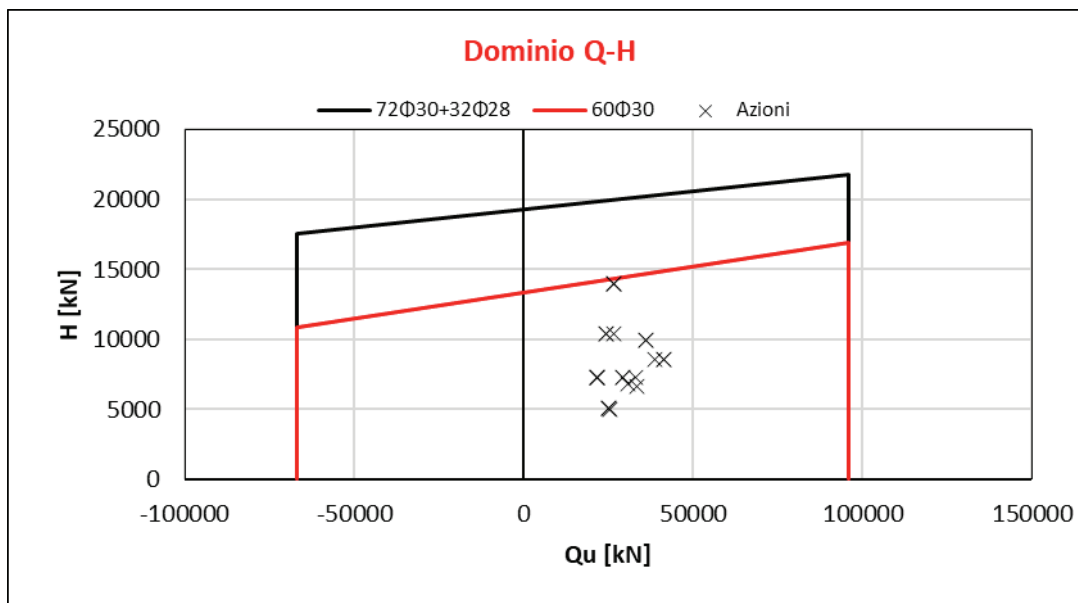


Figura 13. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armatura predisposta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	33		

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 SPALLA 1

9.1.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

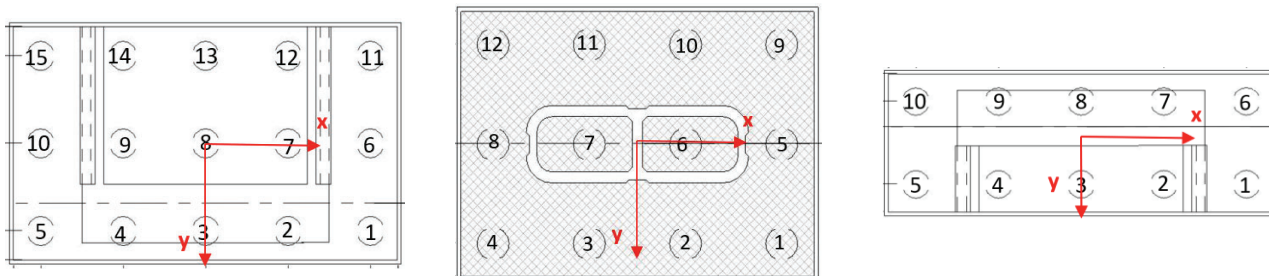


Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiale su ogni palo per ogni combinazione.

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 19. 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	Palo n.13	Palo n.14	Palo n.15	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	4182	4206	4231	4255	4279	3023	3048	3072	3096	3120	1865	1889	1913	1937	1962	409	1634
Nvert Min	RA1 2	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Vtras v Max	RA3	4144	4170	4197	4224	4250	3005	3031	3058	3084	3111	1866	1892	1919	1945	1972	409	1635
Vtras v Min	RA1 2	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514

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	07	03	005	C	34

Mtras v Max	RA1	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtras v Min	RA1 2	3768	3818	3867	3917	3967	2852	2901	2951	3001	3050	1935	1985	2035	2084	2134	375	1501
Vlong Max	RA1 1	4144	4170	4197	4224	4250	3005	3031	3058	3084	3111	1866	1892	1919	1945	1972	409	1635
Vlong Min	RA8	4102	4126	4150	4175	4199	3023	3048	3072	3096	3120	1945	1969	1993	2018	2042	372	1489
Mlong Max	RA1 2	4182	4206	4231	4255	4279	3023	3048	3072	3096	3120	1865	1889	1913	1937	1962	409	1634
Mlong Min	RA6	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtorc Max	RA1 2	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtorc Min	RA3	4144	4170	4197	4224	4250	3005	3031	3058	3084	3111	1866	1892	1919	1945	1972	409	1635
Nvert Max	FR1	3994	4012	4030	4049	4067	2965	2983	3001	3020	3038	1936	1954	1973	1991	2009	389	1554
Nvert Min	FR12	3461	3449	3437	3424	3412	2804	2792	2780	2768	2756	2148	2136	2123	2111	2099	360	1441
Vtras v Max	FR3	3965	3985	4005	4025	4045	2951	2971	2991	3011	3031	1937	1957	1977	1997	2017	389	1555
Vtras v Min	FR12	3461	3449	3437	3424	3412	2804	2792	2780	2768	2756	2148	2136	2123	2111	2099	360	1441
Mtras v Max	FR1	3474	3462	3449	3437	3425	2804	2792	2780	2768	2756	2135	2123	2111	2098	2086	366	1464
Mtras v Min	FR12	3671	3708	3745	3782	3820	2836	2874	2911	2948	2985	2002	2039	2076	2114	2151	358	1431
Vlong Max	FR11	3965	3985	4005	4025	4045	2951	2971	2991	3011	3031	1937	1957	1977	1997	2017	389	1555
Vlong Min	FR8	3921	3939	3957	3976	3994	2965	2983	3001	3020	3038	2009	2027	2046	2064	2082	355	1422
Mlong Max	FR12	3994	4012	4030	4049	4067	2965	2983	3001	3020	3038	1936	1954	1973	1991	2009	389	1554
Mlong Min	FR6	3461	3449	3437	3424	3412	2804	2792	2780	2768	2756	2148	2136	2123	2111	2099	360	1441
Mtorc Max	FR12	3474	3462	3449	3437	3425	2804	2792	2780	2768	2756	2135	2123	2111	2098	2086	366	1464
Mtorc Min	FR3	3953	3972	3992	4012	4032	2951	2971	2991	3011	3031	1950	1970	1990	2010	2029	383	1531
Nvert Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Nvert Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Vtras v Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Vtras v Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Mtras v Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Mtras v Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Vlong Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Vlong Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Mlong Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Mlong Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Mtorc Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Mtorc Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222

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

 	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	35

Tabella 20. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
37.0	4279.1	10265.6	8212.5	1.92

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 21. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, G(0)	76923.08	G _{oa}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	G _{ma}
Axial: Shear modulus below base, G _b	307692.3	G _b
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	76923.08	G _{oℓ}
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	G _{mℓ}
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	ν
Free-standing length	0	L _f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E _{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E _{pa}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	E _{pℓxf}
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	E _{pℓx}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	E _{pℓyf}
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	E _{pℓy}
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap	0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidezza del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidezza 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 22. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial

f Power g

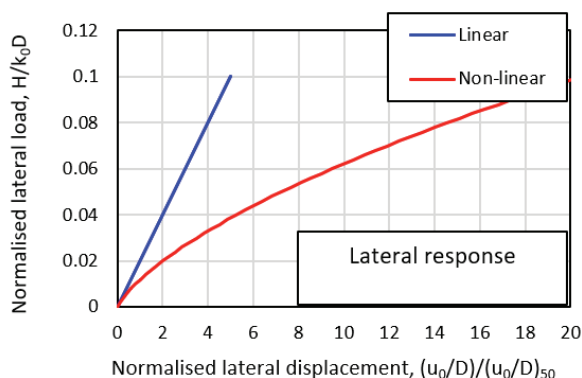
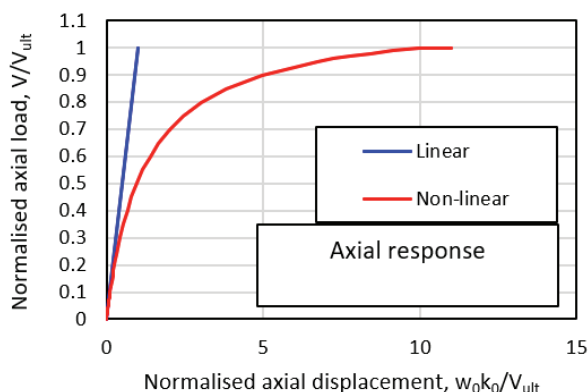
$$k_{ii} = k_{ii,0} \left[1 - f \left(\frac{V_i}{V_{i,ult}} \right)^g \right]$$

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	36

Lateral $(u_0/d)_{50}$ 0.9
Power p 0.9
Number of loading steps 0.02
20 0.7



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

Tabella 23. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Cedimenti e rotazioni del plinto						
ID Combinazion e	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	0.0028	0.0001	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0025	-0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA3	0.0028	0.0001	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0025	-0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA1	0.0025	-0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0027	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA11	0.0028	0.0001	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000
RA8	0.0028	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0028	0.0001	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000
RA6	0.0025	-0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0025	-0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
RA3	0.0028	0.0001	0.0016	0.0000	0.0001	0.0000
FR1	0.0027	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0025	0.0000	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR3	0.0027	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0025	0.0000	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR1	0.0025	0.0000	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0026	0.0000	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR11	0.0027	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
FR8	0.0027	0.0001	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0027	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000
FR6	0.0025	0.0000	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0025	0.0000	0.0014	0.0000	0.0001	0.0000
FR3	0.0027	0.0001	0.0015	0.0000	0.0001	0.0000

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	37

QP1	0.0025	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0025	0.0000	0.0012	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0025	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0025	0.0000	0.0012	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0025	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0025	0.0000	0.0012	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0025	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0025	0.0000	0.0012	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0025	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0025	0.0000	0.0012	0.0000	0.0001	0.0000
QP1	0.0025	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0000
QP12	0.0025	0.0000	0.0012	0.0000	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.

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.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 409 \text{ kN}$$

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 rigidzze 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.

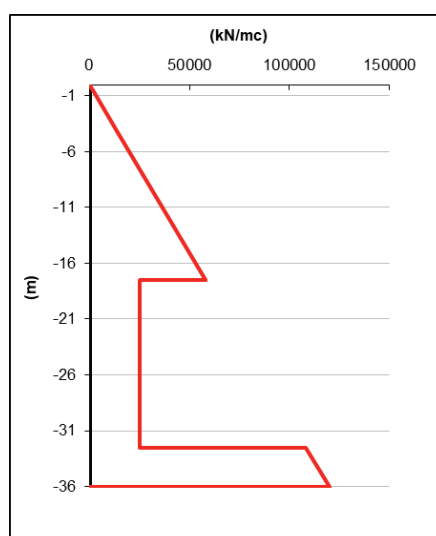


Figura 14. Rigidzze all'interfaccia terreno-palo

Vengono infine mostrati i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo dal quale è possibile dedurre che il valore di α (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	07	03	005	C	38

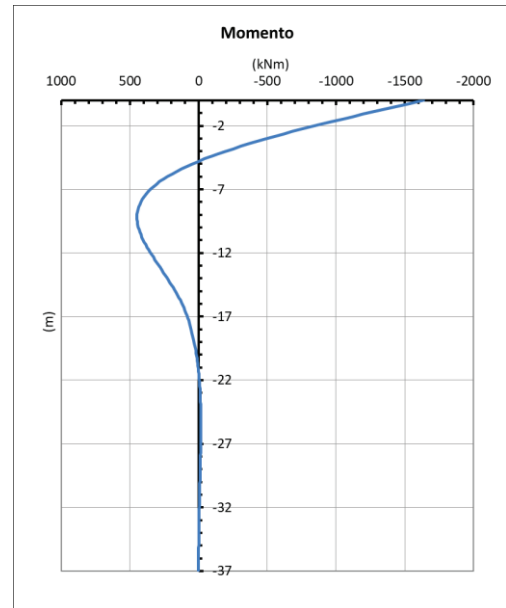
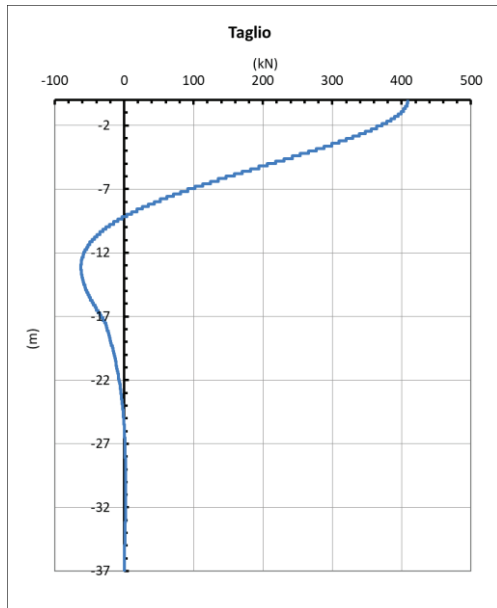


Figura 15. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

9.2 PILA 01

9.2.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

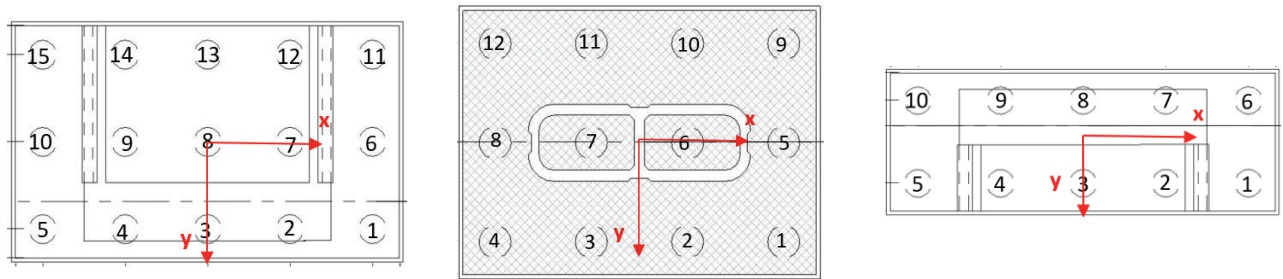


Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo per ogni combinazione.

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 24. 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 _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Nvert Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Vtrasv Max	RA3	3508	3589	3670	3751	3075	3157	3238	3319	2643	2724	2805	2887	127	508
Vtrasv Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167

 	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	40

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

Tabella 25. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
33.0	3872.1	8863.7	7091.0	1.83

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 26. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	76923.08	G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	G_{ma}
Axial: Shear modulus below base, G_b	307692.3	G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$	76923.08	$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	$G_{m\ell}$
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	ν
Free-standing length	0	L_f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E_{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E_{pa}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	$E_{p\ell xf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	$E_{p\ell x}$
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	$E_{p\ell yf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	$E_{p\ell y}$
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).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	41

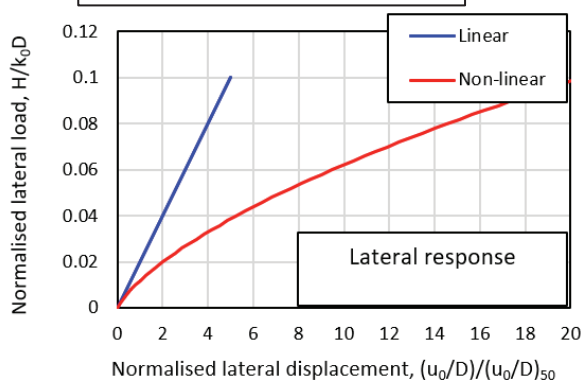
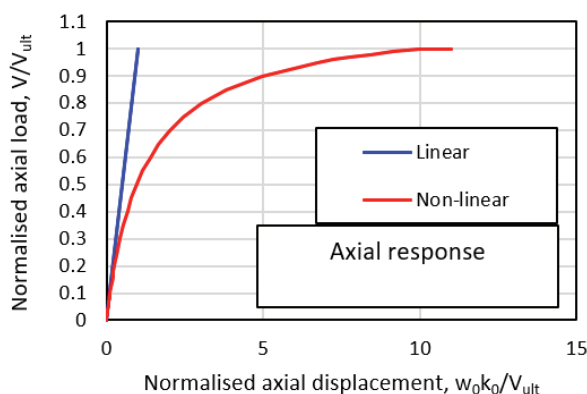
Tabella 27. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial	f	Power g
	0.9	0.9
Lateral	$(u_0/d)_{50}$	Power p
	0.02	0.7
Number of loading steps	20	

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

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



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

Tabella 28. 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	0.0039	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA3	0.0039	0.0002	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA6	0.0039	0.0001	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
RA1	0.0039	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA9	0.0039	0.0001	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA1	0.0039	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
FR1	0.0038	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR3	0.0038	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		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	07	03	005	C	42

FR6	0.0038	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
FR1	0.0038	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR9	0.0038	0.0000	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR1	0.0038	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	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.

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.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 165 \text{ kN}$$

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.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	43

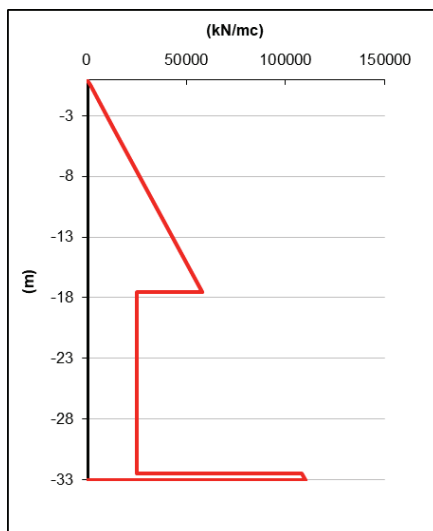


Figura 16. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

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

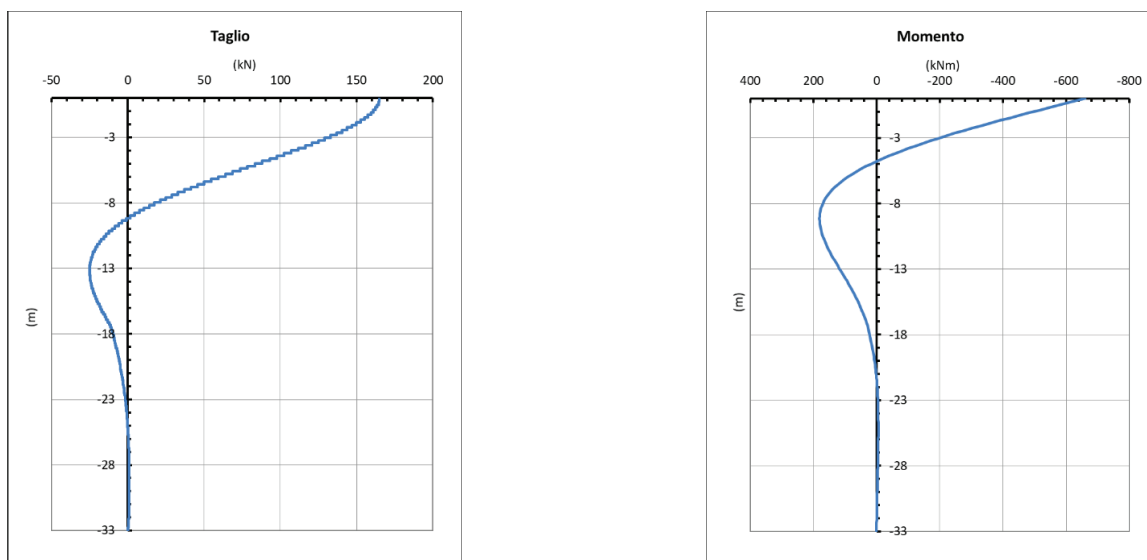


Figura 17. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

9.3 PILA 02

9.3.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	44

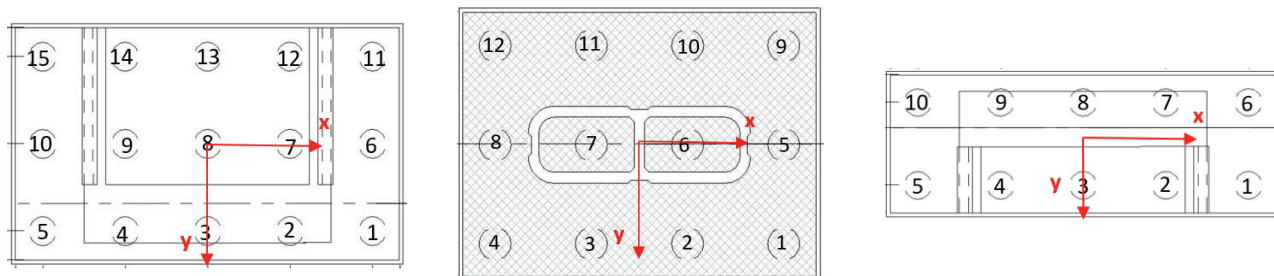


Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo per ogni combinazione.

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 29. 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 _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Nvert Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Vtrasv Max	RA3	3508	3589	3670	3751	3075	3157	3238	3319	2643	2724	2805	2887	127	508
Vtrasv Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtrasv Max	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtrasv Min	RA6	3343	3498	3654	3809	2988	3143	3298	3453	2632	2787	2943	3098	137	548
Vlong Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Vlong Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mlong Max	RA9	3627	3658	3688	3718	3143	3174	3204	3234	2659	2690	2720	2751	138	552
Mlong Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtorc Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Mtorc Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Nvert Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Nvert Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Vtrasv Max	FR3	3361	3422	3483	3543	3027	3087	3148	3209	2692	2753	2814	2875	99	395
Vtrasv Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mtrasv Max	FR1 2	2979	2922	2866	2809	2939	2883	2826	2770	2900	2844	2787	2730	33	131
Mtrasv Min	FR6	3227	3344	3460	3577	2961	3077	3194	3310	2694	2811	2927	3044	103	411
Vlong Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Vlong Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	45	

Mlong Max	FR9	3450	3473	3496	3519	3078	3100	3123	3146	2705	2728	2750	2773	107	429
Mlong Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mtorc Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Mtorc Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Nvert Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Nvert Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Vtrasv Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Vtrasv Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mtrasv Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mtrasv Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Vlong Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Vlong Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mlong Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mlong Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mtorc Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mtorc Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0

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

Tabella 30. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
33.0	3872.1	8863.7	7091.0	1.83

9.3.2 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 31. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, G(0)	76923.08	G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	G_{m_a}
Axial: Shear modulus below base, G_b	307692.3	G_b
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	76923.08	$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	G_{m_ℓ}
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	ν

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	46

Free-standing length	0	L_f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E_{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E_{pa}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	$E_{p,xf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	$E_{p,fx}$
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	$E_{p,yf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	$E_{p,ly}$
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap	0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidezza del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidezza 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).

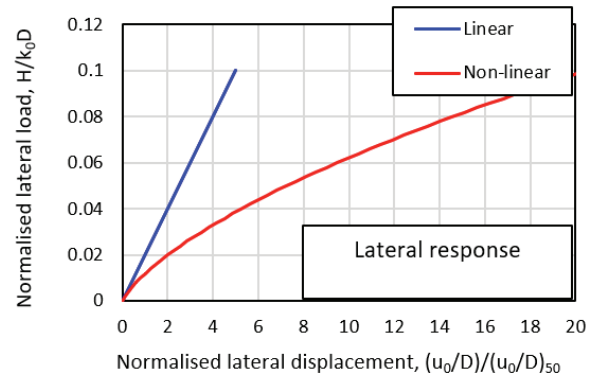
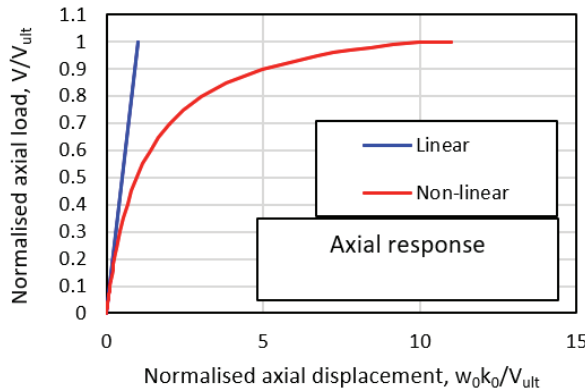
Tabella 32. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial	f	Power g
	0.9	0.9
Lateral	$(u_0/d)_{50}$	Power p
	0.02	0.7
Number of loading steps	20	

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

$$\frac{k_{ii}}{k_{ii,0}} = \frac{1}{1 + \left[(u_i / D_i) / (u_0 / D)_{50} \right]^p}$$



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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	47

Tabella 33. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Cedimenti e rotazioni del plinto						
ID Combinazioni	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	0.0039	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA3	0.0039	0.0002	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA6	0.0039	0.0001	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
RA1	0.0039	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA9	0.0039	0.0001	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
RA1	0.0039	0.0001	0.0006	0.0000	0.0001	0.0000
RA12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
FR1	0.0038	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR3	0.0038	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
FR6	0.0038	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
FR1	0.0038	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR9	0.0038	0.0000	0.0004	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
FR1	0.0038	0.0000	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000
FR12	0.0034	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
QP1	0.0034	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
QP12	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

9.3.3 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.

$H_{max, singolo\ palo} =$	165 kN
----------------------------	---------------

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 rigidzze 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.

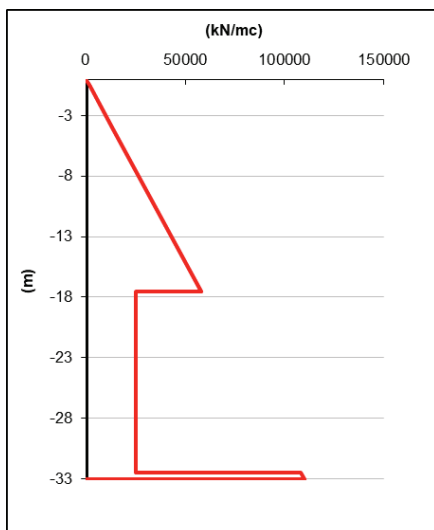


Figura 18. Rigidzze all'interfaccia terreno-palo

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

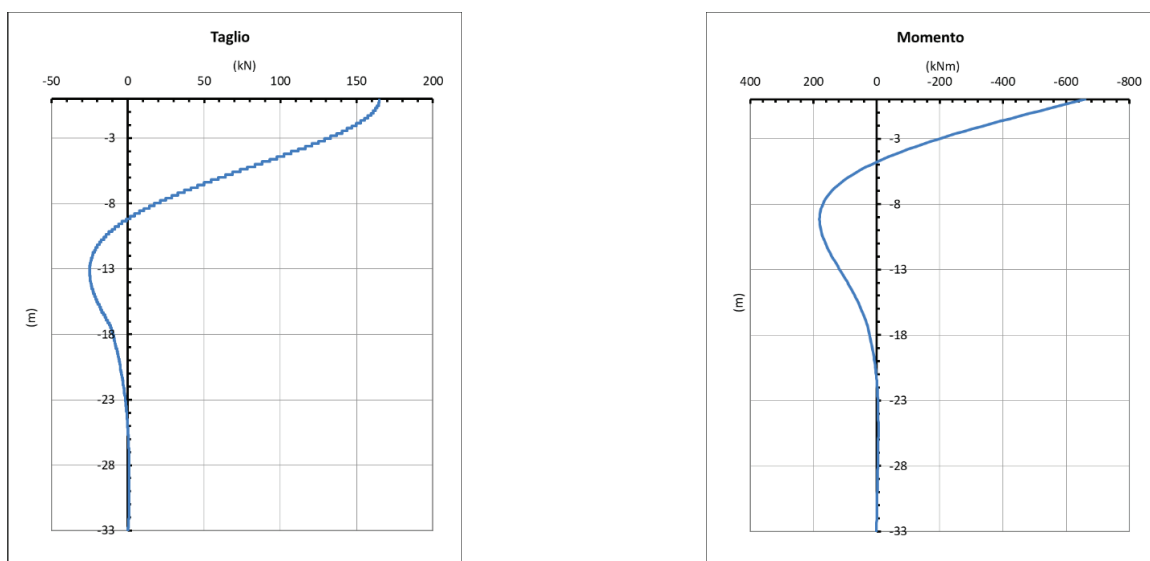


Figura 19. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	49

9.4 SPALLA 2

9.4.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

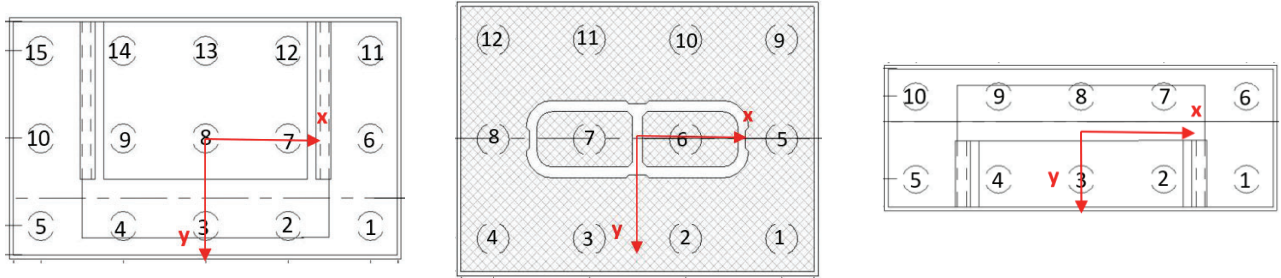


Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo per ogni combinazione.

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 34. 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	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	4482	4518	4553	4589	4624	1265	1300	1336	1371	1407	617	2467
Nvert Min	RA1 2	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Vtrasv Max	RA3	4467	4500	4534	4568	4602	1249	1283	1317	1351	1385	624	2494
Vtrasv Min	RA1 2	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mtrasv Max	RA3	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mtrasv Min	RA1 2	4012	4076	4140	4204	4268	1241	1305	1370	1434	1498	593	2371
Vlong Max	RA7	4205	4266	4327	4388	4449	1051	1112	1173	1234	1295	671	2685
Vlong Min	RA1 2	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mlong Max	RA1 2	4467	4500	4534	4568	4602	1249	1283	1317	1351	1385	624	2494
Mlong Min	RA6	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mtorc Max	RA7	4205	4266	4327	4388	4449	1051	1112	1173	1234	1295	671	2685
Mtorc Min	RA1 0	4346	4382	4417	4453	4488	1401	1436	1472	1507	1543	562	2249
Nvert Max	FR1	4201	4228	4254	4281	4308	1388	1415	1441	1468	1495	562	2249
Nvert Min	FR12	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Vtrasv Max	FR3	4189	4215	4240	4266	4291	1376	1402	1427	1453	1478	567	2269
Vtrasv Min	FR12	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Mtrasv Max	FR3	3428	3412	3395	3379	3363	1722	1706	1690	1673	1657	446	1783
Mtrasv Min	FR12	3826	3875	3923	3971	4019	1392	1440	1488	1536	1585	535	2141

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	50

Vlong Max	FR7	3993	4039	4085	4130	4176	1228	1273	1319	1365	1411	603	2412
Vlong Min	FR12	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Mlong Max	FR12	4189	4215	4240	4266	4291	1376	1402	1427	1453	1478	567	2269
Mlong Min	FR6	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Mtorc Max	FR7	3993	4039	4085	4130	4176	1228	1273	1319	1365	1411	603	2412
Mtorc Min	FR10	4078	4104	4131	4157	4184	1512	1538	1565	1592	1618	513	2050
Nvert Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Nvert Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Vtrasv Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Vtrasv Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Mtrasv Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Mtrasv Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Vlong Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Vlong Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Mlong Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Mlong Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Mtorc Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Mtorc Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455

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

Tabella 35. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
39.0	4624.3	10966.6	8773.3	1.90

9.4.2 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 36. Caratteristiche del terreno e dei pali

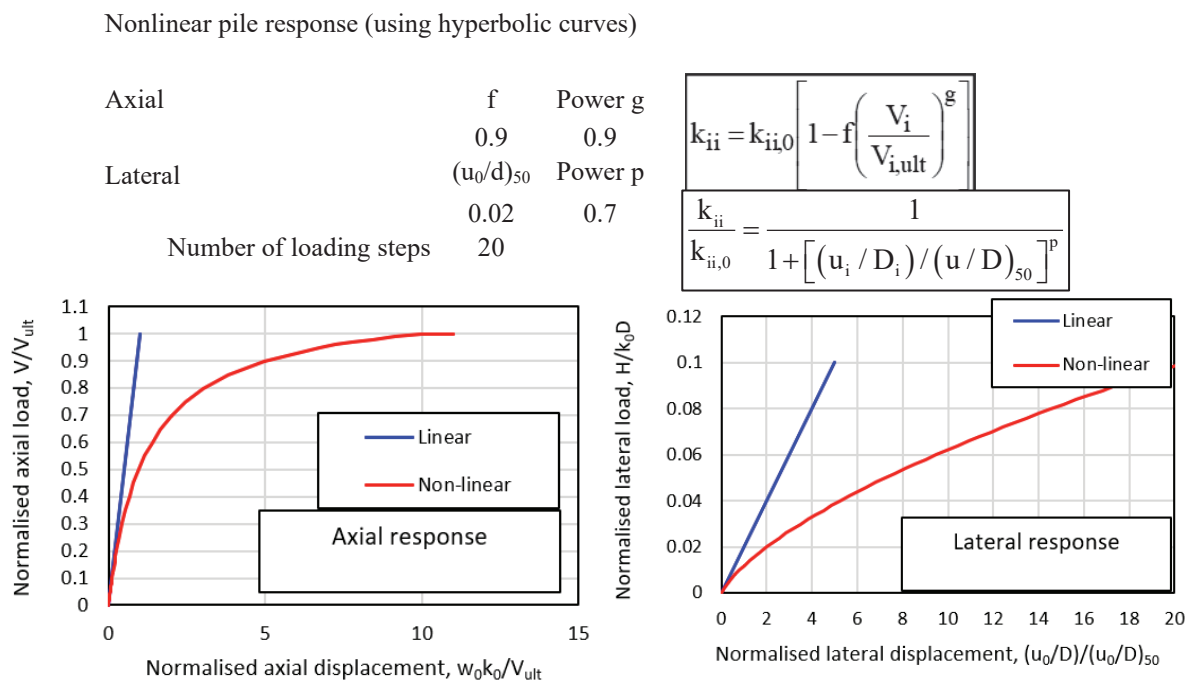
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	76923.08	G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	G_{ma}
Axial: Shear modulus below base, G_b	307692.3	G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$	76923.08	$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	4273.504	$G_{m\ell}$

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 07 03			PROGR 005

Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	ν
Free-standing length	0	L_f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E_{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E_{pa}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	$E_{p/xf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	$E_{p/x}$
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	$E_{p/yf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	$E_{p/ly}$
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap	0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidezza del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidezza 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 37. Identificazione del comportamento non lineare del palo.



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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		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	07	03	005	C	53

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.

9.4.3 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.

$H_{max, \text{singolo palo}} =$	671 kN
----------------------------------	---------------

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.

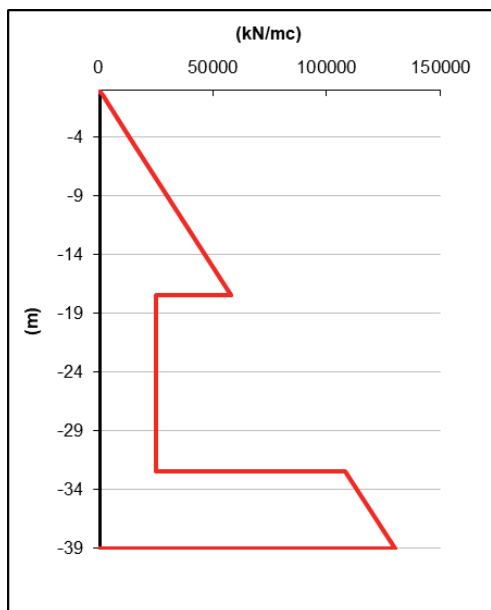


Figura 20. Rigidità all'interfaccia terreno-palo

Vengono infine mostrati i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo dal quale è possibile dedurre che il valore di α (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	07	03	005	C	54

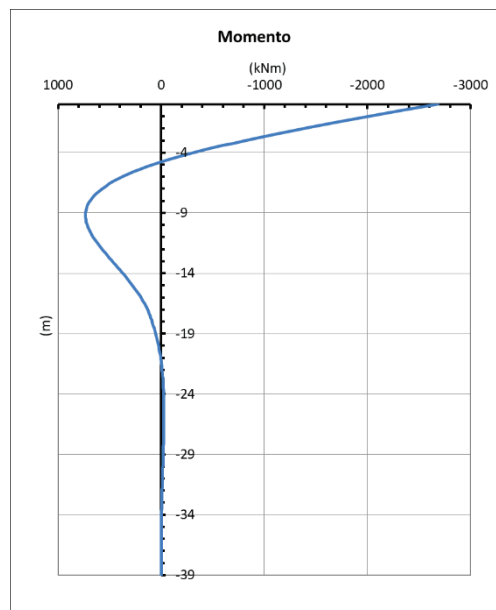
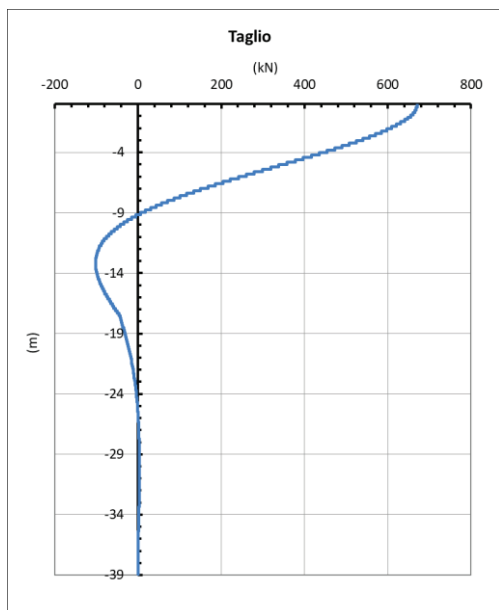


Figura 21. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

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 39. 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	Palo n.13	Palo n.14	Palo n.15	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert	SLU 6	5886	5915	5944	5973	6002	4269	4298	4327	4356	4385	2653	2682	2710	2739	2768	607	3599
Nvert	SLU 24	3538	3514	3489	3465	3440	2818	2794	2770	2745	2721	2099	2074	2050	2026	2001	412	2441
Vtrasv	SLU 3	5437	5476	5515	5553	5592	4071	4110	4148	4187	4226	2705	2743	2782	2821	2859	607	3602
Vtrasv	SLU 24	3538	3514	3489	3465	3440	2818	2794	2770	2745	2721	2099	2074	2050	2026	2001	412	2441
Mtrasv	SLU 6	4566	4542	4517	4493	4469	3794	3770	3745	3721	3697	3022	2997	2973	2949	2924	593	3518
Mtrasv	SLU 24	4008	4080	4152	4223	4295	2868	2940	3012	3084	3156	1728	1800	1872	1944	2016	449	2660
Vlong	SLU 11	5437	5476	5515	5553	5592	4071	4110	4148	4187	4226	2705	2743	2782	2821	2859	607	3602
Vlong	SLU 20	3528	3528	3528	3528	3528	2790	2790	2790	2790	2790	2052	2052	2052	2052	2052	406	2409
Mlong	SLU 2	5886	5915	5944	5973	6002	4269	4298	4327	4356	4385	2653	2682	2710	2739	2768	607	3599
Mlong	SLU 19	3538	3514	3489	3465	3440	2818	2794	2770	2745	2721	2099	2074	2050	2026	2001	412	2441
Mtorc	SLU 2	4566	4542	4517	4493	4469	3794	3770	3745	3721	3697	3022	2997	2973	2949	2924	593	3518

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	07	03	005	C	56

Nvert Max	RA1	4182	4206	4231	4255	4279	3023	3048	3072	3096	3120	1865	1889	1913	1937	1962	409	1634
Nvert Min	RA1 2	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Vtras v Max	RA3	4144	4170	4197	4224	4250	3005	3031	3058	3084	3111	1866	1892	1919	1945	1972	409	1635
Vtras v Min	RA1 2	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtras v Max	RA1	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtras v Min	RA1 2	3768	3818	3867	3917	3967	2852	2901	2951	3001	3050	1935	1985	2035	2084	2134	375	1501
Vlong Max	RA1 1	4144	4170	4197	4224	4250	3005	3031	3058	3084	3111	1866	1892	1919	1945	1972	409	1635
Vlong Min	RA8	4102	4126	4150	4175	4199	3023	3048	3072	3096	3120	1945	1969	1993	2018	2042	372	1489
Mlong Max	RA1 2	4182	4206	4231	4255	4279	3023	3048	3072	3096	3120	1865	1889	1913	1937	1962	409	1634
Mlong Min	RA6	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtor c Max	RA1 2	3488	3472	3456	3440	3423	2809	2793	2777	2760	2744	2130	2113	2097	2081	2065	379	1514
Mtor c Min	RA3	4144	4170	4197	4224	4250	3005	3031	3058	3084	3111	1866	1892	1919	1945	1972	409	1635
Nvert Max	FR1	3994	4012	4030	4049	4067	2965	2983	3001	3020	3038	1936	1954	1973	1991	2009	389	1554
Nvert Min	FR12	3461	3449	3437	3424	3412	2804	2792	2780	2768	2756	2148	2136	2123	2111	2099	360	1441
Vtras v Max	FR3	3965	3985	4005	4025	4045	2951	2971	2991	3011	3031	1937	1957	1977	1997	2017	389	1555
Vtras v Min	FR12	3461	3449	3437	3424	3412	2804	2792	2780	2768	2756	2148	2136	2123	2111	2099	360	1441
Mtras v Max	FR1	3474	3462	3449	3437	3425	2804	2792	2780	2768	2756	2135	2123	2111	2098	2086	366	1464
Mtras v Min	FR12	3671	3708	3745	3782	3820	2836	2874	2911	2948	2985	2002	2039	2076	2114	2151	358	1431
Vlong Max	FR11	3965	3985	4005	4025	4045	2951	2971	2991	3011	3031	1937	1957	1977	1997	2017	389	1555
Vlong Min	FR8	3921	3939	3957	3976	3994	2965	2983	3001	3020	3038	2009	2027	2046	2064	2082	355	1422
Mlong Max	FR12	3994	4012	4030	4049	4067	2965	2983	3001	3020	3038	1936	1954	1973	1991	2009	389	1554
Mlong Min	FR6	3461	3449	3437	3424	3412	2804	2792	2780	2768	2756	2148	2136	2123	2111	2099	360	1441
Mtor c Max	FR12	3474	3462	3449	3437	3425	2804	2792	2780	2768	2756	2135	2123	2111	2098	2086	366	1464
Mtor c Min	FR3	3953	3972	3992	4012	4032	2951	2971	2991	3011	3031	1950	1970	1990	2010	2029	383	1531
Nvert Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Nvert Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Vtras v Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Vtras v Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Mtras v Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Mtras v Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Vlong Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Vlong Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Mlong Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Mlong Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222
Mtor c Max	QP1	3430	3430	3430	3430	3430	2790	2790	2790	2790	2790	2151	2151	2151	2151	2151	329	1315
Mtor c Min	QP1 2	3378	3378	3378	3378	3378	2790	2790	2790	2790	2790	2202	2202	2202	2202	2202	305	1222

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	57

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:

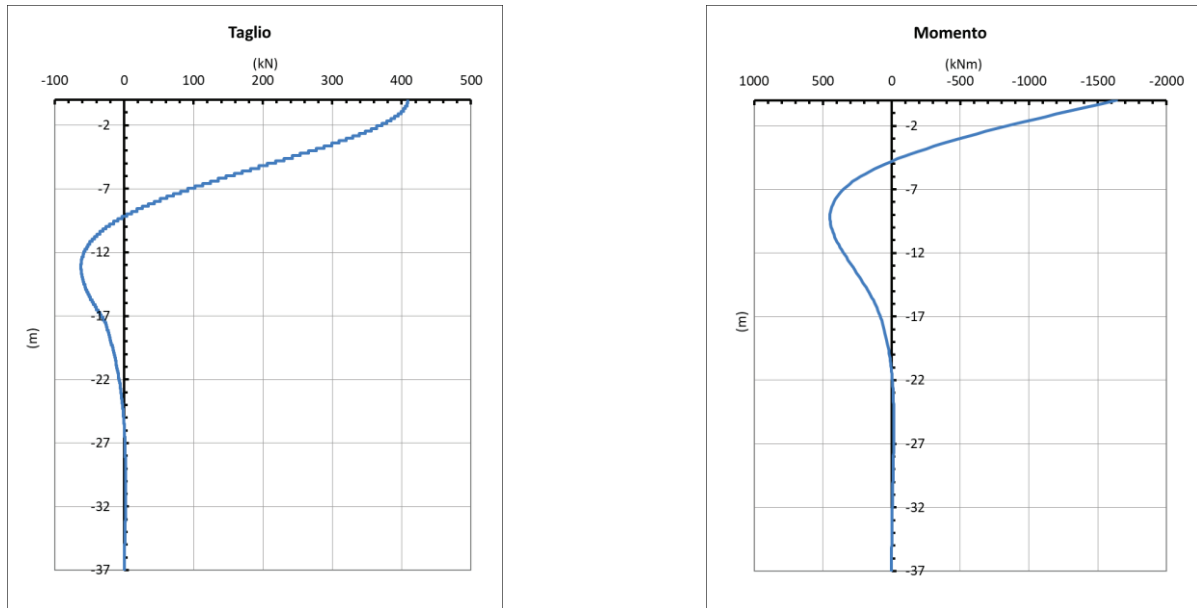


Figura 23. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Pila 01

Tabella 41. 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 _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert	SLU 7	4767	5035	5304	5572	4150	4419	4687	4956	3533	3802	4070	4339	241	1430
Nvert	SLU 22	3038	2925	2812	2698	2998	2885	2772	2659	2959	2846	2733	2620	60	358
Vtrasv	SLU 3	4418	4538	4659	4780	3935	4055	4176	4297	3451	3572	3693	3814	135	798
Vtrasv	SLU 2	3805	3692	3579	3466	3766	3653	3540	3426	3726	3613	3500	3387	60	358
Mtrasv	SLU 4	4200	4087	3974	3861	4147	4034	3921	3808	4094	3981	3868	3754	62	366
Mtrasv	SLU 6	4464	4757	5050	5343	4113	4406	4699	4992	3763	4056	4349	4642	146	868
Vlong	SLU 7	4767	5035	5304	5572	4150	4419	4687	4956	3533	3802	4070	4339	241	1430
Vlong	SLU 24	2991	2923	2855	2787	2951	2883	2816	2748	2912	2844	2776	2708	38	225
Mlong	SLU 9	4679	4776	4872	4968	3981	4078	4174	4271	3284	3380	3476	3573	203	1206
Mlong	SLU 24	2991	2923	2855	2787	2951	2883	2816	2748	2912	2844	2776	2708	38	225

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	58

Mtorc Max	SLU 7	4767	5035	5304	5572	4150	4419	4687	4956	3533	3802	4070	4339	241	1430
Mtorc Min	SLU 24	2991	2923	2855	2787	2951	2883	2816	2748	2912	2844	2776	2708	38	225
Nvert Max	SLV 5	3572	3783	3993	4204	3085	3295	3506	3716	2597	2808	3018	3229	385	2283
Nvert Min	SLV 72	2532	2742	2953	3164	2045	2255	2466	2676	1557	1768	1978	2189	385	2283
Vtrasv Max	SLV 15	2471	3173	3875	4577	1984	2685	3387	4089	1496	2198	2900	3602	894	5301
Vtrasv Min	SLV 72	2532	2742	2953	3164	2045	2255	2466	2676	1557	1768	1978	2189	385	2283
Mtrasv Max	SLV 25	4244	4455	4665	4876	2721	2931	3142	3352	1197	1407	1618	1828	962	5703
Mtrasv Min	SLV 15	2471	3173	3875	4577	1984	2685	3387	4089	1496	2198	2900	3602	894	5301
Vlong Max	SLV 25	4244	4455	4665	4876	2721	2931	3142	3352	1197	1407	1618	1828	962	5703
Vlong Min	SLV 71	3019	3230	3440	3651	2532	2742	2953	3163	2044	2255	2465	2676	385	2283
Mlong Max	SLV 25	4244	4455	4665	4876	2721	2931	3142	3352	1197	1407	1618	1828	962	5703
Mlong Min	SLV 71	3019	3230	3440	3651	2532	2742	2953	3163	2044	2255	2465	2676	385	2283
Mtorc Max	SLV 71	0	3230	3440	3651	2532	2742	2953	3163	2044	2255	2465	2676	385	2283
Mtorc Min	SLV 72	0	2742	2953	3164	2045	2255	2466	2676	1557	1768	1978	2189	385	2283

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:

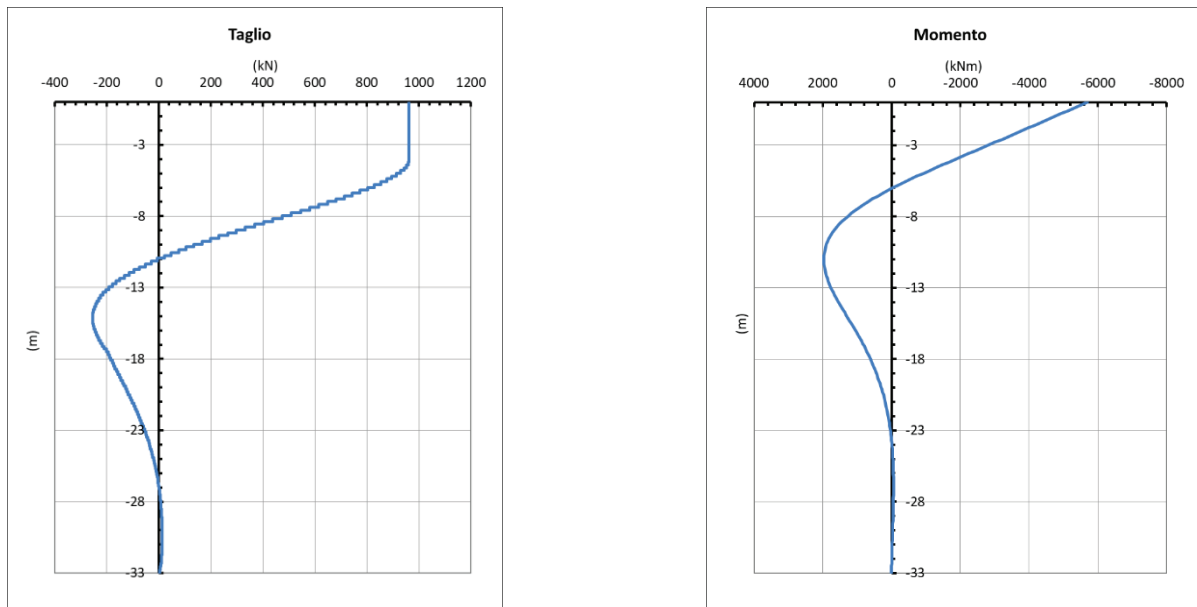


Figura 24. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 42. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

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 _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660

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	07	03	005	C	59

Max															
Nvert Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Vtrasv Max	RA3	3508	3589	3670	3751	3075	3157	3238	3319	2643	2724	2805	2887	127	508
Vtrasv Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtrasv Max	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtrasv Min	RA6	3343	3498	3654	3809	2988	3143	3298	3453	2632	2787	2943	3098	137	548
Vlong Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Vlong Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mlong Max	RA9	3627	3658	3688	3718	3143	3174	3204	3234	2659	2690	2720	2751	138	552
Mlong Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtorc Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Mtorc Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Nvert Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Nvert Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Vtrasv Max	FR3	3361	3422	3483	3543	3027	3087	3148	3209	2692	2753	2814	2875	99	395
Vtrasv Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mtrasv Max	FR1 2	2979	2922	2866	2809	2939	2883	2826	2770	2900	2844	2787	2730	33	131
Mtrasv Min	FR6	3227	3344	3460	3577	2961	3077	3194	3310	2694	2811	2927	3044	103	411
Vlong Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Vlong Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mlong Max	FR9	3450	3473	3496	3519	3078	3100	3123	3146	2705	2728	2750	2773	107	429
Mlong Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mtorc Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Mtorc Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Nvert Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Nvert Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Vtrasv Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Vtrasv Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mtrasv Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mtrasv Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Vlong Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Vlong Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mlong Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	60

Mlong Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mtorc Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mtorc Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0

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:

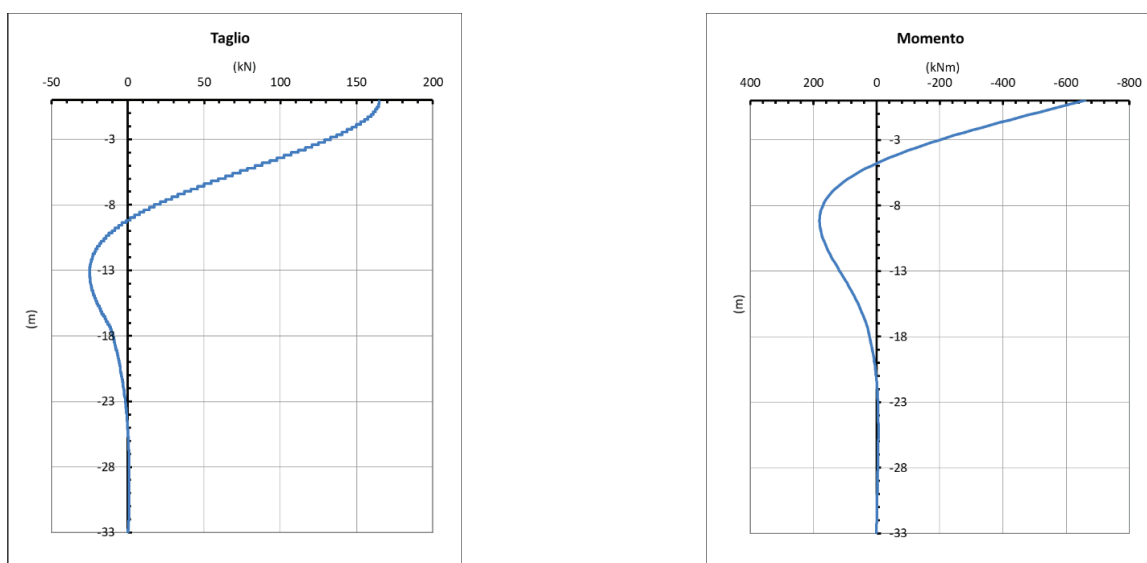


Figura 25. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Pila 02

Tabella 43. 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 _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU 7	4767	5035	5304	5572	4150	4419	4687	4956	3533	3802	4070	4339	241	1430
Nvert Min	SLU 22	3038	2925	2812	2698	2998	2885	2772	2659	2959	2846	2733	2620	60	358
Vtrasv Max	SLU 3	4418	4538	4659	4780	3935	4055	4176	4297	3451	3572	3693	3814	135	798
Vtrasv Min	SLU 2	3805	3692	3579	3466	3766	3653	3540	3426	3726	3613	3500	3387	60	358
Mtrasv Max	SLU 4	4200	4087	3974	3861	4147	4034	3921	3808	4094	3981	3868	3754	62	366
Mtrasv Min	SLU 6	4464	4757	5050	5343	4113	4406	4699	4992	3763	4056	4349	4642	146	868
Vlong Max	SLU 7	4767	5035	5304	5572	4150	4419	4687	4956	3533	3802	4070	4339	241	1430
Vlong Min	SLU 24	2991	2923	2855	2787	2951	2883	2816	2748	2912	2844	2776	2708	38	225

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	61

Mlong Max	SLU 9	4679	4776	4872	4968	3981	4078	4174	4271	3284	3380	3476	3573	203	1206
Mlong Min	SLU 24	2991	2923	2855	2787	2951	2883	2816	2748	2912	2844	2776	2708	38	225
Mtorc Max	SLU 7	4767	5035	5304	5572	4150	4419	4687	4956	3533	3802	4070	4339	241	1430
Mtorc Min	SLU 24	2991	2923	2855	2787	2951	2883	2816	2748	2912	2844	2776	2708	38	225
Nvert Max	SLV 5	3572	3783	3993	4204	3085	3295	3506	3716	2597	2808	3018	3229	385	2283
Nvert Min	SLV 72	2532	2742	2953	3164	2045	2255	2466	2676	1557	1768	1978	2189	385	2283
Vtrasv Max	SLV 15	2471	3173	3875	4577	1984	2685	3387	4089	1496	2198	2900	3602	894	5301
Vtrasv Min	SLV 72	2532	2742	2953	3164	2045	2255	2466	2676	1557	1768	1978	2189	385	2283
Mtrasv Max	SLV 25	4244	4455	4665	4876	2721	2931	3142	3352	1197	1407	1618	1828	962	5703
Mtrasv Min	SLV 15	2471	3173	3875	4577	1984	2685	3387	4089	1496	2198	2900	3602	894	5301
Vlong Max	SLV 25	4244	4455	4665	4876	2721	2931	3142	3352	1197	1407	1618	1828	962	5703
Vlong Min	SLV 71	3019	3230	3440	3651	2532	2742	2953	3163	2044	2255	2465	2676	385	2283
Mlong Max	SLV 25	4244	4455	4665	4876	2721	2931	3142	3352	1197	1407	1618	1828	962	5703
Mlong Min	SLV 71	3019	3230	3440	3651	2532	2742	2953	3163	2044	2255	2465	2676	385	2283
Mtorc Max	SLV 71	0	3230	3440	3651	2532	2742	2953	3163	2044	2255	2465	2676	385	2283
Mtorc Min	SLV 72	0	2742	2953	3164	2045	2255	2466	2676	1557	1768	1978	2189	385	2283

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:

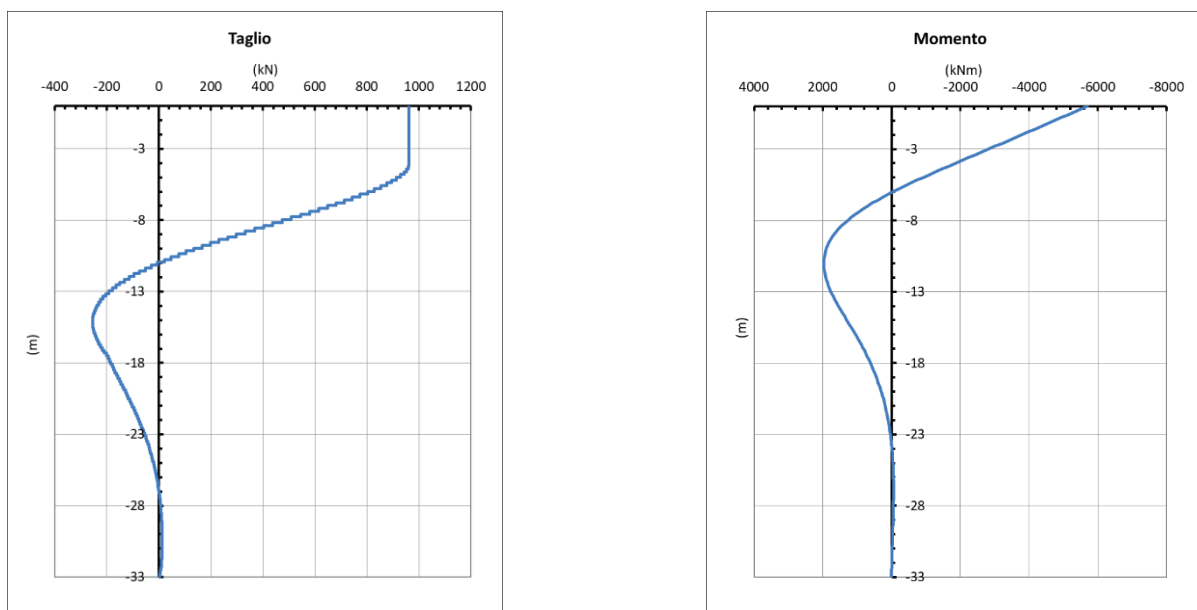


Figura 26. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 44. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

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	07	03	005	C	62

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 _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Nvert Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Nvert Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Vtrasv Max	RA3	3508	3589	3670	3751	3075	3157	3238	3319	2643	2724	2805	2887	127	508
Vtrasv Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtrasv Max	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtrasv Min	RA6	3343	3498	3654	3809	2988	3143	3298	3453	2632	2787	2943	3098	137	548
Vlong Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Vlong Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mlong Max	RA9	3627	3658	3688	3718	3143	3174	3204	3234	2659	2690	2720	2751	138	552
Mlong Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Mtorc Max	RA1	3427	3575	3724	3872	2998	3146	3295	3443	2569	2717	2866	3014	165	660
Mtorc Min	RA1 2	2998	2923	2848	2772	2959	2884	2808	2733	2920	2844	2769	2694	42	167
Nvert Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Nvert Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Vtrasv Max	FR3	3361	3422	3483	3543	3027	3087	3148	3209	2692	2753	2814	2875	99	395
Vtrasv Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mtrasv Max	FR1 2	2979	2922	2866	2809	2939	2883	2826	2770	2900	2844	2787	2730	33	131
Mtrasv Min	FR6	3227	3344	3460	3577	2961	3077	3194	3310	2694	2811	2927	3044	103	411
Vlong Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Vlong Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mlong Max	FR9	3450	3473	3496	3519	3078	3100	3123	3146	2705	2728	2750	2773	107	429
Mlong Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Mtorc Max	FR1	3300	3411	3523	3634	2968	3080	3191	3303	2637	2748	2860	2971	127	509
Mtorc Min	FR1 2	2969	2912	2856	2799	2939	2883	2826	2770	2910	2853	2797	2740	31	125
Nvert Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Nvert Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Vtrasv Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Vtrasv Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mtrasv Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mtrasv Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Vlong Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	63

Vlong Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mlong Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mlong Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0
Mtorc Max	QP 1	2920	2920	2920	2920	2880	2880	2880	2880	2841	2841	2841	2841	15	58
Mtorc Min	QP 12	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880	0	0

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:

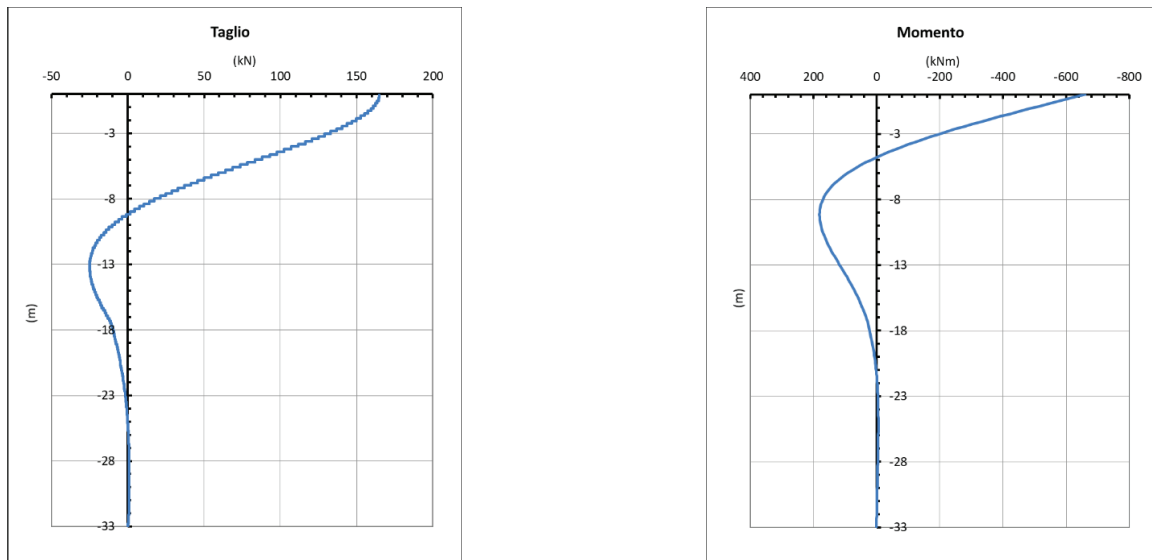


Figura 27. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Spalla 2

Tabella 45. 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	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	
Nvert	Max	SLU6	6186	6239	6291	6344	6396	1871	1923	1976	2028	2081	852	5053
Nvert	Min	SLU2 4	3533	3500	3467	3435	3402	1652	1619	1587	1554	1521	506	3001
Vtrasv	Max	SLU3	5728	5779	5829	5879	5930	1826	1876	1927	1977	2027	858	5089
Vtrasv	Min	SLU2 4	3533	3500	3467	3435	3402	1652	1619	1587	1554	1521	506	3001
Mtrasv	Max	SLU6	4509	4477	4444	4411	4379	2229	2197	2164	2131	2099	731	4337
Mtrasv	Min	SLU2 4	4758	4854	4950	5046	5142	1024	1120	1216	1312	1408	684	4058
Vlong	Max	SLU7	5517	5602	5686	5771	5856	1371	1456	1541	1626	1711	998	5916

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	64

Vlong Min	SLU2 0	3507	3507	3507	3507	3507	1609	1609	1609	1609	1609	498	2952
Mlong Max	SLU2	6186	6239	6291	6344	6396	1871	1923	1976	2028	2081	852	5053
Mlong Min	SLU2 2	3533	3500	3467	3435	3402	1652	1619	1587	1554	1521	506	3001
Mtorc Max	SLU7	5517	5602	5686	5771	5856	1371	1456	1541	1626	1711	998	5916
Mtorc Min	SLU1 3	5297	5349	5402	5454	5507	1206	1259	1311	1364	1417	662	3925
Nvert Max	SLV5	4148	4245	4341	4438	4535	1358	1455	1552	1649	1745	730	4329
Nvert Min	SLV6	3106	3203	3300	3397	3493	845	942	1039	1135	1232	730	4329
Vtrasv Max	SLV3	3332	3654	3977	4299	4622	727	1050	1372	1695	2017	1041	6170
Vtrasv Min	SLV6	3106	3203	3300	3397	3493	845	942	1039	1135	1232	730	4329
Mtrasv Max	SLV1	4863	4959	5056	5153	5249	100	196	293	390	486	1395	8273
Mtrasv Min	SLV6	3020	3342	3664	3987	4309	574	896	1218	1541	1863	1041	6170
Vlong Max	SLV1	4863	4959	5056	5153	5249	100	196	293	390	486	1395	8273
Vlong Min	SLV6	3106	3203	3300	3397	3493	845	942	1039	1135	1232	730	4329
Mlong Max	SLV1	4863	4959	5056	5153	5249	100	196	293	390	486	1395	8273
Mlong Min	SLV4	3106	3203	3300	3397	3493	845	942	1039	1135	1232	730	4329
Mtorc Max	SLV5	4148	4245	4341	4438	4535	1358	1455	1552	1649	1745	730	4329
Mtorc Min	SLV4	3020	3342	3664	3987	4309	574	896	1218	1541	1863	1041	6170

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:

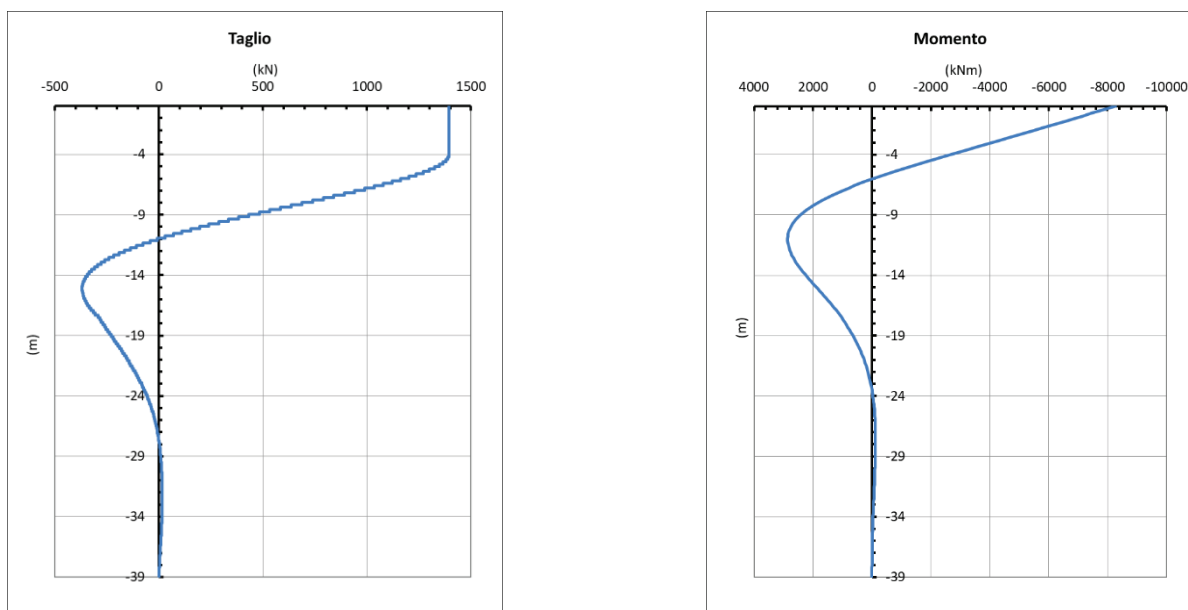


Figura 28. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 46. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

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	07	03	005	C	65

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	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	4482	4518	4553	4589	4624	1265	1300	1336	1371	1407	617	2467
Nvert Min	RA1 2	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Vtrasv Max	RA3	4467	4500	4534	4568	4602	1249	1283	1317	1351	1385	624	2494
Vtrasv Min	RA1 2	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mtrasv Max	RA3	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mtrasv Min	RA1 2	4012	4076	4140	4204	4268	1241	1305	1370	1434	1498	593	2371
Vlong Max	RA7	4205	4266	4327	4388	4449	1051	1112	1173	1234	1295	671	2685
Vlong Min	RA1 2	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mlong Max	RA1 2	4467	4500	4534	4568	4602	1249	1283	1317	1351	1385	624	2494
Mlong Min	RA6	3451	3430	3408	3386	3364	1710	1689	1667	1645	1623	462	1847
Mtorc Max	RA7	4205	4266	4327	4388	4449	1051	1112	1173	1234	1295	671	2685
Mtorc Min	RA1 0	4346	4382	4417	4453	4488	1401	1436	1472	1507	1543	562	2249
Nvert Max	FR1	4201	4228	4254	4281	4308	1388	1415	1441	1468	1495	562	2249
Nvert Min	FR12	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Vtrasv Max	FR3	4189	4215	4240	4266	4291	1376	1402	1427	1453	1478	567	2269
Vtrasv Min	FR12	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Mtrasv Max	FR3	3428	3412	3395	3379	3363	1722	1706	1690	1673	1657	446	1783
Mtrasv Min	FR12	3826	3875	3923	3971	4019	1392	1440	1488	1536	1585	535	2141
Vlong Max	FR7	3993	4039	4085	4130	4176	1228	1273	1319	1365	1411	603	2412
Vlong Min	FR12	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Mlong Max	FR12	4189	4215	4240	4266	4291	1376	1402	1427	1453	1478	567	2269
Mlong Min	FR6	3406	3390	3374	3357	3341	1744	1728	1711	1695	1679	437	1748
Mtorc Max	FR7	3993	4039	4085	4130	4176	1228	1273	1319	1365	1411	603	2412
Mtorc Min	FR10	4078	4104	4131	4157	4184	1512	1538	1565	1592	1618	513	2050
Nvert Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Nvert Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Vtrasv Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Vtrasv Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Mtrasv Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Mtrasv Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Vlong Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Vlong Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455
Mlong Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Mlong Min	QP1	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455

Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	66

	2												
Mtorc Max	QP1	3358	3358	3358	3358	3358	1758	1758	1758	1758	1758	399	1595
Mtorc Min	QP1 2	3271	3271	3271	3271	3271	1845	1845	1845	1845	1845	364	1455

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:

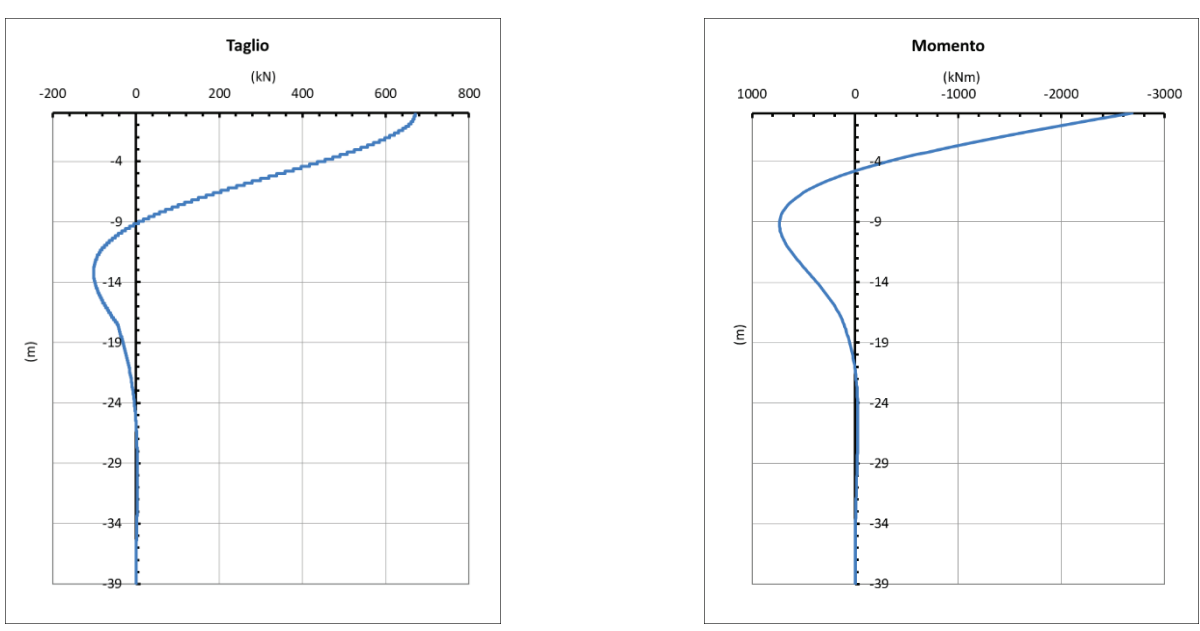


Figura 29. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

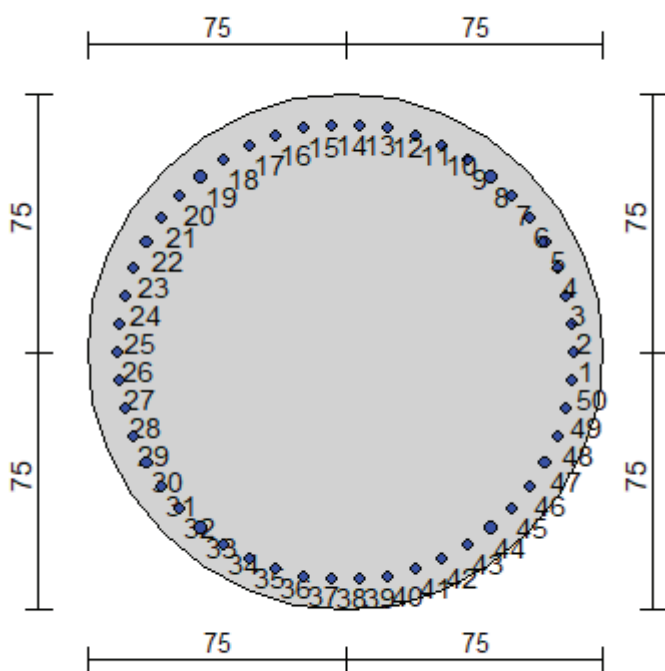
Sulla base di quanto descritto sopra in questo capitolo, sono state eseguite le verifiche strutturali per il Palo n°11 della Spalla 1, per il Palo n°9 delle Pile 01 e 02, per il Palo n°6 della Spalla 2.

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	07	03	005	C	67

10.1 SPALLA 1



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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	68

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	140.8	83.3	7.07	no
3	139.2	91.5	7.07	no
4	136.6	99.4	7.07	no
5	133.1	106.9	7.07	no
6	128.6	114.0	7.07	no
7	123.3	120.4	7.07	no
8	117.3	126.1	7.07	no
9	110.5	131.0	7.07	no
10	103.2	135.0	7.07	no
11	95.5	138.1	7.07	no
12	87.4	140.1	7.07	no
13	79.2	141.2	7.07	no
14	70.8	141.2	7.07	no
15	62.6	140.1	7.07	no
16	54.5	138.1	7.07	no
17	46.8	135.0	7.07	no
18	39.5	131.0	7.07	no
19	32.7	126.1	7.07	no
20	26.7	120.4	7.07	no
21	21.4	114.0	7.07	no
22	16.9	106.9	7.07	no
23	13.4	99.4	7.07	no
24	10.8	91.5	7.07	no
25	9.2	83.3	7.07	no
26	8.7	75.0	7.07	no
27	9.2	66.7	7.07	no
28	10.8	58.5	7.07	no
29	13.4	50.6	7.07	no
30	16.9	43.1	7.07	no
31	21.4	36.0	7.07	no
32	26.7	29.6	7.07	no
33	32.7	23.9	7.07	no
34	39.5	19.0	7.07	no
35	46.8	15.0	7.07	no
36	54.5	11.9	7.07	no
37	62.6	9.9	7.07	no
38	70.8	8.8	7.07	no
39	79.2	8.8	7.07	no
40	87.4	9.9	7.07	no
41	95.5	11.9	7.07	no
42	103.2	15.0	7.07	no
43	110.5	19.0	7.07	no
44	117.3	23.9	7.07	no
45	123.3	29.6	7.07	no
46	128.6	36.0	7.07	no
47	133.1	43.1	7.07	no
48	136.6	50.6	7.07	no
49	139.2	58.5	7.07	no
50	140.8	66.7	7.07	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	69

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

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/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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_x e M_y:

asse N - (M_x = 0, M_y = 0) Nu = -13829.8 kN
 asse N + (M_x = 0, M_y = 0) Nu = 38604.1 kN
 asse M_x + (N = 0, M_y = 0) M_{xu} = 7324.1 kN m
 asse M_x - (N = 0, M_y = 0) M_{xu} = -7324.1 kN m
 asse M_y + (N = 0, M_x = 0) M_{yu} = 7320.6 kN m
 asse M_y - (N = 0, M_x = 0) M_{yu} = -7320.6 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M_{xu}, M_{yu} e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M_{xu}, M_{yu} assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	M _x	M _y	t.v.	Nu	M _{xu}	M _{yu}	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	2653.0	3599.0	0.0	P	6497.1	8813.8	0.0	0.350	0.405	0.410	Ok
				M	31246.7	3597.4	0.0	0.342	0.030	0.080	Ok
				N	2653.0	8096.5	0.0	0.350	0.588	0.440	Ok
2	2099.0	2441.0	0.0	P	7688.6	8941.3	0.0	0.350	0.362	0.270	Ok
				M	33641.3	2439.3	0.0	0.309	0.070	0.060	Ok
				N	2099.0	7949.2	0.0	0.350	0.623	0.310	Ok
3	2705.0	3602.0	0.0	P	6631.3	8830.3	0.0	0.350	0.400	0.410	Ok
				M	31240.5	3600.4	0.0	0.342	0.030	0.090	Ok
				N	2705.0	8110.1	0.0	0.350	0.585	0.440	Ok
4	2099.0	2441.0	0.0	P	7688.6	8941.3	0.0	0.350	0.362	0.270	Ok
				M	33641.3	2439.3	0.0	0.309	0.070	0.060	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	70

				N	2099.0	7949.2	0.0	0.350	0.623	0.310	Ok
5	3022.0	3518.0	0.0	P	7680.1	8940.7	0.0	0.350	0.363	0.390	Ok
				M	31414.8	3516.3	0.0	0.340	0.032	0.100	Ok
				N	3022.0	8188.2	0.0	0.350	0.567	0.430	Ok
6	1728.0	2660.0	0.0	P	5648.9	8695.7	0.0	0.350	0.439	0.310	Ok
				M	33189.9	2658.2	0.0	0.315	0.062	0.050	Ok
				N	1728.0	7848.8	0.0	0.350	0.647	0.340	Ok
7	2705.0	3602.0	0.0	P	6631.3	8830.3	0.0	0.350	0.400	0.410	Ok
				M	31240.5	3600.4	0.0	0.342	0.030	0.090	Ok
				N	2705.0	8110.1	0.0	0.350	0.585	0.440	Ok
8	2052.0	2409.0	0.0	P	7611.4	8935.6	0.0	0.350	0.365	0.270	Ok
				M	33707.3	2407.3	0.0	0.308	0.071	0.060	Ok
				N	2052.0	7936.6	0.0	0.350	0.626	0.300	Ok
9	2653.0	3599.0	0.0	P	6497.1	8813.8	0.0	0.350	0.405	0.410	Ok
				M	31246.7	3597.4	0.0	0.342	0.030	0.080	Ok
				N	2653.0	8096.5	0.0	0.350	0.588	0.440	Ok
10	2099.0	2441.0	0.0	P	7688.6	8941.3	0.0	0.350	0.362	0.270	Ok
				M	33641.3	2439.3	0.0	0.309	0.070	0.060	Ok
				N	2099.0	7949.2	0.0	0.350	0.623	0.310	Ok
11	3022.0	3518.0	0.0	P	7680.1	8940.7	0.0	0.350	0.363	0.390	Ok
				M	31414.8	3516.3	0.0	0.340	0.032	0.100	Ok
				N	3022.0	8188.2	0.0	0.350	0.567	0.430	Ok
12	1731.0	2664.0	0.0	P	5650.4	8695.9	0.0	0.350	0.439	0.310	Ok
				M	33181.6	2662.2	0.0	0.315	0.062	0.050	Ok
				N	1731.0	7849.7	0.0	0.350	0.647	0.340	Ok
13	1916.0	3775.0	0.0	P	4294.6	8461.5	0.0	0.350	0.499	0.450	Ok
				M	30880.7	3774.2	0.0	0.347	0.024	0.060	Ok
				N	1916.0	7899.9	0.0	0.350	0.635	0.480	Ok
14	1293.0	3775.0	0.0	P	2785.0	8131.1	0.0	0.350	0.580	0.460	Ok
				M	30880.7	3774.2	0.0	0.347	0.024	0.040	Ok
				N	1293.0	7729.6	0.0	0.350	0.676	0.490	Ok
15	1137.0	6151.0	0.0	P	1436.1	7769.0	0.0	0.350	0.666	0.790	Ok
				M	24617.7	6152.1	0.0	0.350	0.052	0.050	Ok
				N	1137.0	7682.0	0.0	0.350	0.688	0.800	Ok
16	1293.0	3775.0	0.0	P	2785.0	8131.1	0.0	0.350	0.580	0.460	Ok
				M	30880.7	3774.2	0.0	0.347	0.024	0.040	Ok
				N	1293.0	7729.6	0.0	0.350	0.676	0.490	Ok
17	986.0	7124.0	0.0	P	1059.9	7658.2	0.0	0.350	0.694	0.930	Ok
				M	21291.2	7124.2	0.0	0.350	0.095	0.050	Ok
				N	986.0	7635.3	0.0	0.350	0.699	0.930	Ok
18	950.0	6151.0	0.0	P	1188.9	7698.1	0.0	0.350	0.684	0.800	Ok
				M	24617.7	6152.1	0.0	0.350	0.052	0.040	Ok
				N	950.0	7624.1	0.0	0.350	0.702	0.810	Ok
19	986.0	7124.0	0.0	P	1059.9	7658.2	0.0	0.350	0.694	0.930	Ok
				M	21291.2	7124.2	0.0	0.350	0.095	0.050	Ok
				N	986.0	7635.3	0.0	0.350	0.699	0.930	Ok
20	1293.0	3775.0	0.0	P	2785.0	8131.1	0.0	0.350	0.580	0.460	Ok
				M	30880.7	3774.2	0.0	0.347	0.024	0.040	Ok
				N	1293.0	7729.6	0.0	0.350	0.676	0.490	Ok
21	986.0	7124.0	0.0	P	1059.9	7658.2	0.0	0.350	0.694	0.930	Ok
				M	21291.2	7124.2	0.0	0.350	0.095	0.050	Ok
				N	986.0	7635.3	0.0	0.350	0.699	0.930	Ok
22	1293.0	3775.0	0.0	P	2785.0	8131.1	0.0	0.350	0.580	0.460	Ok
				M	30880.7	3774.2	0.0	0.347	0.024	0.040	Ok
				N	1293.0	7729.6	0.0	0.350	0.676	0.490	Ok
23	1916.0	3775.0	0.0	P	4294.6	8461.5	0.0	0.350	0.499	0.450	Ok
				M	30880.7	3774.2	0.0	0.347	0.024	0.060	Ok
				N	1916.0	7899.9	0.0	0.350	0.635	0.480	Ok
24	950.0	6151.0	0.0	P	1188.9	7698.1	0.0	0.350	0.684	0.800	Ok
				M	24617.7	6152.1	0.0	0.350	0.052	0.040	Ok
				N	950.0	7624.1	0.0	0.350	0.702	0.810	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	71

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	986.0	7124.0	0.0	P	1059.9	7658.2	0.0	0.350	0.694	0.930	Ok
5	3022.0	3518.0	0.0	M	31414.8	3516.3	0.0	0.340	0.032	0.100	Ok
17	986.0	7124.0	0.0	N	986.0	7635.3	0.0	0.350	0.699	0.930	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	607.00	0.00	0.00	2653.00	1.107	2.50	0.3620	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3620	0.0000	0.0000	0.3620	
	4132.95	4132.95	1793.33	0.1469	0.0000	0.0000	0.1469	
2 SLU	412.00	0.00	0.00	2099.00	1.085	2.50	0.2457	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2457	0.0000	0.0000	0.2457	
	4049.47	4049.47	1793.33	0.1017	0.0000	0.0000	0.1017	
3 SLU	607.00	0.00	0.00	2705.00	1.109	2.50	0.3620	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3620	0.0000	0.0000	0.3620	
	4140.79	4140.79	1793.33	0.1466	0.0000	0.0000	0.1466	
4 SLU	412.00	0.00	0.00	2099.00	1.085	2.50	0.2457	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2457	0.0000	0.0000	0.2457	
	4049.47	4049.47	1793.33	0.1017	0.0000	0.0000	0.1017	
5 SLU	593.00	0.00	0.00	3022.00	1.122	2.50	0.3536	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3536	0.0000	0.0000	0.3536	
	4188.56	4188.56	1793.33	0.1416	0.0000	0.0000	0.1416	
6 SLU	449.00	0.00	0.00	1728.00	1.070	2.50	0.2678	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2678	0.0000	0.0000	0.2678	
	3993.57	3993.57	1793.33	0.1124	0.0000	0.0000	0.1124	
7 SLU	607.00	0.00	0.00	2705.00	1.109	2.50	0.3620	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3620	0.0000	0.0000	0.3620	
	4140.79	4140.79	1793.33	0.1466	0.0000	0.0000	0.1466	
8 SLU	406.00	0.00	0.00	2052.00	1.083	2.50	0.2421	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2421	0.0000	0.0000	0.2421	
	4042.39	4042.39	1793.33	0.1004	0.0000	0.0000	0.1004	
9 SLU	607.00	0.00	0.00	2653.00	1.107	2.50	0.3620	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3620	0.0000	0.0000	0.3620	
	4132.95	4132.95	1793.33	0.1469	0.0000	0.0000	0.1469	
10 SLU	412.00	0.00	0.00	2099.00	1.085	2.50	0.2457	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2457	0.0000	0.0000	0.2457	
	4049.47	4049.47	1793.33	0.1017	0.0000	0.0000	0.1017	
11 SLU	593.00	0.00	0.00	3022.00	1.122	2.50	0.3536	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3536	0.0000	0.0000	0.3536	
	4188.56	4188.56	1793.33	0.1416	0.0000	0.0000	0.1416	
12 SLU	449.00	0.00	0.00	1731.00	1.070	2.50	0.2678	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2678	0.0000	0.0000	0.2678	
	3994.02	3994.02	1793.33	0.1124	0.0000	0.0000	0.1124	
13 SLU	637.00	0.00	0.00	1916.00	1.077	2.50	0.3799	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3799	0.0000	0.0000	0.3799	
	4021.90	4021.90	1793.33	0.1584	0.0000	0.0000	0.1584	

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	07	03	005	C	72

14 SLU	637.00	0.00	0.00	1293.00	1.052	2.50	0.3799	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3799	0.0000	0.0000	0.3799	
	3928.02	3928.02	1793.33	0.1622	0.0000	0.0000	0.1622	
15 SLU	1037.00	0.00	0.00	1137.00	1.046	2.50	0.6184	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.6184	0.0000	0.0000	0.6184	
	3904.51	3904.51	1793.33	0.2656	0.0000	0.0000	0.2656	
16 SLU	637.00	0.00	0.00	1293.00	1.052	2.50	0.3799	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3799	0.0000	0.0000	0.3799	
	3928.02	3928.02	1793.33	0.1622	0.0000	0.0000	0.1622	
17 SLU	1201.00	0.00	0.00	986.00	1.040	2.50	0.7162	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.7162	0.0000	0.0000	0.7162	
	3881.76	3881.76	1793.33	0.3094	0.0000	0.0000	0.3094	
18 SLU	1037.00	0.00	0.00	950.00	1.038	2.50	0.6184	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.6184	0.0000	0.0000	0.6184	
	3876.33	3876.33	1793.33	0.2675	0.0000	0.0000	0.2675	
19 SLU	1201.00	0.00	0.00	986.00	1.040	2.50	0.7162	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.7162	0.0000	0.0000	0.7162	
	3881.76	3881.76	1793.33	0.3094	0.0000	0.0000	0.3094	
20 SLU	637.00	0.00	0.00	1293.00	1.052	2.50	0.3799	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3799	0.0000	0.0000	0.3799	
	3928.02	3928.02	1793.33	0.1622	0.0000	0.0000	0.1622	
21 SLU	1201.00	0.00	0.00	986.00	1.040	2.50	0.7162	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.7162	0.0000	0.0000	0.7162	
	3881.76	3881.76	1793.33	0.3094	0.0000	0.0000	0.3094	
22 SLU	637.00	0.00	0.00	1293.00	1.052	2.50	0.3799	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3799	0.0000	0.0000	0.3799	
	3928.02	3928.02	1793.33	0.1622	0.0000	0.0000	0.1622	
23 SLU	637.00	0.00	0.00	1916.00	1.077	2.50	0.3799	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3799	0.0000	0.0000	0.3799	
	4021.90	4021.90	1793.33	0.1584	0.0000	0.0000	0.1584	
24 SLU	1037.00	0.00	0.00	950.00	1.038	2.50	0.6184	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.6184	0.0000	0.0000	0.6184	
	3876.33	3876.33	1793.33	0.2675	0.0000	0.0000	0.2675	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
25	1634.0	0.0	1865.0	5119.3	0.34	-68739.6	0.19	Ok
26	1514.0	0.0	2130.0	4789.5	0.32	63959.1	0.15	Ok
27	1635.0	0.0	1866.0	5122.4	0.34	-68785.2	0.19	Ok
28	1514.0	0.0	2130.0	4789.5	0.32	63959.1	0.15	Ok
29	1514.0	0.0	2130.0	4789.5	0.32	63959.1	0.15	Ok
30	1501.0	0.0	1935.0	4728.2	0.32	62871.7	0.16	Ok
31	1635.0	0.0	1866.0	5122.4	0.34	-68785.2	0.19	Ok
32	1489.0	0.0	1945.0	4693.3	0.31	62447.2	0.16	Ok
33	1634.0	0.0	1865.0	5119.3	0.34	-68739.6	0.19	Ok
34	1514.0	0.0	2130.0	4789.5	0.32	63959.1	0.15	Ok
35	1514.0	0.0	2130.0	4789.5	0.32	63959.1	0.15	Ok
36	1635.0	0.0	1866.0	5122.4	0.34	-68785.2	0.19	Ok

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

Valori limite:

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	07	03	005	C	73

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

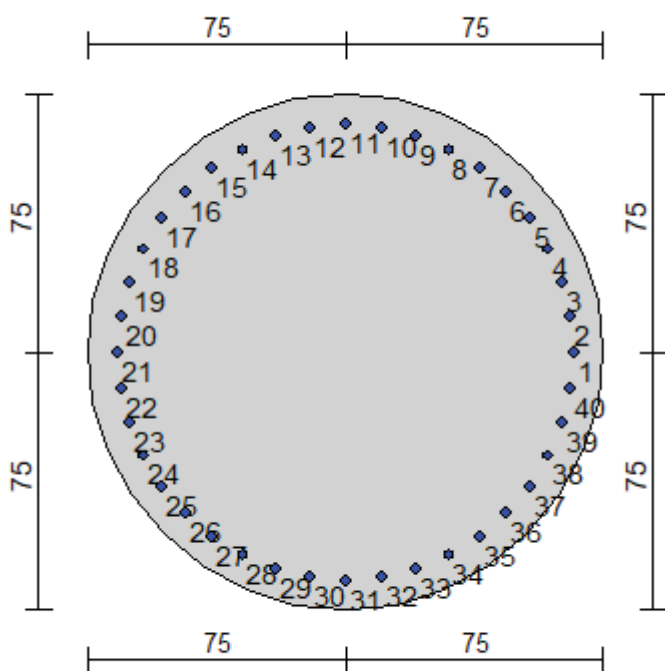
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
37	1315.0	0.0	2151.0	4195.5	0.37	0.04	0.15	Ok
38	1222.0	0.0	2202.0	3925.1	0.35	0.00	0.00	Ok
39	1315.0	0.0	2151.0	4195.5	0.37	0.04	0.15	Ok
40	1222.0	0.0	2202.0	3925.1	0.35	0.00	0.00	Ok
41	1315.0	0.0	2151.0	4195.5	0.37	0.04	0.15	Ok
42	1222.0	0.0	2202.0	3925.1	0.35	0.00	0.00	Ok
43	1315.0	0.0	2151.0	4195.5	0.37	0.04	0.15	Ok
44	1222.0	0.0	2202.0	3925.1	0.35	0.00	0.00	Ok
45	1315.0	0.0	2151.0	4195.5	0.37	0.04	0.15	Ok
46	1222.0	0.0	2202.0	3925.1	0.35	0.00	0.00	Ok
47	1315.0	0.0	2151.0	4195.5	0.37	0.04	0.15	Ok
48	1222.0	0.0	2202.0	3925.1	0.35	0.00	0.00	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	07	03	005	C	74

10.2 PILA 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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	75

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	6.16	no
2	140.5	85.4	6.16	no
3	138.1	95.5	6.16	no
4	134.1	105.1	6.16	no
5	128.6	114.0	6.16	no
6	121.9	121.9	6.16	no
7	114.0	128.6	6.16	no
8	105.1	134.1	6.16	no
9	95.5	138.1	6.16	no
10	85.4	140.5	6.16	no
11	75.0	141.3	6.16	no
12	64.6	140.5	6.16	no
13	54.5	138.1	6.16	no
14	44.9	134.1	6.16	no
15	36.0	128.6	6.16	no
16	28.1	121.9	6.16	no
17	21.4	114.0	6.16	no
18	15.9	105.1	6.16	no
19	11.9	95.5	6.16	no
20	9.5	85.4	6.16	no
21	8.7	75.0	6.16	no
22	9.5	64.6	6.16	no
23	11.9	54.5	6.16	no
24	15.9	44.9	6.16	no
25	21.4	36.0	6.16	no
26	28.1	28.1	6.16	no
27	36.0	21.4	6.16	no
28	44.9	15.9	6.16	no
29	54.5	11.9	6.16	no
30	64.6	9.5	6.16	no
31	75.0	8.7	6.16	no
32	85.4	9.5	6.16	no
33	95.5	11.9	6.16	no
34	105.1	15.9	6.16	no
35	114.0	21.4	6.16	no
36	121.9	28.1	6.16	no
37	128.6	36.0	6.16	no
38	134.1	44.9	6.16	no
39	138.1	54.5	6.16	no
40	140.5	64.6	6.16	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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	76

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²
 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

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 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_x e M_y:

asse N - (M_x = 0, M_y = 0) Nu = -9637.9 kN
 asse N + (M_x = 0, M_y = 0) Nu = 34412.1 kN
 asse M_x + (N = 0, M_y = 0) M_{xu} = 5325.8 kN m
 asse M_x - (N = 0, M_y = 0) M_{xu} = -5325.8 kN m
 asse M_y + (N = 0, M_x = 0) M_{yu} = 5325.8 kN m
 asse M_y - (N = 0, M_x = 0) M_{yu} = -5325.8 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu}, M_{yu} e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)
 Verifica con rapporto M_{xu}, M_{yu} assegnato (sigla tipo verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

Verifiche SLU (verifica Ok per S_d/S_u < 1)

Cmb	N	M _x	M _y	t.v.	Nu	M _{xu}	M _{yu}	ε cls	ε acciaio	S _d /S _u	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3533.0	1430.0	0.0	P	16530.1	6690.6	0.0	0.350	0.145	0.210	Ok
				M	31502.5	1428.6	0.0	0.287	0.096	0.110	Ok
				N	3533.0	6480.6	0.0	0.350	0.595	0.220	Ok
2	2959.0	358.0	0.0	P	27537.3	3331.6	0.0	0.350	0.017	0.110	Ok
				M	33707.7	356.8	0.0	0.232	0.162	0.090	Ok
				N	2959.0	6325.3	0.0	0.350	0.638	0.060	Ok
3	3451.0	798.0	0.0	P	22485.5	5199.5	0.0	0.350	0.051	0.150	Ok
				M	32805.4	796.7	0.0	0.257	0.131	0.110	Ok
				N	3451.0	6458.7	0.0	0.350	0.601	0.120	Ok
4	3726.0	358.0	0.0	P	28741.6	2761.5	0.0	0.335	0.038	0.130	Ok
				M	33707.7	356.8	0.0	0.232	0.162	0.110	Ok
				N	3726.0	6531.6	0.0	0.350	0.581	0.050	Ok
5	4094.0	366.0	0.0	P	29077.8	2599.5	0.0	0.330	0.044	0.140	Ok
				M	33691.4	364.8	0.0	0.232	0.161	0.120	Ok
				N	4094.0	6627.3	0.0	0.350	0.556	0.060	Ok
6	3763.0	868.0	0.0	P	22509.5	5192.2	0.0	0.350	0.051	0.170	Ok
				M	32661.9	866.5	0.0	0.261	0.127	0.120	Ok
				N	3763.0	6541.3	0.0	0.350	0.579	0.130	Ok
7	3533.0	1430.0	0.0	P	16530.1	6690.6	0.0	0.350	0.145	0.210	Ok
				M	31502.5	1428.6	0.0	0.287	0.096	0.110	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	77

				N	3533.0	6480.6	0.0	0.350	0.595	0.220	Ok
8	2912.0	225.0	0.0	P	29708.3	2295.5	0.0	0.320	0.056	0.100	Ok
				M	33977.9	223.8	0.0	0.223	0.173	0.090	Ok
				N	2912.0	6312.4	0.0	0.350	0.641	0.040	Ok
9	3284.0	1206.0	0.0	P	17606.0	6465.5	0.0	0.350	0.127	0.190	Ok
				M	31965.1	1204.6	0.0	0.277	0.108	0.100	Ok
				N	3284.0	6413.8	0.0	0.350	0.613	0.190	Ok
10	2912.0	225.0	0.0	P	29708.3	2295.5	0.0	0.320	0.056	0.100	Ok
				M	33977.9	223.8	0.0	0.223	0.173	0.090	Ok
				N	2912.0	6312.4	0.0	0.350	0.641	0.040	Ok
11	3533.0	1430.0	0.0	P	16530.1	6690.6	0.0	0.350	0.145	0.210	Ok
				M	31502.5	1428.6	0.0	0.287	0.096	0.110	Ok
				N	3533.0	6480.6	0.0	0.350	0.595	0.220	Ok
12	2912.0	225.0	0.0	P	29708.3	2295.5	0.0	0.320	0.056	0.100	Ok
				M	33977.9	223.8	0.0	0.223	0.173	0.090	Ok
				N	2912.0	6312.4	0.0	0.350	0.641	0.040	Ok
13	2597.0	2283.0	0.0	P	8326.8	7320.0	0.0	0.350	0.348	0.310	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.090	Ok
				N	2597.0	6225.1	0.0	0.350	0.666	0.370	Ok
14	1557.0	2283.0	0.0	P	4596.0	6739.1	0.0	0.350	0.525	0.340	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.050	Ok
				N	1557.0	5889.8	0.0	0.350	0.761	0.390	Ok
15	1496.0	5301.0	0.0	P	1673.1	5928.7	0.0	0.350	0.749	0.890	Ok
				M	22145.0	5302.1	0.0	0.350	0.056	0.070	Ok
				N	1496.0	5869.3	0.0	0.350	0.767	0.900	Ok
16	1557.0	2283.0	0.0	P	4596.0	6739.1	0.0	0.350	0.525	0.340	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.050	Ok
				N	1557.0	5889.8	0.0	0.350	0.761	0.390	Ok
17	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok
18	1496.0	5301.0	0.0	P	1673.1	5928.7	0.0	0.350	0.749	0.890	Ok
				M	22145.0	5302.1	0.0	0.350	0.056	0.070	Ok
				N	1496.0	5869.3	0.0	0.350	0.767	0.900	Ok
19	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok
20	2044.0	2283.0	0.0	P	6335.8	7076.7	0.0	0.350	0.432	0.320	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2044.0	6051.5	0.0	0.350	0.714	0.380	Ok
21	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok
22	2044.0	2283.0	0.0	P	6335.8	7076.7	0.0	0.350	0.432	0.320	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2044.0	6051.5	0.0	0.350	0.714	0.380	Ok
23	2044.0	2283.0	0.0	P	6335.8	7076.7	0.0	0.350	0.432	0.320	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2044.0	6051.5	0.0	0.350	0.714	0.380	Ok
24	1557.0	2283.0	0.0	P	4596.0	6739.1	0.0	0.350	0.525	0.340	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.050	Ok
				N	1557.0	5889.8	0.0	0.350	0.761	0.390	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	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
5	4094.0	366.0	0.0	M	33691.4	364.8	0.0	0.232	0.161	0.120	Ok
17	1197.0	5703.0	0.0	N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok

Verifiche taglio-torsione

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	07	03	005	C	78

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (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	241.00	0.00	0.00	3533.00	1.143	2.50	0.1436	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1436	0.0000	0.0000	0.1436	
	4268.94	4268.94	1793.33	0.0565	0.0000	0.0000	0.0565	
2 SLU	60.00	0.00	0.00	2959.00	1.119	2.50	0.0358	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0358	0.0000	0.0000	0.0358	
	4182.37	4182.37	1793.33	0.0143	0.0000	0.0000	0.0143	
3 SLU	135.00	0.00	0.00	3451.00	1.139	2.50	0.0804	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0804	0.0000	0.0000	0.0804	
	4256.57	4256.57	1793.33	0.0317	0.0000	0.0000	0.0317	
4 SLU	60.00	0.00	0.00	3726.00	1.150	2.50	0.0358	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0358	0.0000	0.0000	0.0358	
	4298.04	4298.04	1793.33	0.0140	0.0000	0.0000	0.0140	
5 SLU	62.00	0.00	0.00	4094.00	1.165	2.50	0.0369	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0369	0.0000	0.0000	0.0369	
	4353.54	4353.54	1793.33	0.0142	0.0000	0.0000	0.0142	
6 SLU	146.00	0.00	0.00	3763.00	1.152	2.50	0.0870	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0870	0.0000	0.0000	0.0870	
	4303.62	4303.62	1793.33	0.0339	0.0000	0.0000	0.0339	
7 SLU	241.00	0.00	0.00	3533.00	1.143	2.50	0.1436	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1436	0.0000	0.0000	0.1436	
	4268.94	4268.94	1793.33	0.0565	0.0000	0.0000	0.0565	
8 SLU	38.00	0.00	0.00	2912.00	1.118	2.50	0.0226	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0226	0.0000	0.0000	0.0226	
	4175.28	4175.28	1793.33	0.0091	0.0000	0.0000	0.0091	
9 SLU	203.00	0.00	0.00	3284.00	1.133	2.50	0.1210	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1210	0.0000	0.0000	0.1210	
	4231.38	4231.38	1793.33	0.0480	0.0000	0.0000	0.0480	
10 SLU	38.00	0.00	0.00	2912.00	1.118	2.50	0.0226	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0226	0.0000	0.0000	0.0226	
	4175.28	4175.28	1793.33	0.0091	0.0000	0.0000	0.0091	
11 SLU	241.00	0.00	0.00	3533.00	1.143	2.50	0.1436	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1436	0.0000	0.0000	0.1436	
	4268.94	4268.94	1793.33	0.0565	0.0000	0.0000	0.0565	
12 SLU	38.00	0.00	0.00	2912.00	1.118	2.50	0.0226	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0226	0.0000	0.0000	0.0226	
	4175.28	4175.28	1793.33	0.0091	0.0000	0.0000	0.0091	
13 SLU	385.00	0.00	0.00	2597.00	1.105	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4127.78	4127.78	1793.33	0.0933	0.0000	0.0000	0.0933	
14 SLU	385.00	0.00	0.00	1557.00	1.063	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	3970.94	3970.94	1793.33	0.0970	0.0000	0.0000	0.0970	
15 SLU	894.00	0.00	0.00	1496.00	1.060	2.50	0.5327	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5327	0.0000	0.0000	0.5327	
	3961.74	3961.74	1793.33	0.2257	0.0000	0.0000	0.2257	
16 SLU	385.00	0.00	0.00	1557.00	1.063	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	3970.94	3970.94	1793.33	0.0970	0.0000	0.0000	0.0970	

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	79

17 SLU	962.00	0.00	0.00	1197.00	1.048	2.50	0.5732	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5732	0.0000	0.0000	0.5732	
	3916.65	3916.65	1793.33	0.2456	0.0000	0.0000	0.2456	
18 SLU	894.00	0.00	0.00	1496.00	1.060	2.50	0.5327	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5327	0.0000	0.0000	0.5327	
	3961.74	3961.74	1793.33	0.2257	0.0000	0.0000	0.2257	
19 SLU	962.00	0.00	0.00	1197.00	1.048	2.50	0.5732	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5732	0.0000	0.0000	0.5732	
	3916.65	3916.65	1793.33	0.2456	0.0000	0.0000	0.2456	
20 SLU	385.00	0.00	0.00	2044.00	1.083	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4044.38	4044.38	1793.33	0.0952	0.0000	0.0000	0.0952	
21 SLU	962.00	0.00	0.00	1197.00	1.048	2.50	0.5732	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5732	0.0000	0.0000	0.5732	
	3916.65	3916.65	1793.33	0.2456	0.0000	0.0000	0.2456	
22 SLU	385.00	0.00	0.00	2044.00	1.083	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4044.38	4044.38	1793.33	0.0952	0.0000	0.0000	0.0952	
23 SLU	385.00	0.00	0.00	2044.00	1.083	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4044.38	4044.38	1793.33	0.0952	0.0000	0.0000	0.0952	
24 SLU	385.00	0.00	0.00	1557.00	1.063	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	3970.94	3970.94	1793.33	0.0970	0.0000	0.0000	0.0970	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
25	660.0	0.0	2569.0	2739.5	0.18	38418.5	0.01	Ok
26	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
27	508.0	0.0	2643.0	2410.5	0.16	34126.6	0.01	Ok
28	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
29	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
30	548.0	0.0	2632.0	2497.2	0.17	35267.4	0.01	Ok
31	660.0	0.0	2569.0	2739.5	0.18	38418.5	0.01	Ok
32	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
33	552.0	0.0	2659.0	2519.1	0.17	35579.7	0.01	Ok
34	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
35	660.0	0.0	2569.0	2739.5	0.18	38418.5	0.01	Ok
36	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	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: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
37	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
38	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
39	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
40	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok

LINEA PESCARA – BARI

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

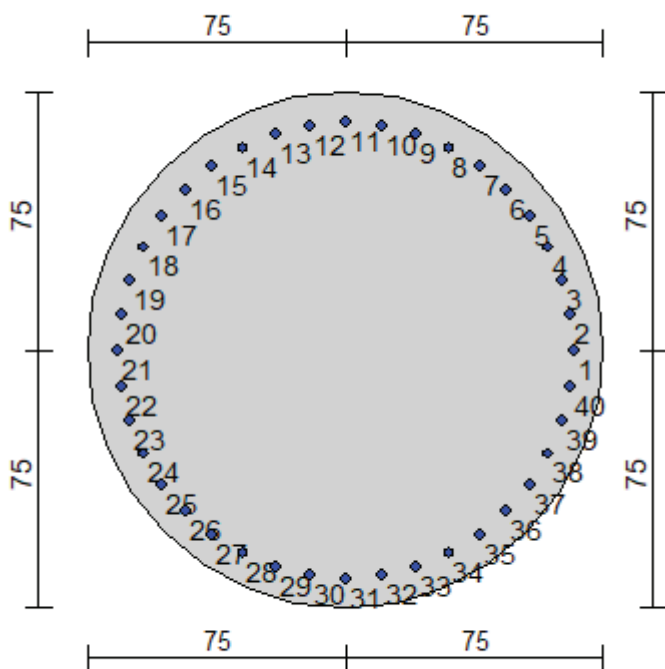
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	80

41	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
42	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
43	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
44	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
45	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
46	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
47	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
48	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	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	07	03	005	C	81

10.3 PILA 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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	82

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	6.16	no
2	140.5	85.4	6.16	no
3	138.1	95.5	6.16	no
4	134.1	105.1	6.16	no
5	128.6	114.0	6.16	no
6	121.9	121.9	6.16	no
7	114.0	128.6	6.16	no
8	105.1	134.1	6.16	no
9	95.5	138.1	6.16	no
10	85.4	140.5	6.16	no
11	75.0	141.3	6.16	no
12	64.6	140.5	6.16	no
13	54.5	138.1	6.16	no
14	44.9	134.1	6.16	no
15	36.0	128.6	6.16	no
16	28.1	121.9	6.16	no
17	21.4	114.0	6.16	no
18	15.9	105.1	6.16	no
19	11.9	95.5	6.16	no
20	9.5	85.4	6.16	no
21	8.7	75.0	6.16	no
22	9.5	64.6	6.16	no
23	11.9	54.5	6.16	no
24	15.9	44.9	6.16	no
25	21.4	36.0	6.16	no
26	28.1	28.1	6.16	no
27	36.0	21.4	6.16	no
28	44.9	15.9	6.16	no
29	54.5	11.9	6.16	no
30	64.6	9.5	6.16	no
31	75.0	8.7	6.16	no
32	85.4	9.5	6.16	no
33	95.5	11.9	6.16	no
34	105.1	15.9	6.16	no
35	114.0	21.4	6.16	no
36	121.9	28.1	6.16	no
37	128.6	36.0	6.16	no
38	134.1	44.9	6.16	no
39	138.1	54.5	6.16	no
40	140.5	64.6	6.16	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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	83

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²
 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

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 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_x e M_y:

asse N - (M_x = 0, M_y = 0) Nu = -9637.9 kN
 asse N + (M_x = 0, M_y = 0) Nu = 34412.1 kN
 asse M_x + (N = 0, M_y = 0) M_{xu} = 5325.8 kN m
 asse M_x - (N = 0, M_y = 0) M_{xu} = -5325.8 kN m
 asse M_y + (N = 0, M_x = 0) M_{yu} = 5325.8 kN m
 asse M_y - (N = 0, M_x = 0) M_{yu} = -5325.8 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu}, M_{yu} e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)
 Verifica con rapporto M_{xu}, M_{yu} assegnato (sigla tipo verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

Verifiche SLU (verifica Ok per S_d/S_u < 1)

Cmb	N	M _x	M _y	t.v.	Nu	M _{xu}	M _{yu}	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	S _d /S _u	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3533.0	1430.0	0.0	P	16530.1	6690.6	0.0	0.350	0.145	0.210	Ok
				M	31502.5	1428.6	0.0	0.287	0.096	0.110	Ok
				N	3533.0	6480.6	0.0	0.350	0.595	0.220	Ok
2	2959.0	358.0	0.0	P	27537.3	3331.6	0.0	0.350	0.017	0.110	Ok
				M	33707.7	356.8	0.0	0.232	0.162	0.090	Ok
				N	2959.0	6325.3	0.0	0.350	0.638	0.060	Ok
3	3451.0	798.0	0.0	P	22485.5	5199.5	0.0	0.350	0.051	0.150	Ok
				M	32805.4	796.7	0.0	0.257	0.131	0.110	Ok
				N	3451.0	6458.7	0.0	0.350	0.601	0.120	Ok
4	3726.0	358.0	0.0	P	28741.6	2761.5	0.0	0.335	0.038	0.130	Ok
				M	33707.7	356.8	0.0	0.232	0.162	0.110	Ok
				N	3726.0	6531.6	0.0	0.350	0.581	0.050	Ok
5	4094.0	366.0	0.0	P	29077.8	2599.5	0.0	0.330	0.044	0.140	Ok
				M	33691.4	364.8	0.0	0.232	0.161	0.120	Ok
				N	4094.0	6627.3	0.0	0.350	0.556	0.060	Ok
6	3763.0	868.0	0.0	P	22509.5	5192.2	0.0	0.350	0.051	0.170	Ok
				M	32661.9	866.5	0.0	0.261	0.127	0.120	Ok
				N	3763.0	6541.3	0.0	0.350	0.579	0.130	Ok
7	3533.0	1430.0	0.0	P	16530.1	6690.6	0.0	0.350	0.145	0.210	Ok
				M	31502.5	1428.6	0.0	0.287	0.096	0.110	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	84

				N	3533.0	6480.6	0.0	0.350	0.595	0.220	Ok
8	2912.0	225.0	0.0	P	29708.3	2295.5	0.0	0.320	0.056	0.100	Ok
				M	33977.9	223.8	0.0	0.223	0.173	0.090	Ok
				N	2912.0	6312.4	0.0	0.350	0.641	0.040	Ok
9	3284.0	1206.0	0.0	P	17606.0	6465.5	0.0	0.350	0.127	0.190	Ok
				M	31965.1	1204.6	0.0	0.277	0.108	0.100	Ok
				N	3284.0	6413.8	0.0	0.350	0.613	0.190	Ok
10	2912.0	225.0	0.0	P	29708.3	2295.5	0.0	0.320	0.056	0.100	Ok
				M	33977.9	223.8	0.0	0.223	0.173	0.090	Ok
				N	2912.0	6312.4	0.0	0.350	0.641	0.040	Ok
11	3533.0	1430.0	0.0	P	16530.1	6690.6	0.0	0.350	0.145	0.210	Ok
				M	31502.5	1428.6	0.0	0.287	0.096	0.110	Ok
				N	3533.0	6480.6	0.0	0.350	0.595	0.220	Ok
12	2912.0	225.0	0.0	P	29708.3	2295.5	0.0	0.320	0.056	0.100	Ok
				M	33977.9	223.8	0.0	0.223	0.173	0.090	Ok
				N	2912.0	6312.4	0.0	0.350	0.641	0.040	Ok
13	2597.0	2283.0	0.0	P	8326.8	7320.0	0.0	0.350	0.348	0.310	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.090	Ok
				N	2597.0	6225.1	0.0	0.350	0.666	0.370	Ok
14	1557.0	2283.0	0.0	P	4596.0	6739.1	0.0	0.350	0.525	0.340	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.050	Ok
				N	1557.0	5889.8	0.0	0.350	0.761	0.390	Ok
15	1496.0	5301.0	0.0	P	1673.1	5928.7	0.0	0.350	0.749	0.890	Ok
				M	22145.0	5302.1	0.0	0.350	0.056	0.070	Ok
				N	1496.0	5869.3	0.0	0.350	0.767	0.900	Ok
16	1557.0	2283.0	0.0	P	4596.0	6739.1	0.0	0.350	0.525	0.340	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.050	Ok
				N	1557.0	5889.8	0.0	0.350	0.761	0.390	Ok
17	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok
18	1496.0	5301.0	0.0	P	1673.1	5928.7	0.0	0.350	0.749	0.890	Ok
				M	22145.0	5302.1	0.0	0.350	0.056	0.070	Ok
				N	1496.0	5869.3	0.0	0.350	0.767	0.900	Ok
19	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok
20	2044.0	2283.0	0.0	P	6335.8	7076.7	0.0	0.350	0.432	0.320	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2044.0	6051.5	0.0	0.350	0.714	0.380	Ok
21	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok
22	2044.0	2283.0	0.0	P	6335.8	7076.7	0.0	0.350	0.432	0.320	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2044.0	6051.5	0.0	0.350	0.714	0.380	Ok
23	2044.0	2283.0	0.0	P	6335.8	7076.7	0.0	0.350	0.432	0.320	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2044.0	6051.5	0.0	0.350	0.714	0.380	Ok
24	1557.0	2283.0	0.0	P	4596.0	6739.1	0.0	0.350	0.525	0.340	Ok
				M	29737.2	2281.5	0.0	0.319	0.057	0.050	Ok
				N	1557.0	5889.8	0.0	0.350	0.761	0.390	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	1197.0	5703.0	0.0	P	1211.7	5773.0	0.0	0.350	0.795	0.990	Ok
5	4094.0	366.0	0.0	M	33691.4	364.8	0.0	0.232	0.161	0.120	Ok
17	1197.0	5703.0	0.0	N	1197.0	5768.0	0.0	0.350	0.797	0.990	Ok

Verifiche taglio-torsione

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	07	03	005	C	85

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (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	241.00	0.00	0.00	3533.00	1.143	2.50	0.1436	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1436	0.0000	0.0000	0.1436	
	4268.94	4268.94	1793.33	0.0565	0.0000	0.0000	0.0565	
2 SLU	60.00	0.00	0.00	2959.00	1.119	2.50	0.0358	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0358	0.0000	0.0000	0.0358	
	4182.37	4182.37	1793.33	0.0143	0.0000	0.0000	0.0143	
3 SLU	135.00	0.00	0.00	3451.00	1.139	2.50	0.0804	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0804	0.0000	0.0000	0.0804	
	4256.57	4256.57	1793.33	0.0317	0.0000	0.0000	0.0317	
4 SLU	60.00	0.00	0.00	3726.00	1.150	2.50	0.0358	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0358	0.0000	0.0000	0.0358	
	4298.04	4298.04	1793.33	0.0140	0.0000	0.0000	0.0140	
5 SLU	62.00	0.00	0.00	4094.00	1.165	2.50	0.0369	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0369	0.0000	0.0000	0.0369	
	4353.54	4353.54	1793.33	0.0142	0.0000	0.0000	0.0142	
6 SLU	146.00	0.00	0.00	3763.00	1.152	2.50	0.0870	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0870	0.0000	0.0000	0.0870	
	4303.62	4303.62	1793.33	0.0339	0.0000	0.0000	0.0339	
7 SLU	241.00	0.00	0.00	3533.00	1.143	2.50	0.1436	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1436	0.0000	0.0000	0.1436	
	4268.94	4268.94	1793.33	0.0565	0.0000	0.0000	0.0565	
8 SLU	38.00	0.00	0.00	2912.00	1.118	2.50	0.0226	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0226	0.0000	0.0000	0.0226	
	4175.28	4175.28	1793.33	0.0091	0.0000	0.0000	0.0091	
9 SLU	203.00	0.00	0.00	3284.00	1.133	2.50	0.1210	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1210	0.0000	0.0000	0.1210	
	4231.38	4231.38	1793.33	0.0480	0.0000	0.0000	0.0480	
10 SLU	38.00	0.00	0.00	2912.00	1.118	2.50	0.0226	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0226	0.0000	0.0000	0.0226	
	4175.28	4175.28	1793.33	0.0091	0.0000	0.0000	0.0091	
11 SLU	241.00	0.00	0.00	3533.00	1.143	2.50	0.1436	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.1436	0.0000	0.0000	0.1436	
	4268.94	4268.94	1793.33	0.0565	0.0000	0.0000	0.0565	
12 SLU	38.00	0.00	0.00	2912.00	1.118	2.50	0.0226	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.0226	0.0000	0.0000	0.0226	
	4175.28	4175.28	1793.33	0.0091	0.0000	0.0000	0.0091	
13 SLU	385.00	0.00	0.00	2597.00	1.105	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4127.78	4127.78	1793.33	0.0933	0.0000	0.0000	0.0933	
14 SLU	385.00	0.00	0.00	1557.00	1.063	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	3970.94	3970.94	1793.33	0.0970	0.0000	0.0000	0.0970	
15 SLU	894.00	0.00	0.00	1496.00	1.060	2.50	0.5327	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5327	0.0000	0.0000	0.5327	
	3961.74	3961.74	1793.33	0.2257	0.0000	0.0000	0.2257	
16 SLU	385.00	0.00	0.00	1557.00	1.063	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	3970.94	3970.94	1793.33	0.0970	0.0000	0.0000	0.0970	

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	86

17 SLU	962.00	0.00	0.00	1197.00	1.048	2.50	0.5732	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5732	0.0000	0.0000	0.5732	
	3916.65	3916.65	1793.33	0.2456	0.0000	0.0000	0.2456	
18 SLU	894.00	0.00	0.00	1496.00	1.060	2.50	0.5327	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5327	0.0000	0.0000	0.5327	
	3961.74	3961.74	1793.33	0.2257	0.0000	0.0000	0.2257	
19 SLU	962.00	0.00	0.00	1197.00	1.048	2.50	0.5732	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5732	0.0000	0.0000	0.5732	
	3916.65	3916.65	1793.33	0.2456	0.0000	0.0000	0.2456	
20 SLU	385.00	0.00	0.00	2044.00	1.083	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4044.38	4044.38	1793.33	0.0952	0.0000	0.0000	0.0952	
21 SLU	962.00	0.00	0.00	1197.00	1.048	2.50	0.5732	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.5732	0.0000	0.0000	0.5732	
	3916.65	3916.65	1793.33	0.2456	0.0000	0.0000	0.2456	
22 SLU	385.00	0.00	0.00	2044.00	1.083	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4044.38	4044.38	1793.33	0.0952	0.0000	0.0000	0.0952	
23 SLU	385.00	0.00	0.00	2044.00	1.083	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	4044.38	4044.38	1793.33	0.0952	0.0000	0.0000	0.0952	
24 SLU	385.00	0.00	0.00	1557.00	1.063	2.50	0.2294	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2294	0.0000	0.0000	0.2294	
	3970.94	3970.94	1793.33	0.0970	0.0000	0.0000	0.0970	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
25	660.0	0.0	2569.0	2739.5	0.18	38418.5	0.01	Ok
26	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
27	508.0	0.0	2643.0	2410.5	0.16	34126.6	0.01	Ok
28	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
29	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
30	548.0	0.0	2632.0	2497.2	0.17	35267.4	0.01	Ok
31	660.0	0.0	2569.0	2739.5	0.18	38418.5	0.01	Ok
32	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
33	552.0	0.0	2659.0	2519.1	0.17	35579.7	0.01	Ok
34	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	Ok
35	660.0	0.0	2569.0	2739.5	0.18	38418.5	0.01	Ok
36	167.0	0.0	2920.0	1757.5	0.12	25695.7	0.04	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: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
37	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
38	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
39	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
40	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok

LINEA PESCARA – BARI

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

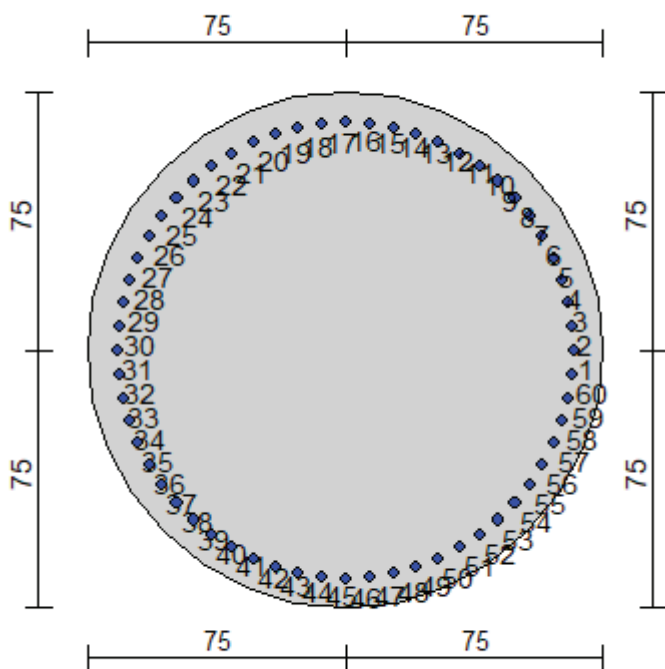
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	87

41	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
42	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
43	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
44	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
45	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
46	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	Ok
47	58.0	0.0	2841.0	1470.0	0.13	0.00	0.00	Ok
48	0.0	0.0	2880.0	1355.1	0.12	0.00	0.00	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	07	03	005	C	88

10.4 SPALLA 2



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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	89

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	140.9	81.9	7.07	no
3	139.9	88.8	7.07	no
4	138.1	95.5	7.07	no
5	135.6	102.0	7.07	no
6	132.4	108.2	7.07	no
7	128.6	114.0	7.07	no
8	124.3	119.4	7.07	no
9	119.4	124.3	7.07	no
10	114.0	128.6	7.07	no
11	108.2	132.4	7.07	no
12	102.0	135.6	7.07	no
13	95.5	138.1	7.07	no
14	88.8	139.9	7.07	no
15	81.9	140.9	7.07	no
16	75.0	141.3	7.07	no
17	68.1	140.9	7.07	no
18	61.2	139.9	7.07	no
19	54.5	138.1	7.07	no
20	48.0	135.6	7.07	no
21	41.8	132.4	7.07	no
22	36.0	128.6	7.07	no
23	30.6	124.3	7.07	no
24	25.7	119.4	7.07	no
25	21.4	114.0	7.07	no
26	17.6	108.2	7.07	no
27	14.4	102.0	7.07	no
28	11.9	95.5	7.07	no
29	10.1	88.8	7.07	no
30	9.1	81.9	7.07	no
31	8.7	75.0	7.07	no
32	9.1	68.1	7.07	no
33	10.1	61.2	7.07	no
34	11.9	54.5	7.07	no
35	14.4	48.0	7.07	no
36	17.6	41.8	7.07	no
37	21.4	36.0	7.07	no
38	25.7	30.6	7.07	no
39	30.6	25.7	7.07	no
40	36.0	21.4	7.07	no
41	41.8	17.6	7.07	no
42	48.0	14.4	7.07	no
43	54.5	11.9	7.07	no
44	61.2	10.1	7.07	no
45	68.1	9.1	7.07	no
46	75.0	8.7	7.07	no
47	81.9	9.1	7.07	no
48	88.8	10.1	7.07	no
49	95.5	11.9	7.07	no
50	102.0	14.4	7.07	no
51	108.2	17.6	7.07	no
52	114.0	21.4	7.07	no
53	119.4	25.7	7.07	no
54	124.3	30.6	7.07	no
55	128.6	36.0	7.07	no
56	132.4	41.8	7.07	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		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	07	03	005	C	90

57	135.6	48.0	7.07	no
58	138.1	54.5	7.07	no
59	139.9	61.2	7.07	no
60	140.9	68.1	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

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm²

f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

$f_{cd} = 141.10$ daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

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

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

$f_{yd} = 3913$ daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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, Mx e My:

asse N - ($M_x = 0$, $M_y = 0$)	$N_u = -16595.8$ kN
asse N + ($M_x = 0$, $M_y = 0$)	$N_u = 41370.0$ kN
asse Mx + ($N = 0$, $M_y = 0$)	$M_{xu} = 8591.9$ kN m
asse Mx - ($N = 0$, $M_y = 0$)	$M_{xu} = -8591.9$ kN m
asse My + ($N = 0$, $M_x = 0$)	$M_{yu} = 8591.9$ kN m
asse My - ($N = 0$, $M_x = 0$)	$M_{yu} = -8591.9$ kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con N_u costante (sigla tipo verifica: N)

Verifiche SLU (verifica Ok per $S_d/S_u < 1$)

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	1871.0	5053.0	0.0	P	3509.1	9477.0	0.0	0.350	0.514	0.530	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	91

				M	30797.2	5052.0	0.0	0.350	0.001	0.060	Ok
				N	1871.0	9109.3	0.0	0.350	0.597	0.550	Ok
2	1652.0	3001.0	0.0	P	5391.2	9793.6	0.0	0.350	0.436	0.310	Ok
				M	35270.4	2999.1	0.0	0.316	0.061	0.050	Ok
				N	1652.0	9052.4	0.0	0.350	0.610	0.330	Ok
3	1826.0	5089.0	0.0	P	3392.3	9454.1	0.0	0.350	0.520	0.540	Ok
				M	30709.3	5087.8	0.0	0.350	0.000	0.060	Ok
				N	1826.0	9097.7	0.0	0.350	0.600	0.560	Ok
4	1652.0	3001.0	0.0	P	5391.2	9793.6	0.0	0.350	0.436	0.310	Ok
				M	35270.4	2999.1	0.0	0.316	0.061	0.050	Ok
				N	1652.0	9052.4	0.0	0.350	0.610	0.330	Ok
5	2229.0	4337.0	0.0	P	5005.4	9739.2	0.0	0.350	0.451	0.450	Ok
				M	32506.7	4333.4	0.0	0.350	0.020	0.070	Ok
				N	2229.0	9194.2	0.0	0.350	0.578	0.470	Ok
6	1024.0	4058.0	0.0	P	2325.6	9216.2	0.0	0.350	0.573	0.440	Ok
				M	33087.2	4056.1	0.0	0.344	0.028	0.030	Ok
				N	1024.0	8887.1	0.0	0.350	0.647	0.460	Ok
7	1371.0	5916.0	0.0	P	2125.2	9170.5	0.0	0.350	0.583	0.650	Ok
				M	28549.2	5915.9	0.0	0.350	0.024	0.050	Ok
				N	1371.0	8978.8	0.0	0.350	0.626	0.660	Ok
8	1609.0	2952.0	0.0	P	5333.7	9785.6	0.0	0.350	0.438	0.300	Ok
				M	35371.2	2950.2	0.0	0.315	0.063	0.050	Ok
				N	1609.0	9041.2	0.0	0.350	0.612	0.330	Ok
9	1871.0	5053.0	0.0	P	3509.1	9477.0	0.0	0.350	0.514	0.530	Ok
				M	30797.2	5052.0	0.0	0.350	0.001	0.060	Ok
				N	1871.0	9109.3	0.0	0.350	0.597	0.550	Ok
10	1652.0	3001.0	0.0	P	5391.2	9793.6	0.0	0.350	0.436	0.310	Ok
				M	35270.4	2999.1	0.0	0.316	0.061	0.050	Ok
				N	1652.0	9052.4	0.0	0.350	0.610	0.330	Ok
11	1371.0	5916.0	0.0	P	2125.2	9170.5	0.0	0.350	0.583	0.650	Ok
				M	28549.2	5915.9	0.0	0.350	0.024	0.050	Ok
				N	1371.0	8978.8	0.0	0.350	0.626	0.660	Ok
12	1206.0	3925.0	0.0	P	2869.4	9338.7	0.0	0.350	0.545	0.420	Ok
				M	33361.8	3923.2	0.0	0.340	0.032	0.040	Ok
				N	1206.0	8935.3	0.0	0.350	0.636	0.440	Ok
13	1358.0	4329.0	0.0	P	2934.0	9353.1	0.0	0.350	0.542	0.460	Ok
				M	32524.8	4325.6	0.0	0.350	0.020	0.040	Ok
				N	1358.0	8975.4	0.0	0.350	0.627	0.480	Ok
14	845.0	4329.0	0.0	P	1773.1	9084.0	0.0	0.350	0.603	0.480	Ok
				M	32524.8	4325.6	0.0	0.350	0.020	0.030	Ok
				N	845.0	8839.4	0.0	0.350	0.658	0.490	Ok
15	727.0	6170.0	0.0	P	1047.9	8893.4	0.0	0.350	0.646	0.690	Ok
				M	27841.4	6170.1	0.0	0.350	0.032	0.030	Ok
				N	727.0	8807.9	0.0	0.350	0.666	0.700	Ok
16	845.0	4329.0	0.0	P	1773.1	9084.0	0.0	0.350	0.603	0.480	Ok
				M	32524.8	4325.6	0.0	0.350	0.020	0.030	Ok
				N	845.0	8839.4	0.0	0.350	0.658	0.490	Ok
17	100.0	8273.0	0.0	P	104.2	8624.1	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
				M	20901.2	8273.4	0.0	0.350	0.115	0.000	Ok
				N	100.0	8622.8	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
18	574.0	6170.0	0.0	P	821.8	8833.2	0.0	0.350	0.660	0.700	Ok
				M	27841.4	6170.1	0.0	0.350	0.032	0.020	Ok
				N	574.0	8766.3	0.0	0.350	0.675	0.700	Ok
19	100.0	8273.0	0.0	P	104.2	8624.1	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
				M	20901.2	8273.4	0.0	0.350	0.115	0.000	Ok
				N	100.0	8622.8	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
20	845.0	4329.0	0.0	P	1773.1	9084.0	0.0	0.350	0.603	0.480	Ok
				M	32524.8	4325.6	0.0	0.350	0.020	0.030	Ok
				N	845.0	8839.4	0.0	0.350	0.658	0.490	Ok
21	100.0	8273.0	0.0	P	104.2	8624.1	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
				M	20901.2	8273.4	0.0	0.350	0.115	0.000	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	92

				N	100.0	8622.8	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
22	845.0	4329.0	0.0	P	1773.1	9084.0	0.0	0.350	0.603	0.480	Ok
				M	32524.8	4325.6	0.0	0.350	0.020	0.030	Ok
				N	845.0	8839.4	0.0	0.350	0.658	0.490	Ok
23	1358.0	4329.0	0.0	P	2934.0	9353.1	0.0	0.350	0.542	0.460	Ok
				M	32524.8	4325.6	0.0	0.350	0.020	0.040	Ok
				N	1358.0	8975.4	0.0	0.350	0.627	0.480	Ok
24	574.0	6170.0	0.0	P	821.8	8833.2	0.0	0.350	0.660	0.700	Ok
				M	27841.4	6170.1	0.0	0.350	0.032	0.020	Ok
				N	574.0	8766.3	0.0	0.350	0.675	0.700	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	100.0	8273.0	0.0	P	104.2	8624.1	0.0	0.350	0.707	0.960	Ok
5	2229.0	4337.0	0.0	M	32506.7	4333.4	0.0	0.350	0.020	0.070	Ok
17	100.0	8273.0	0.0	N	100.0	8622.8	0.0	0.350	0.707	0.960	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)

VRsd_x, VRsd_y, TRsd, resistenze acciaio

VRcd_x, VRcd_y, TRcd, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsd _x	VRsd _y	TRsd	Vx/VRsd _x	Vy/VRsd _y	T/TRsd	Verif acc	
	VRcd _x	VRcd _y	TRcd	Vx/VRcd _x	Vy/VRcd _y	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	852.00	0.00	0.00	1871.00	1.076	2.50	0.5081	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5081	0.0000	0.0000	0.5081	
	4015.11	4015.11	1793.33	0.2122	0.0000	0.0000	0.2122	
2 SLU	506.00	0.00	0.00	1652.00	1.067	2.50	0.3018	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3018	0.0000	0.0000	0.3018	
	3982.11	3982.11	1793.33	0.1271	0.0000	0.0000	0.1271	
3 SLU	858.00	0.00	0.00	1826.00	1.074	2.50	0.5117	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5117	0.0000	0.0000	0.5117	
	4008.33	4008.33	1793.33	0.2141	0.0000	0.0000	0.2141	
4 SLU	506.00	0.00	0.00	1652.00	1.067	2.50	0.3018	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3018	0.0000	0.0000	0.3018	
	3982.11	3982.11	1793.33	0.1271	0.0000	0.0000	0.1271	
5 SLU	731.00	0.00	0.00	2229.00	1.090	2.50	0.4359	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4359	0.0000	0.0000	0.4359	
	4069.06	4069.06	1793.33	0.1796	0.0000	0.0000	0.1796	
6 SLU	684.00	0.00	0.00	1024.00	1.041	2.50	0.4079	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4079	0.0000	0.0000	0.4079	
	3887.48	3887.48	1793.33	0.1759	0.0000	0.0000	0.1759	
7 SLU	998.00	0.00	0.00	1371.00	1.055	2.50	0.5952	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5952	0.0000	0.0000	0.5952	
	3939.77	3939.77	1793.33	0.2533	0.0000	0.0000	0.2533	
8 SLU	498.00	0.00	0.00	1609.00	1.065	2.50	0.2970	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.2970	0.0000	0.0000	0.2970	
	3975.63	3975.63	1793.33	0.1253	0.0000	0.0000	0.1253	
9 SLU	852.00	0.00	0.00	1871.00	1.076	2.50	0.5081	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5081	0.0000	0.0000	0.5081	
	4015.11	4015.11	1793.33	0.2122	0.0000	0.0000	0.2122	
10 SLU	506.00	0.00	0.00	1652.00	1.067	2.50	0.3018	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3018	0.0000	0.0000	0.3018	

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	07	03	005	C	93

	3982.11	3982.11	1793.33	0.1271	0.0000	0.0000	0.1271	
11 SLU	998.00	0.00	0.00	1371.00	1.055	2.50	0.5952	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.5952	0.0000	0.0000	0.5952	
	3939.77	3939.77	1793.33	0.2533	0.0000	0.0000	0.2533	
12 SLU	662.00	0.00	0.00	1206.00	1.049	2.50	0.3948	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3948	0.0000	0.0000	0.3948	
	3914.91	3914.91	1793.33	0.1691	0.0000	0.0000	0.1691	
13 SLU	730.00	0.00	0.00	1358.00	1.055	2.50	0.4353	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4353	0.0000	0.0000	0.4353	
	3937.81	3937.81	1793.33	0.1854	0.0000	0.0000	0.1854	
14 SLU	730.00	0.00	0.00	845.00	1.034	2.50	0.4353	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4353	0.0000	0.0000	0.4353	
	3860.51	3860.51	1793.33	0.1891	0.0000	0.0000	0.1891	
15 SLU	1041.00	0.00	0.00	727.00	1.029	2.50	0.6208	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.6208	0.0000	0.0000	0.6208	
	3842.73	3842.73	1793.33	0.2709	0.0000	0.0000	0.2709	
16 SLU	730.00	0.00	0.00	845.00	1.034	2.50	0.4353	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4353	0.0000	0.0000	0.4353	
	3860.51	3860.51	1793.33	0.1891	0.0000	0.0000	0.1891	
17 SLU	1395.00	0.00	0.00	100.00	1.004	2.50	0.8319	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8319	0.0000	0.0000	0.8319	
	3748.25	3748.25	1793.33	0.3722	0.0000	0.0000	0.3722	
18 SLU	1041.00	0.00	0.00	574.00	1.023	2.50	0.6208	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.6208	0.0000	0.0000	0.6208	
	3819.67	3819.67	1793.33	0.2725	0.0000	0.0000	0.2725	
19 SLU	1395.00	0.00	0.00	100.00	1.004	2.50	0.8319	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8319	0.0000	0.0000	0.8319	
	3748.25	3748.25	1793.33	0.3722	0.0000	0.0000	0.3722	
20 SLU	730.00	0.00	0.00	845.00	1.034	2.50	0.4353	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4353	0.0000	0.0000	0.4353	
	3860.51	3860.51	1793.33	0.1891	0.0000	0.0000	0.1891	
21 SLU	1395.00	0.00	0.00	100.00	1.004	2.50	0.8319	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8319	0.0000	0.0000	0.8319	
	3748.25	3748.25	1793.33	0.3722	0.0000	0.0000	0.3722	
22 SLU	730.00	0.00	0.00	845.00	1.034	2.50	0.4353	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4353	0.0000	0.0000	0.4353	
	3860.51	3860.51	1793.33	0.1891	0.0000	0.0000	0.1891	
23 SLU	730.00	0.00	0.00	1358.00	1.055	2.50	0.4353	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.4353	0.0000	0.0000	0.4353	
	3937.81	3937.81	1793.33	0.1854	0.0000	0.0000	0.1854	
24 SLU	1041.00	0.00	0.00	574.00	1.023	2.50	0.6208	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.6208	0.0000	0.0000	0.6208	
	3819.67	3819.67	1793.33	0.2725	0.0000	0.0000	0.2725	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
25	2467.0	0.0	1265.0	6796.0	0.45	-123698.7	0.34	Ok
26	1847.0	0.0	1710.0	5234.7	0.35	-75314.3	0.21	Ok
27	2494.0	0.0	1249.0	6863.9	0.46	-125756.4	0.35	Ok
28	1847.0	0.0	1710.0	5234.7	0.35	-75314.3	0.21	Ok
29	1847.0	0.0	1710.0	5234.7	0.35	-75314.3	0.21	Ok
30	2371.0	0.0	1241.0	6536.9	0.44	-118291.3	0.33	Ok
31	2685.0	0.0	1051.0	7324.5	0.49	-142379.6	0.40	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	07	03	005	C	94

32	1847.0	0.0	1710.0	5234.7	0.35	-75314.3	0.21	Ok
33	2494.0	0.0	1249.0	6863.9	0.46	-125756.4	0.35	Ok
34	1847.0	0.0	1710.0	5234.7	0.35	-75314.3	0.21	Ok
35	2685.0	0.0	1051.0	7324.5	0.49	-142379.6	0.40	Ok
36	2249.0	0.0	1401.0	6246.7	0.42	-106984.6	0.30	Ok

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

Valori limite:

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

Fessure: $W_k L = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k / W_{kL} < 1$)

Cmb n.	Mx kN m	My kN m	N kN	σ_c kN/mq	σ_c / σ_{cL}	Wk mm	Wk/WkL	Ver
37	1595.0	0.0	1758.0	4568.3	0.41	0.06	0.21	Ok
38	1455.0	0.0	1845.0	4206.8	0.38	0.05	0.17	Ok
39	1595.0	0.0	1758.0	4568.3	0.41	0.06	0.21	Ok
40	1455.0	0.0	1845.0	4206.8	0.38	0.05	0.17	Ok
41	1595.0	0.0	1758.0	4568.3	0.41	0.06	0.21	Ok
42	1455.0	0.0	1845.0	4206.8	0.38	0.05	0.17	Ok
43	1595.0	0.0	1758.0	4568.3	0.41	0.06	0.21	Ok
44	1455.0	0.0	1845.0	4206.8	0.38	0.05	0.17	Ok
45	1595.0	0.0	1758.0	4568.3	0.41	0.06	0.21	Ok
46	1455.0	0.0	1845.0	4206.8	0.38	0.05	0.17	Ok
47	1595.0	0.0	1758.0	4568.3	0.41	0.06	0.21	Ok
48	1455.0	0.0	1845.0	4206.8	0.38	0.05	0.17	Ok

10.5 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI

Pila	Lunghezza pali	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
Spalla 1	37m	50Φ30	Φ12/15cm
01	33m	40Φ28	Φ12/15cm
02	33m	40Φ28	Φ12/15cm
Spalla 2	39m	60Φ30	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	07	03	005	C	95

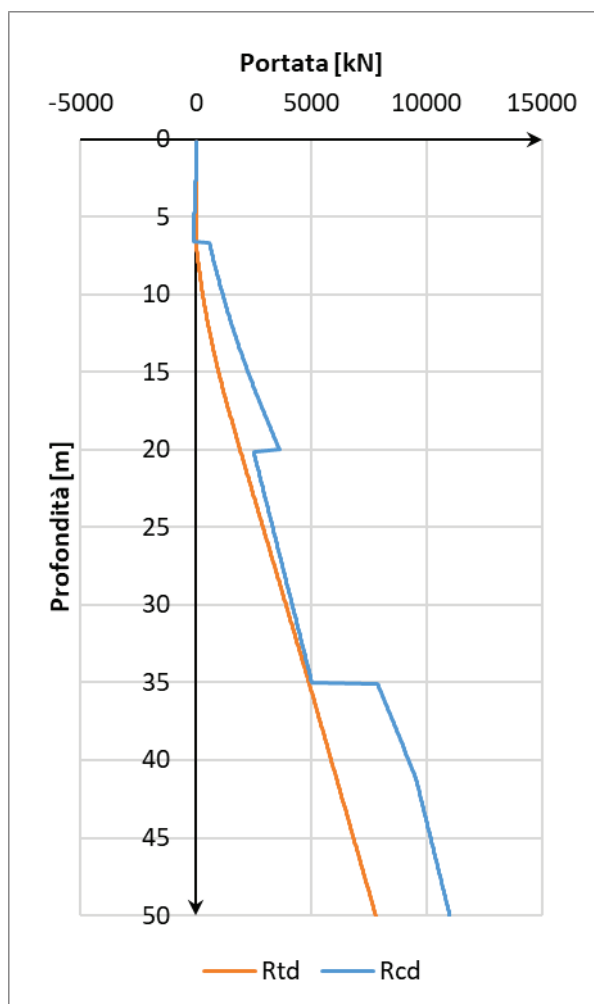
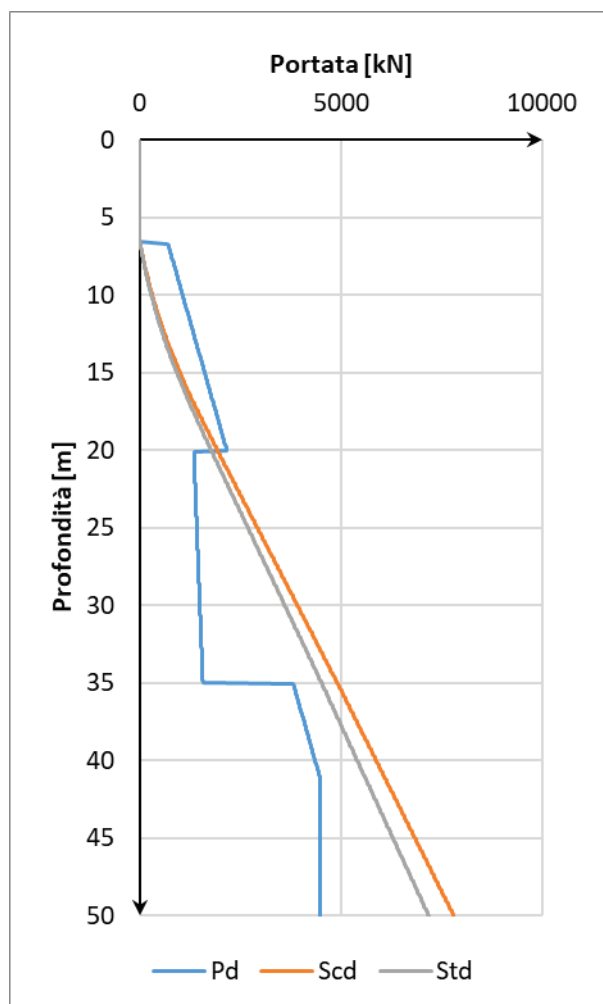
11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE

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

Le curve di capacità portante sono valutate in presenza del fenomeno di liquefazione.



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	0.0	0.0	0.0	-26.5	26.5
4.5	0.0	0.0	0.0	-53.0	53.0

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	07	03	005	C	96

5.5	0.0	0.0	0.0	-79.5	79.5
6.5	0.0	0.0	0.0	-106.0	106.0
7.5	784.8	68.2	62.8	720.5	195.3
8.5	894.5	154.7	142.3	890.2	301.3
9.5	1004.3	252.3	232.2	1071.1	417.7
10.5	1114.0	361.2	332.3	1263.2	544.4
11.5	1223.7	481.4	442.9	1466.5	681.4
12.5	1333.4	612.7	563.7	1681.1	828.8
13.5	1443.2	755.3	694.9	1906.9	986.4
14.5	1552.9	909.1	836.4	2143.9	1154.4
15.5	1662.6	1074.1	988.2	2392.1	1332.8
16.5	1772.3	1250.4	1150.3	2651.6	1521.4
17.5	1882.1	1437.8	1322.8	2922.3	1720.4
18.5	1991.8	1630.7	1500.2	3198.3	1924.3
19.5	2101.5	1823.5	1677.6	3474.4	2128.2
20.5	1344.8	2019.3	1857.8	2568.9	2653.0
21.5	1359.8	2218.2	2040.7	2738.6	2880.1
22.5	1374.8	2417.1	2223.7	2908.3	3107.3
23.5	1389.8	2615.9	2406.6	3078.0	3334.4
24.5	1404.8	2814.8	2589.6	3247.7	3561.5
25.5	1419.8	3013.6	2772.5	3417.4	3788.7
26.5	1434.9	3212.5	2955.5	3587.1	4015.8
27.5	1449.9	3411.4	3138.4	3756.8	4242.9
28.5	1464.9	3610.2	3321.4	3926.5	4470.0
29.5	1479.9	3809.1	3504.4	4096.2	4697.2
30.5	1494.9	4007.9	3687.3	4265.9	4924.3
31.5	1509.9	4206.8	3870.3	4435.5	5151.4
32.5	1524.9	4405.7	4053.2	4605.2	5378.6
33.5	1540.0	4604.5	4236.2	4774.9	5605.7
34.5	1555.0	4803.4	4419.1	4944.6	5832.8
35.5	3857.1	4999.2	4599.3	7981.6	5474.0
36.5	3966.8	5192.1	4776.7	8257.7	5677.9
37.5	4076.6	5384.9	4954.1	8533.7	5881.9
38.5	4186.3	5577.7	5131.5	8809.8	6085.8
39.5	4296.0	5770.6	5308.9	9085.8	6289.7
40.5	4405.7	5963.4	5486.3	9361.9	6493.6
41.5	4466.0	6156.2	5663.7	9588.4	6697.5
42.5	4466.0	6349.1	5841.1	9754.8	6901.4
43.5	4466.0	6541.9	6018.6	9921.1	7105.3
44.5	4466.0	6734.7	6196.0	10087.4	7309.3
45.5	4466.0	6927.6	6373.4	10253.8	7513.2

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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	07	03	005	C	97

46.5	4466.0	7120.4	6550.8	10420.1	7717.1
47.5	4466.0	7313.2	6728.2	10586.4	7921.0
48.5	4466.0	7506.1	6905.6	10752.7	8124.9
49.5	4466.0	7698.9	7083.0	10919.1	8328.8