

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

VI14 – PONTE DA KM 21+901,50 E 22+026,50

Relazione di calcolo Pali di fondazione

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

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

Il Direttore Tecnico

(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

firma

Data

Data

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	V I 1 4 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: LI0B02EZZCLVI1403005C.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	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	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 $R_{ck} > 30$ 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	14
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali	14
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati	15
7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE	18
7.1 SPALLA 1	18
7.2 PALIFICATE PILA 01-04	19
7.3 SPALLA 2	20
8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE	22
8.1 SPALLA 1	23
8.2 PALIFICATE PILA 01-04	25
8.3 SPALLA 2	27
9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE	29
9.1 PALIFICATE SPALLA 1	29
9.2 PALIFICATE PILA 01-04	34
9.3 PALIFICATA SPALLA 2	39
10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE	44
10.1 SPALLA 1	53
10.2 PALIFICATE PILA 01-04	60
10.3 SPALLA 2	67
10.4 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI	74
11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE	74
11.1 STRATIGRAFIA 1 (SPALLE)	74
11.2 STRATIGRAFIA 1 (PILE)	77

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	14	03	005	C	2

Relazione di calcolo Pali di fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	3

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l’ottimizzazione delle lunghezze e delle armature dei pali delle fondazioni che sostengono la campata in c.a.p. da 25 m del viadotto ferroviario denominato VI14, previsto tra le progressive chilometriche 21+901.50 e 22+026.50

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 125m è a doppio binario composto da 5 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.

Le fondazioni delle pile sono del tipo indiretto, costituite da plinti in c.a. di forma rettangolare con dimensioni in pianta 12x12 m ed altezza 2,5 m, su palificate formate da 9 pali trivellati di diametro 1.50 m, disposti secondo maglia quadrata ad interasse, nelle due direzioni, pari a 4.50 m. La fondazione della spalla 1 è anche essa rettangolare ma presenta 12 pali disposti ad interasse pari a 4.50 m gli uni dagli altri. La fondazione della spalla 2 è anche essa rettangolare ma presenta 8 pali disposti ad interasse pari a 4.50 m gli uni dagli altri.

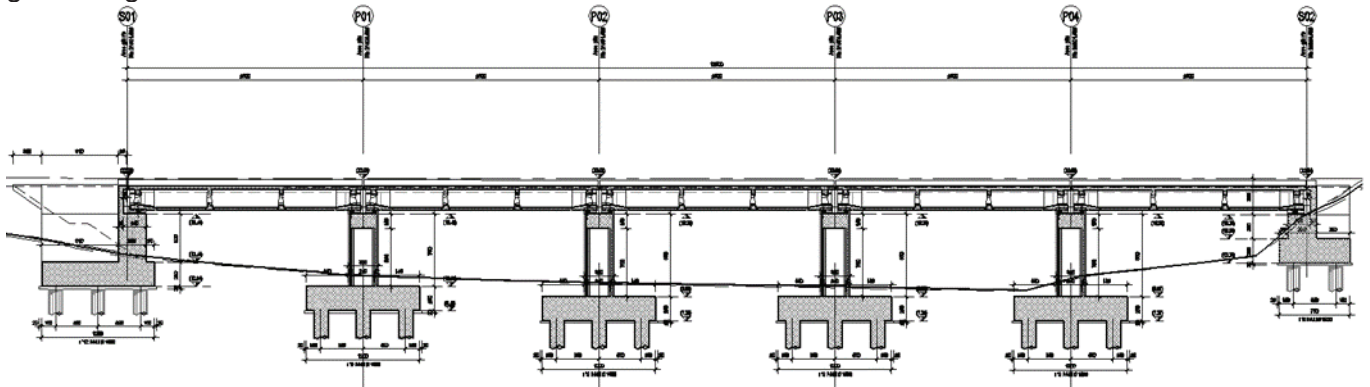


Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame

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

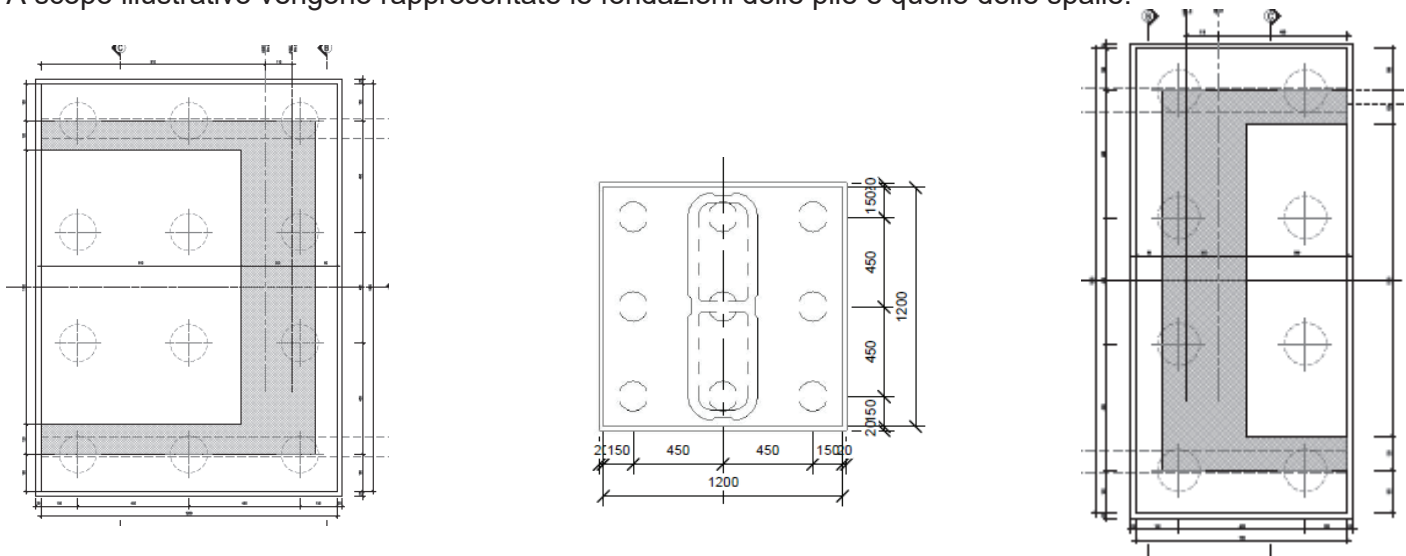


Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle

MANDATARIA 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	14	03	005	C	4

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

Tabella 1. Descrizione delle opere.

WBS	PILE	Tipologia	H	Altezza di calcolo	Stratigrafia
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[-]
VI14	Spalla 1	mobile	5.00	5.00	1
	P01	c.a.p. 25m	7.00	8.00	1
	P02	c.a.p. 25m	7.50	8.00	1
	P03	c.a.p. 25m	8.00	8.00	1
	P04	c.a.p. 25m	8.00	8.00	1
	Spalla 2	fissa	2.50	2.50	1

In particolare, viene di seguito riportate un prospetto che rappresenta le azioni considerate e quindi i raggruppamenti effettuati per le varie pile in considerazione anche degli impalcato che sostengono:

PILA n°	Tipologia di calcolo fondazioni
1	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=8,00m
2	
3	
4	

Si fa presente che le spalle avranno azioni proprie.

 		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	14	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	14	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	14	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 		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	14	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 – Stratigrafia 1

Unità geotecnica	Profondità [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	cu [kPa]	qb lim [kPa]	qs lim [kPa]	Nq*	Eo [MPa]
CGC1g	Da 0.0 a 6.0	19	39	-	5800	125	26	250
CGC2	Da 6.0 a 9.0	20	-	150	$9 \cdot cu + \sigma_v$	100		300
CGC1g	Da 9.0 a 19.0	19	38	-	5800	115	23	550
SSR	Da 19.0 a 30.0	19.5	35	-	5800	80	15	700

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

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

Resistenza	Simbolo	Trivellato
	γ_R	R3
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, a quota testa palo per le pile ed a 5m da piano campagna per le spalle
- 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	14	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):

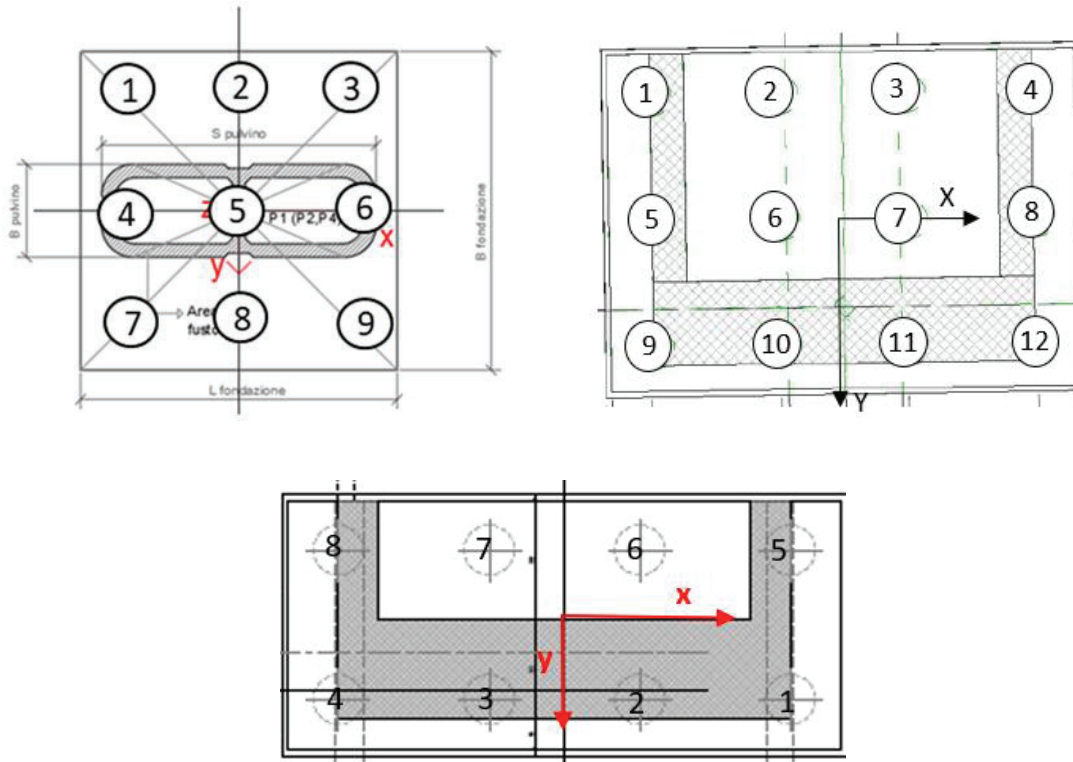


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle pile e delle spalle con indicazione della numerazione dei pali

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							
		Fz [kN]	Fx [kN]	My [kN]	Fy [kNm]	Mx [kNm]	Mz [kNm]	M [kNm]	H [kN]
Nvert Max	SLU6	67051	517	-6214	11771	83524	-2159	83755	11782
Nvert Min	SLU24	42863	-351	3817	8036	40173	1475	40354	8043
Vtrasv Max	SLU3	64369	972	-11052	11771	72257	-4067	73098	11811
Vtrasv Min	SLU24	42863	-351	3817	8036	40173	1475	40354	8043
Mtrasv Max	SLU6	58324	-351	3817	11567	45217	1475	45378	11573
Mtrasv Min	SLU24	48782	444	-11251	8589	69514	-1850	70419	8600
Vlong Max	SLU11	64369	972	-11052	11771	72257	-4067	73098	11811
Vlong Min	SLU20	43173	0	0	7964	40895	-7	40895	7964
Mlong Max	SLU2	67051	517	-6214	11771	83524	-2159	83755	11782
Mlong Min	SLU22	42863	-351	3817	8036	40173	1475	40354	8043
Mtorc Max	SLU2	58324	-351	3817	11567	45217	1475	45378	11573

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	14	03	005	C	10

Mtorc Min	SLU15	48909	972	-11052	8589	70044	-4067	70911	8644
Nvert Max	SLV5	49797	3975	-20915	10708	57913	-2940	61574	11422
Nvert Min	SLV6	36548	3975	-20915	10708	48115	-2940	52464	11422
Vtrasv Max	SLV3	45160	13249	-69717	10708	54484	-9799	88481	17035
Vtrasv Min	SLV6	36548	3975	-20915	10708	48115	-2940	52464	11422
Mtrasv Max	SLV1	45160	3975	-20915	20436	97638	-2940	99853	20819
Mtrasv Min	SLV6	41185	13249	-69717	10708	51544	-9799	86702	17035
Vlong Max	SLV1	45160	3975	-20915	20436	97638	-2940	99853	20819
Vlong Min	SLV6	36548	3975	-20915	10708	48115	-2940	52464	11422
Mlong Max	SLV1	45160	3975	-20915	20436	97638	-2940	99853	20819
Mlong Min	SLV4	36548	3975	-20915	10708	48115	-2940	52464	11422
Mtorc Max	SLV5	49797	3975	-20915	10708	57913	-2940	61574	11422
Mtorc Min	SLV4	41185	13249	-69717	10708	51544	-9799	86702	17035
Nvert Max	RA1	47397	479	-5682	7911	59807	-2002	60076	7925
Nvert Min	RA12	42966	-234	2545	7463	37569	983	37655	7466
Vtrasv Max	RA3	47188	665	-7600	7911	58926	-2784	59414	7939
Vtrasv Min	RA12	42966	-234	2545	7463	37569	983	37655	7466
Mtrasv Max	RA1	42966	-234	2545	7463	37569	983	37655	7466
Mtrasv Min	RA12	45534	301	-7855	7414	47955	-1270	48594	7420
Vlong Max	RA11	47188	665	-7600	7911	58926	-2784	59414	7939
Vlong Min	RA8	47397	479	-5682	7364	55383	-2021	55674	7380
Mlong Max	RA12	47397	479	-5682	7911	59807	-2002	60076	7925
Mlong Min	RA6	42966	-234	2545	7463	37569	983	37655	7466
Mtorc Max	RA12	42966	-234	2545	7463	37569	983	37655	7466
Mtorc Min	RA3	47188	665	-7600	7911	58926	-2784	59414	7939
Nvert Max	FR1	46341	359	-4261	7568	53485	-1501	53655	7576
Nvert Min	FR12	43018	-176	1909	7144	36099	737	36149	7147
Vtrasv Max	FR3	46184	499	-5700	7568	52824	-2088	53131	7584
Vtrasv Min	FR12	43018	-176	1909	7144	36099	737	36149	7147
Mtrasv Max	FR1	43018	-176	1909	7232	36807	737	36856	7234
Mtrasv Min	FR12	44944	226	-5891	7108	43888	-952	44282	7111
Vlong Max	FR11	46184	499	-5700	7568	52824	-2088	53131	7584
Vlong Min	FR8	46341	359	-4261	7071	49459	-1516	49643	7080
Mlong Max	FR12	46341	359	-4261	7568	53485	-1501	53655	7576
Mlong Min	FR6	43018	-176	1909	7144	36099	737	36149	7147
Mtorc Max	FR12	43018	-176	1909	7232	36807	737	36856	7234
Mtorc Min	FR3	46184	499	-5700	7480	52116	-2088	52427	7497
Nvert Max	QP1	43173	0	0	6539	34519	0	34519	6539
Nvert Min	QP12	43173	0	0	6190	31688	0	31688	6190
Vtrasv Max	QP1	43173	0	0	6539	34519	0	34519	6539
Vtrasv Min	QP12	43173	0	0	6190	31688	0	31688	6190
Mtrasv Max	QP1	43173	0	0	6539	34519	0	34519	6539
Mtrasv Min	QP12	43173	0	0	6190	31688	0	31688	6190
Vlong Max	QP1	43173	0	0	6539	34519	0	34519	6539
Vlong Min	QP12	43173	0	0	6190	31688	0	31688	6190
Mlong Max	QP1	43173	0	0	6539	34519	0	34519	6539
Mlong Min	QP12	43173	0	0	6190	31688	0	31688	6190
Mtorc Max	QP1	43173	0	0	6539	34519	0	34519	6539
Mtorc Min	QP12	43173	0	0	6190	31688	0	31688	6190

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	14	03	005	C	11

Tabella 4. Azioni intradosso per pila di altezza H=8.0m – Pila 01-04

Combinazione		Azioni							
		Fz [kN]	Fx [kN]	My [kNm]	Fy [kN]	Mx [kNm]	Mz [kNm]	M [kNm]	H [kN]
Nvert Max	SLU7	45991	654	-21089	2838	30718	4586	37260	2913
Nvert Min	SLU22	27943	-702	9741	175	1940	0	9932	724
Vtrasv Max	SLU24	34178	1182	-16738	1435	21699	-303	27405	1859
Vtrasv Min	SLU2	34510	-702	9741	175	1940	0	9932	724
Mtrasv Max	SLU4	39083	-702	9741	236	2619	0	10087	741
Mtrasv Min	SLU6	45471	1182	-28086	1430	15534	1758	32095	1855
Vlong Max	SLU7	45991	654	-21089	2838	30718	4586	37260	2913
Vlong Min	SLU22	27943	-702	9741	175	1940	0	9932	724
Mlong Max	SLU9	45443	728	-10457	2372	32238	477	33892	2481
Mlong Min	SLU22	27943	-702	9741	175	1940	0	9932	724
Mtorc Max	SLU7	45991	654	-21089	2838	30718	4586	37260	2913
Mtorc Min	SLU24	34178	1182	-16738	1435	21699	-303	27405	1859
Nvert Max	SLV5	34599	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Nvert Min	SLV72	22525	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Vtrasv Max	SLV15	30373	9704	-69649	3590	28132	0	75116	10347
Vtrasv Min	SLV72	22525	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Mtrasv Max	SLV25	30373	2911	-20895	11516	88793	0	91219	11879
Mtrasv Min	SLV15	30373	9704	-69649	3590	28132	0	75116	10347
Vlong Max	SLV25	30373	2911	-20895	11516	88793	0	91219	11879
Vlong Min	SLV71	26787	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Mlong Max	SLV25	30373	2911	-20895	11516	88793	0	91219	11879
Mlong Min	SLV71	26787	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Mtorc Max	SLV71	26787	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Mtorc Min	SLV72	22525	2911	-20895	3590	28132	0	35043	4622
Nvert Max	RA1	32644	257	-11903	1973	21360	3424	24453	1990
Nvert Min	RA10	28150	-468	6494	175	1940	0	6778	500
Vtrasv Max	RA3	32363	806	-11378	1439	19883	7	22908	1649
Vtrasv Min	RA2	28150	-468	6494	175	1940	0	6778	500
Mtrasv Max	RA2	28150	-468	6494	175	1940	0	6778	500
Mtrasv Min	RA6	32285	525	-15339	1439	15603	2351	21879	1532
Vlong Max	RA1	32644	257	-11903	1973	21360	3424	24453	1990
Vlong Min	RA2	28150	-468	6494	175	1940	0	6778	500
Mlong Max	RA9	32265	338	-5011	1648	22367	190	22921	1682
Mlong Min	RA2	28150	-468	6494	175	1940	0	6778	500
Mtorc Max	RA1	32644	257	-11903	1973	21360	3424	24453	1990
Mtorc Min	RA12	32305	423	-6246	1373	19358	-14	20341	1437
Nvert Max	FR1	31623	193	-8927	1523	16505	2568	18765	1536
Nvert Min	FR10	28253	-351	4871	131	1455	0	5083	375
Vtrasv Max	FR3	31413	604	-8534	1123	15397	5	17604	1275
Vtrasv Min	FR2	28253	-351	4871	131	1455	0	5083	375
Mtrasv Max	FR2	28253	-351	4871	175	1940	0	5243	392
Mtrasv Min	FR6	31354	394	-11504	1079	11702	1764	16410	1149
Vlong Max	FR1	31623	193	-8927	1523	16505	2568	18765	1536
Vlong Min	FR2	28253	-351	4871	131	1455	0	5083	375
Mlong Max	FR9	31339	254	-3758	1280	17260	142	17665	1305
Mlong Min	FR2	28253	-351	4871	131	1455	0	5083	375

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	14	03	005	C	12

Mtorc Max	FR1	31623	193	-8927	1523	16505	2568	18765	1536
Mtorc Min	FR12	31369	317	-4685	1030	14519	-10	15256	1078
Nvert Max	QP1	28562	0	0	175	1940	0	1940	175
Nvert Min	QP12	28562	0	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	28562	0	0	175	1940	0	1940	175
Vtrasv Min	QP12	28562	0	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	28562	0	0	175	1940	0	1940	175
Mtrasv Min	QP12	28562	0	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	28562	0	0	175	1940	0	1940	175
Vlong Min	QP12	28562	0	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	28562	0	0	175	1940	0	1940	175
Mlong Min	QP12	28562	0	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	28562	0	0	175	1940	0	1940	175
Mtorc Min	QP12	28562	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 5. Azioni intradosso per Spalla 2

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	38244	824	-7481	8505	47748	-1193	48330	8545
Nvert Min	SLU24	22999	-351	2939	5049	20622	685	20831	5061
Vtrasv Max	SLU3	35688	972	-8472	8565	43099	-1360	43924	8620
Vtrasv Min	SLU24	22999	-351	2939	5049	20622	685	20831	5061
Mtrasv Max	SLU6	29949	-351	2939	7304	24849	685	25022	7313
Mtrasv Min	SLU24	28561	444	-9425	6834	41469	1624	42527	6849
Vlong Max	SLU7	33046	327	-8029	9973	45834	4327	46532	9978
Vlong Min	SLU20	23308	0	0	4977	20826	-7	20826	4977
Mlong Max	SLU2	38244	824	-7481	8505	47748	-1193	48330	8545
Mlong Min	SLU22	22999	-351	2939	5049	20622	685	20831	5061
Mtorc Max	SLU7	33046	327	-8029	9973	45834	4327	46532	9978
Mtorc Min	SLU15	28738	972	-8472	6658	40830	-1360	41700	6729
Nvert Max	SLV5	27137	2297	-9022	6893	31320	-1858	32593	7266
Nvert Min	SLV6	19479	2297	-9022	6893	25125	-1858	26696	7266
Vtrasv Max	SLV3	24457	7658	-30072	6893	29152	-6194	41883	10304
Vtrasv Min	SLV6	19479	2297	-9022	6893	25125	-1858	26696	7266
Mtrasv Max	SLV1	24457	2297	-9022	13674	54241	-1858	54986	13866
Mtrasv Min	SLV6	22159	7658	-30072	6893	27293	-6194	40611	10304
Vlong Max	SLV1	24457	2297	-9022	13674	54241	-1858	54986	13866
Vlong Min	SLV6	19479	2297	-9022	6893	25125	-1858	26696	7266
Mlong Max	SLV1	24457	2297	-9022	13674	54241	-1858	54986	13866
Mlong Min	SLV4	19479	2297	-9022	6893	25125	-1858	26696	7266
Mtorc Max	SLV5	27137	2297	-9022	6893	31320	-1858	32593	7266
Mtorc Min	SLV4	22159	7658	-30072	6893	27293	-6194	40611	10304
Nvert Max	RA1	27175	564	-5095	6159	35660	-647	36022	6184
Nvert Min	RA12	23102	-234	1960	4611	19050	456	19151	4617
Vtrasv Max	RA3	26986	665	-5771	6225	35661	-713	36125	6260
Vtrasv Min	RA12	23102	-234	1960	4611	19050	456	19151	4617
Mtrasv Max	RA3	23102	-234	1960	4611	19050	456	19151	4617
Mtrasv Min	RA12	25276	301	-6311	5922	30630	2139	31274	5929
Vlong Max	RA7	25227	269	-5926	6709	34946	2894	35445	6715

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	14	03	005	C	13

Vlong Min	RA12	23102	-234	1960	4611	19050	456	19151	4617
Mlong Max	RA12	26986	665	-5771	6225	35661	-713	36125	6260
Mlong Min	RA6	23102	-234	1960	4611	19050	456	19151	4617
Mtorc Max	RA7	25227	269	-5926	6709	34946	2894	35445	6715
Mtorc Min	RA3	26986	665	-5771	6225	35661	-713	36125	6260
Nvert Max	FR1	26208	423	-3821	5616	31113	-486	31346	5632
Nvert Min	FR12	23153	-176	1470	4368	18166	342	18225	4371
Vtrasv Max	FR3	26066	499	-4328	5665	31113	-535	31413	5687
Vtrasv Min	FR12	23153	-176	1470	4368	18166	342	18225	4371
Mtrasv Max	FR3	23153	-176	1470	4455	18655	342	18713	4458
Mtrasv Min	FR12	24784	226	-4734	5351	26851	1604	27265	5355
Vlong Max	FR7	24747	202	-4445	6029	30577	2171	30899	6032
Vlong Min	FR12	23153	-176	1470	4368	18166	342	18225	4371
Mlong Max	FR12	26066	499	-4328	5665	31113	-535	31413	5687
Mlong Min	FR6	23153	-176	1470	4368	18166	342	18225	4371
Mtorc Max	FR7	24747	202	-4445	6029	30577	2171	30899	6032
Mtorc Min	FR3	26066	499	-4328	5578	30624	-535	30928	5600
Nvert Max	QP1	23308	0	0	3987	17470	0	17470	3987
Nvert Min	QP12	23308	0	0	3638	15512	0	15512	3638
Vtrasv Max	QP1	23308	0	0	3987	17470	0	17470	3987
Vtrasv Min	QP12	23308	0	0	3638	15512	0	15512	3638
Mtrasv Max	QP1	23308	0	0	3987	17470	0	17470	3987
Mtrasv Min	QP12	23308	0	0	3638	15512	0	15512	3638
Vlong Max	QP1	23308	0	0	3987	17470	0	17470	3987
Vlong Min	QP12	23308	0	0	3638	15512	0	15512	3638
Mlong Max	QP1	23308	0	0	3987	17470	0	17470	3987
Mlong Min	QP12	23308	0	0	3638	15512	0	15512	3638
Mtorc Max	QP1	23308	0	0	3987	17470	0	17470	3987
Mtorc Min	QP12	23308	0	0	3638	15512	0	15512	3638

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	14	03	005	C	14

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	14	03	005	C	15

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

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

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	14	03	005	C	16

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	14	03	005	C	17

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

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

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

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

(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:

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

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

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	14	03	005	C	18

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

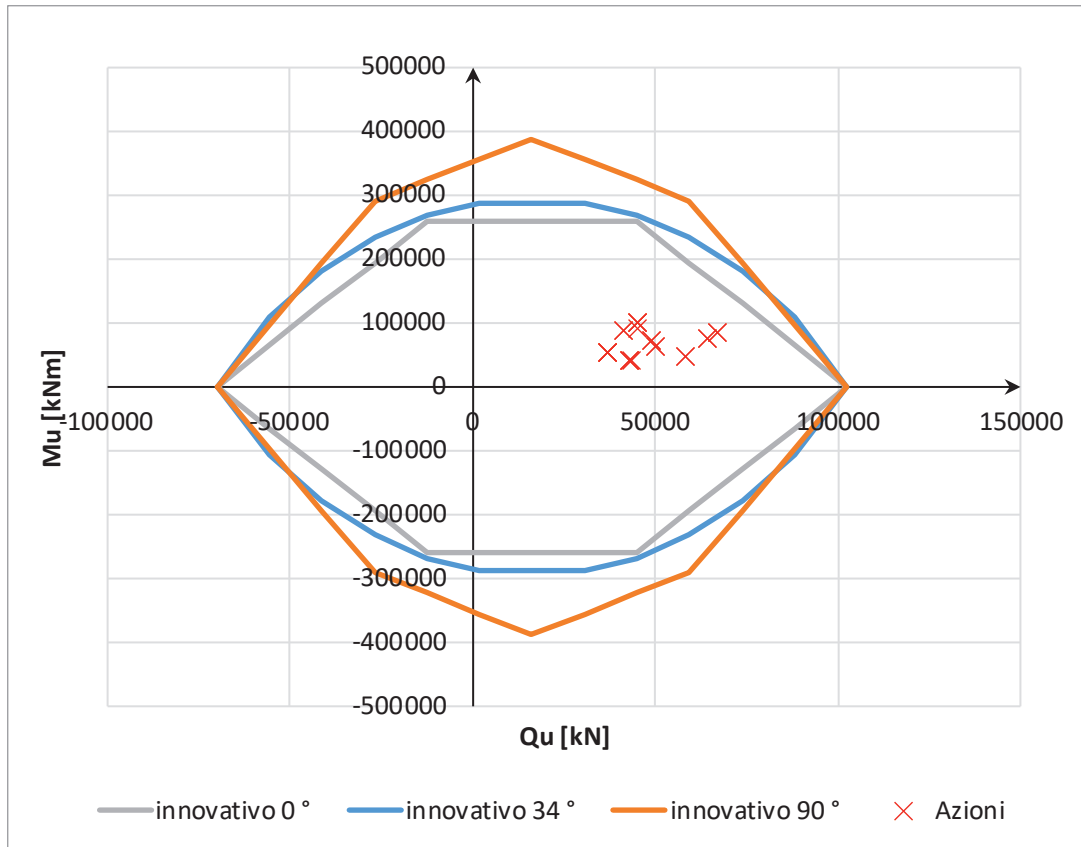
Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 6. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
$[m]$	$[kN]$	$[kN]$
28.0	8545	5830

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	19



7.2 PALIFICATE PILA 01-04

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.

L _p	Resistenze	
	R _{c,d}	R _{tr,d}
[m]	[kN]	[kN]
22.0	6309	4254

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	20

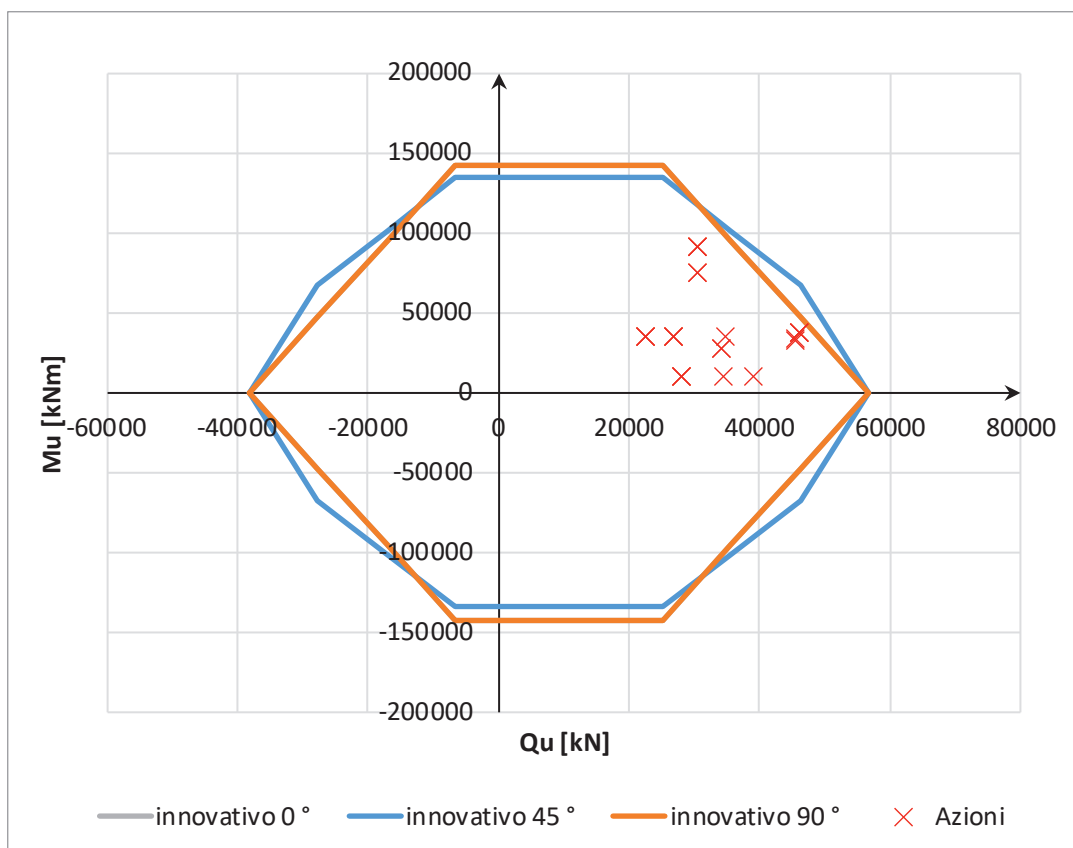


Figura 4. Domini di collasso.

7.3 SPALLA 2

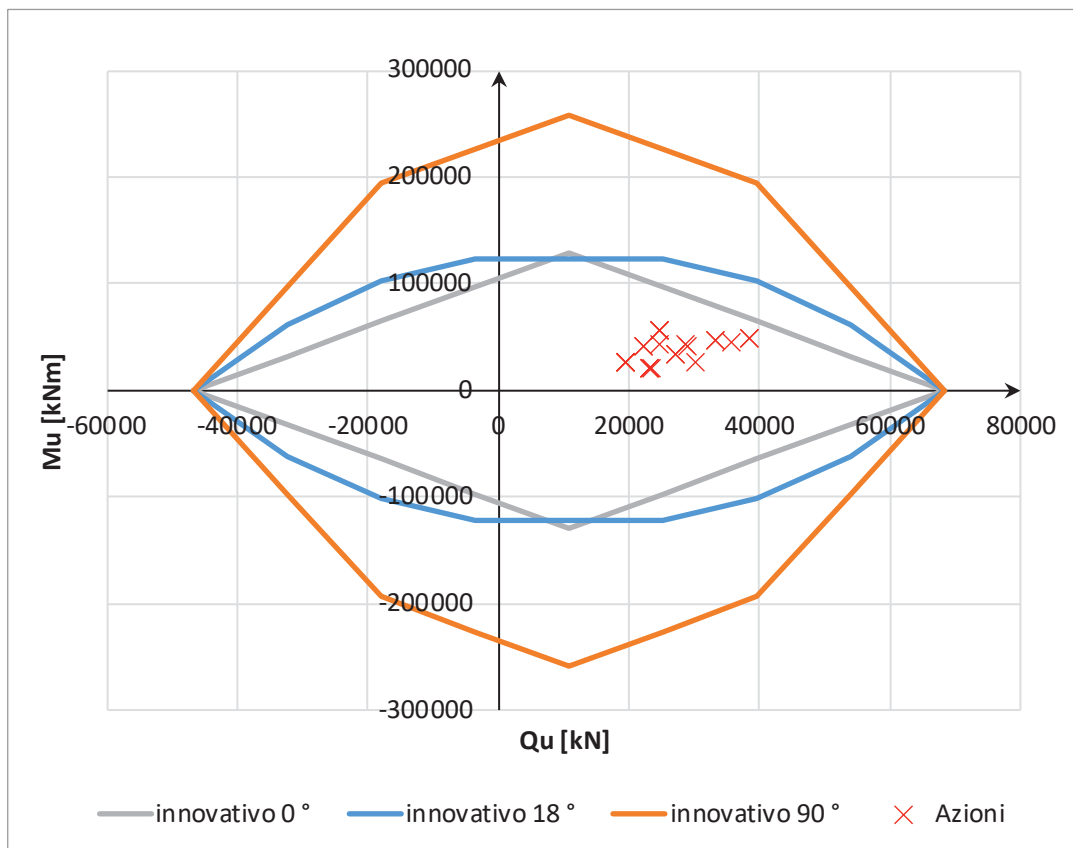
Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 8. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
28.0	8545	5830

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	21



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 14 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).

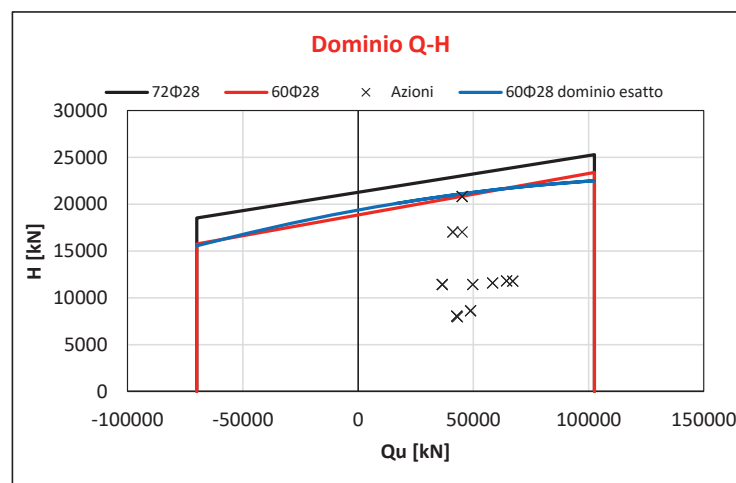
Il calcolo della resistenza orizzontale limite del terreno è stato effettuato considerando le reali successioni di strati di terreno a partire dalla quota testa palo che presenta un affondamento di 2.5m da piano campagna. Utilizzando la teoria di Broms non è possibile tenere conto del sovrappeso dato 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 01, in linea blu il dominio valutato combinando i valori esatti di M_y con la funzione parabolica e per confronto il dominio trapezio ottenuto applicando la soluzione approssimata di Di Laora et al. (2021). 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	11289	6483
Di Laora et al. (2020)	11973	6609



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	14	03	005	C	23

8.1 SPALLA 1

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (60Φ28):

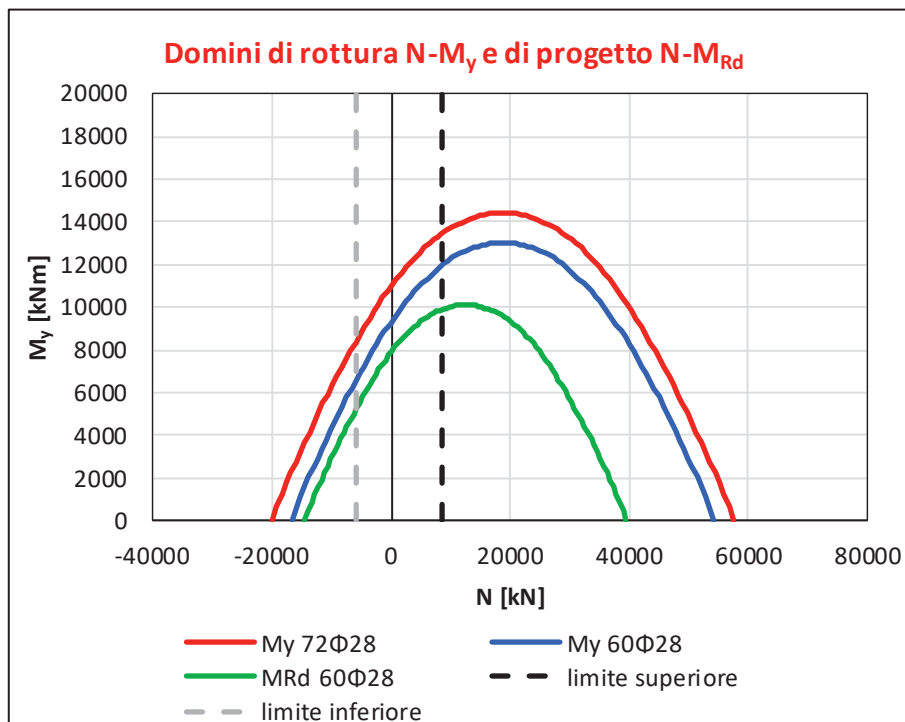


Figura 5. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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

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

Casi di calcolo				
Armatura	L_p	R_d	M_{Rd}	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
60Φ28	28.0	8545	11973	2167
		-5830	6609	1458

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 14 03			PROGR 005	REV C

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

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
102540	0
102540	23403
-69962	15749
-69962	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:

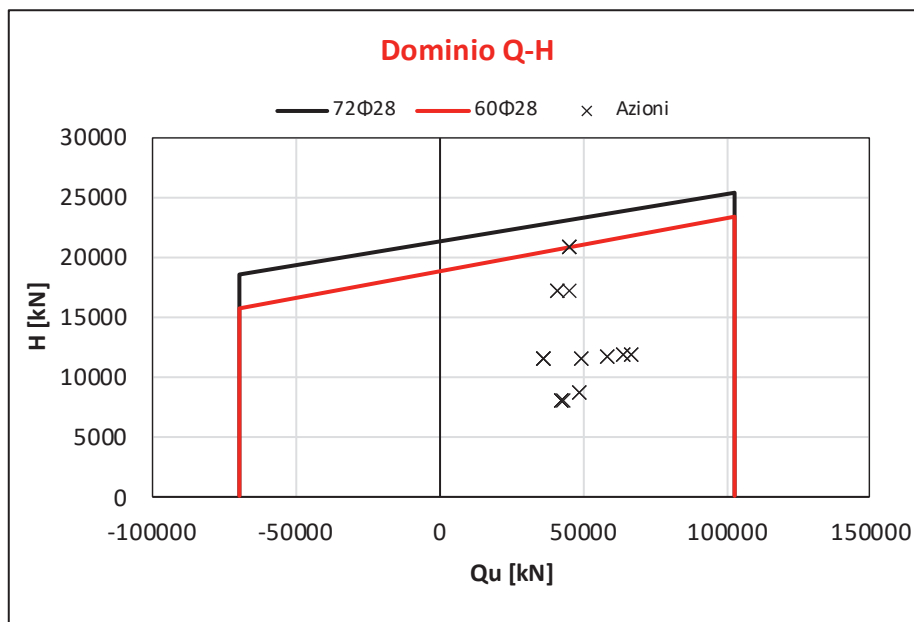


Figura 6. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

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 14 03			PROGR 005	REV C

8.2 PALIFICATE PILA 01-04

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (50 Φ 26):

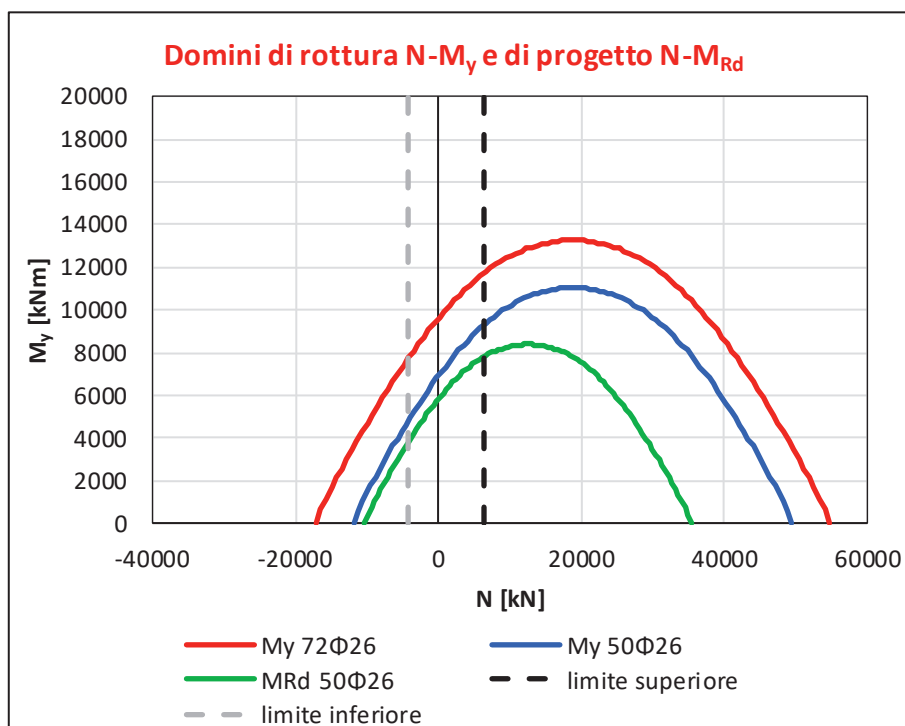


Figura 7. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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]
50 Φ 26	22.0	6309	9297	1831
		-4254	4806	1179

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 14 03			PROGR 005

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

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
56781	0
56781	14828
-38287	9551
-38287	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:

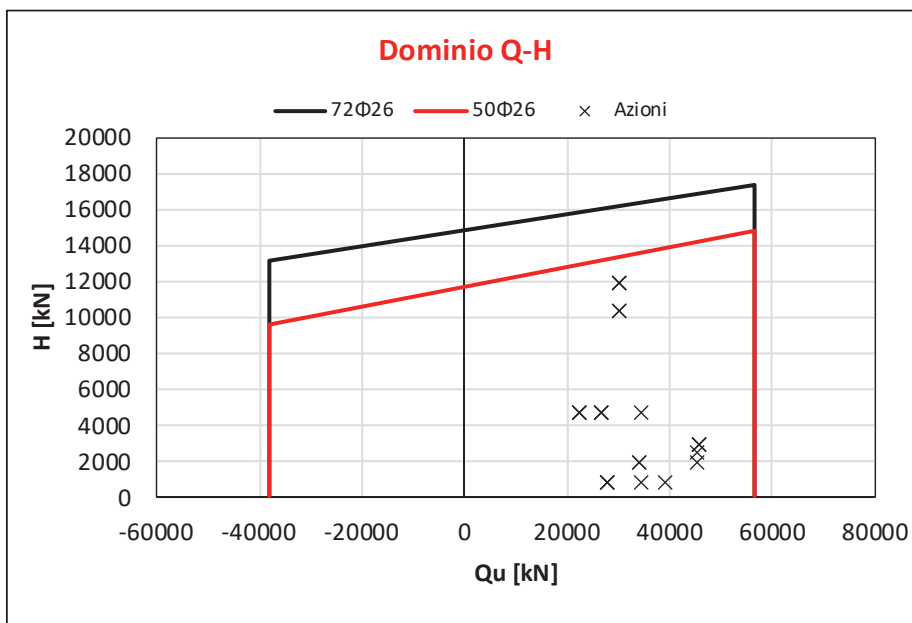


Figura 8. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armature 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	14	03	005	C	27

8.3 SPALLA 2

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (64 Φ 28):

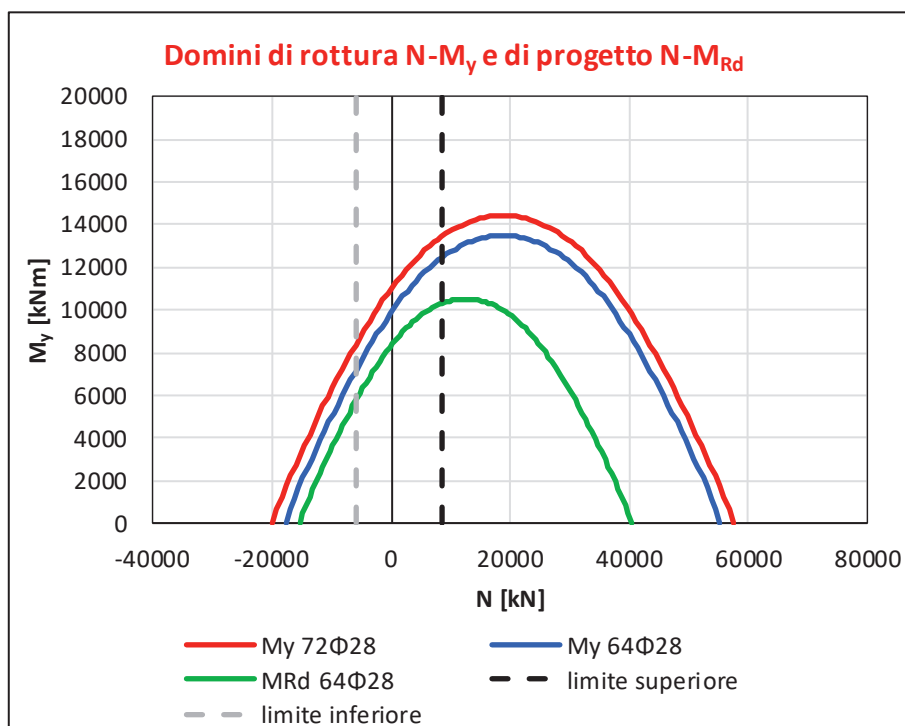


Figura 9. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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				
Armaura	L_p	R_d	M_{Rd}	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
64 Φ 28	28.0	8545	12464	2226
		-5830	7225	1547

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 14 03			PROGR 005	REV C

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

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
68360	0
68360	16026
-46641	11141
-46641	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:

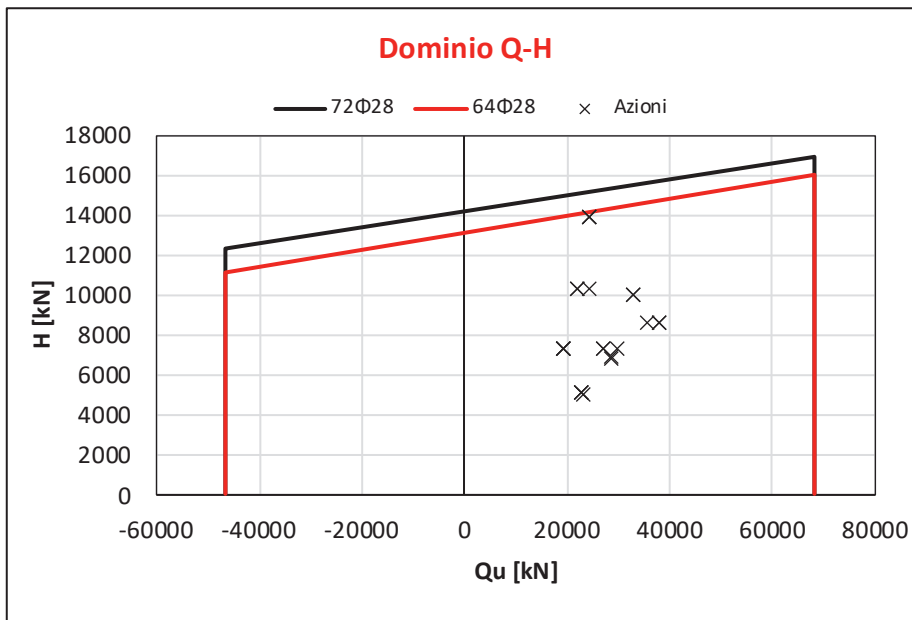


Figura 10. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armatura predisposta.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	29

9. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE

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

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

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

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

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

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

9.1 PALIFICATE SPALLA 1

9.1.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in

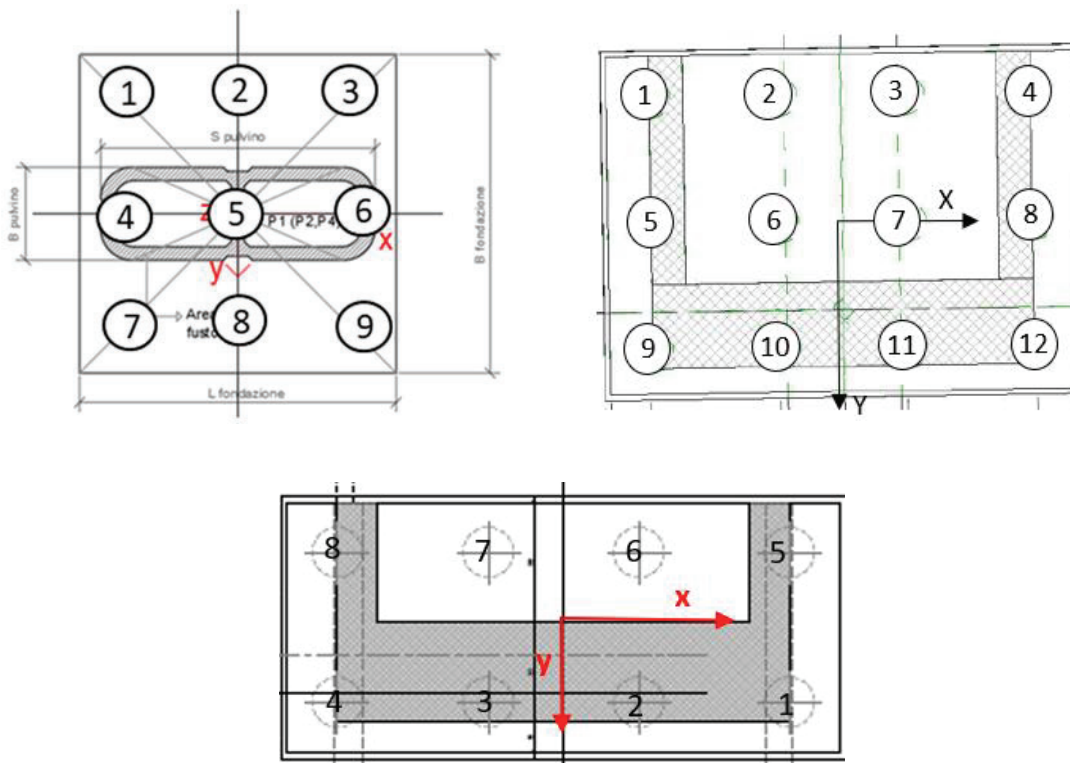


Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiale su ogni palo per ogni combinazione.

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	30

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

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	2415	2331	2246	2162	4076	3992	3908	3824	5737	5653	5569	5485	660	2536
Nvert Min	RA1 2	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Vtrasv Max	RA3	2464	2352	2239	2127	4101	3989	3876	3763	5738	5625	5513	5400	662	2540
Vtrasv Min	RA1 2	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtrasv Max	RA1	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtrasv Min	RA1 2	2637	2521	2404	2288	3969	3853	3736	3620	5301	5185	5068	4952	618	2374
Vlong Max	RA1 1	2464	2352	2239	2127	4101	3989	3876	3763	5738	5625	5513	5400	662	2540
Vlong Min	RA8	2538	2453	2369	2285	4076	3992	3908	3824	5614	5530	5446	5362	615	2362
Mlong Max	RA1 2	2415	2331	2246	2162	4076	3992	3908	3824	5737	5653	5569	5485	660	2536
Mlong Min	RA6	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtorc Max	RA1 2	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtorc Min	RA3	2464	2352	2239	2127	4101	3989	3876	3763	5738	5625	5513	5400	662	2540
Nvert Max	FR1	2471	2408	2345	2281	3956	3893	3830	3767	5442	5379	5316	5253	631	2424
Nvert Min	FR1 2	2540	2568	2596	2624	3542	3571	3599	3627	4545	4573	4602	4630	596	2287
Vtrasv Max	FR3	2508	2424	2339	2255	3975	3891	3806	3722	5443	5358	5274	5189	632	2427
Vtrasv Min	FR1 2	2540	2568	2596	2624	3542	3571	3599	3627	4545	4573	4602	4630	596	2287
Mtrasv Max	FR1	2520	2548	2577	2605	3542	3571	3599	3627	4565	4593	4621	4650	603	2315
Mtrasv Min	FR1 2	2657	2570	2483	2395	3876	3789	3702	3614	5095	5008	4921	4834	593	2276
Vlong Max	FR1 1	2508	2424	2339	2255	3975	3891	3806	3722	5443	5358	5274	5189	632	2427
Vlong Min	FR8	2583	2519	2456	2393	3956	3893	3830	3767	5330	5267	5204	5141	590	2266
Mlong Max	FR1 2	2471	2408	2345	2281	3956	3893	3830	3767	5442	5379	5316	5253	631	2424
Mlong Min	FR6	2540	2568	2596	2624	3542	3571	3599	3627	4545	4573	4602	4630	596	2287
Mtorc Max	FR1 2	2520	2548	2577	2605	3542	3571	3599	3627	4565	4593	4621	4650	603	2315
Mtorc Min	FR3	2528	2443	2359	2274	3975	3891	3806	3722	5423	5339	5254	5170	625	2399
Nvert Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Nvert Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Vtrasv Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093

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	14	03	005	C	31	

Vtrasv Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Mtrasv Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Mtrasv Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Vlong Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Vlong Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Mlong Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Mlong Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Mtorc Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Mtorc Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981

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

Tabella 16. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
28.0	5738.0	9896.6	7917.3	1.4

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:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.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	14	03	005	C	32

Tabella 17. Caratteristiche del terreno e dei pali

Soil details:				Symbols
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$		96154		G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz		5769		Gm_a
Axial: Shear modulus below base, G_b		153846		G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$		96154		$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz		5769		Gm_ℓ
Poisson's ratio (all loading modes)		0.3		ν
Pile details:				
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

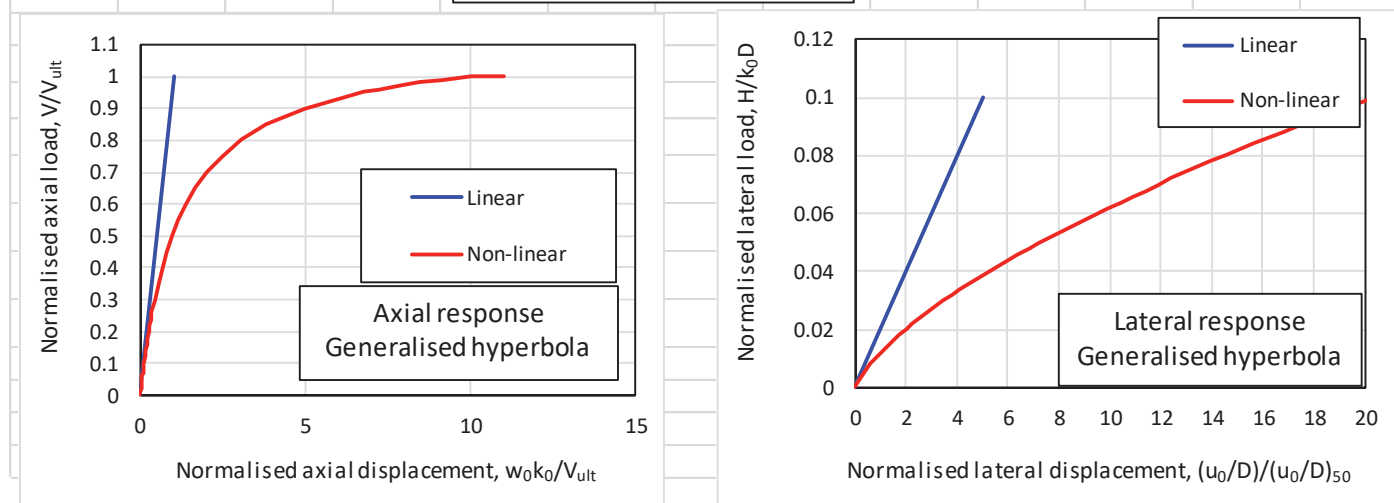
Tali parametri riflettono l'andamento della rigidità del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidità con la profondità). È inoltre possibile fornire in input il comportamento non lineare del palo attraverso l'indicazione della massima 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).

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	33

Tabella 18. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

ofile	Axial	f	Power g	$k_{ii} = k_{ii,0} \left[1 - f \left(\frac{V_i}{V_{i,ult}} \right)^g \right]$
		0.9	0.9	
	Lateral	$(u_0/d)_{50}$	Power p	$k_{ii} = \frac{1}{1 + \left[(u_i / D_i) / (u / D)_{50} \right]^p}$
		0.02	0.7	
ber of loading steps		20		



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

Tabella 19. 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	0.0050	0.0001	0.0020	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0043	-0.0001	0.0019	0.0000	0.0002	0.0000
RA3	0.0050	0.0002	0.0020	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0043	-0.0001	0.0019	0.0000	0.0002	0.0000
RA1	0.0043	-0.0001	0.0019	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0047	0.0001	0.0019	0.0000	0.0002	0.0000
RA11	0.0050	0.0002	0.0020	0.0000	0.0003	0.0000
RA8	0.0050	0.0001	0.0019	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0050	0.0001	0.0020	0.0000	0.0003	0.0000
RA6	0.0043	-0.0001	0.0019	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0043	-0.0001	0.0019	0.0000	0.0002	0.0000
RA3	0.0050	0.0002	0.0020	0.0000	0.0003	0.0000
FR1	0.0048	0.0001	0.0019	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0043	0.0000	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0048	0.0001	0.0019	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0043	0.0000	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000
FR1	0.0043	0.0000	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0046	0.0001	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000
FR11	0.0048	0.0001	0.0019	0.0000	0.0003	0.0000

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	14	03	005	C	34

FR8	0.0048	0.0001	0.0018	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0048	0.0001	0.0019	0.0000	0.0003	0.0000
FR6	0.0043	0.0000	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0043	0.0000	0.0018	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0048	0.0001	0.0019	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0043	0.0000	0.0016	0.0000	0.0002	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.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 662 \text{ kN}$$

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.

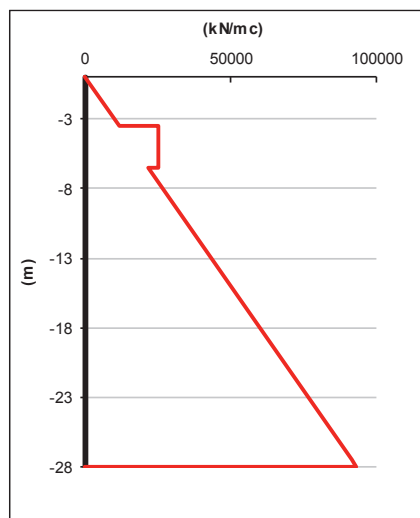


Figura 11. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

Relazione di calcolo Pali di fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	35

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 3.84.

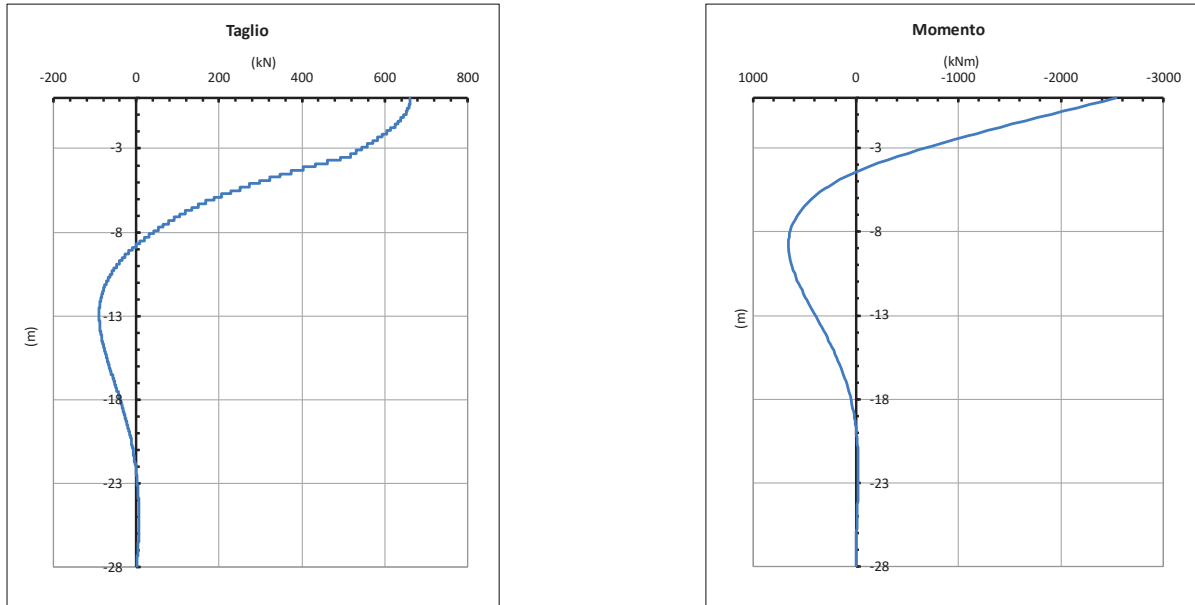
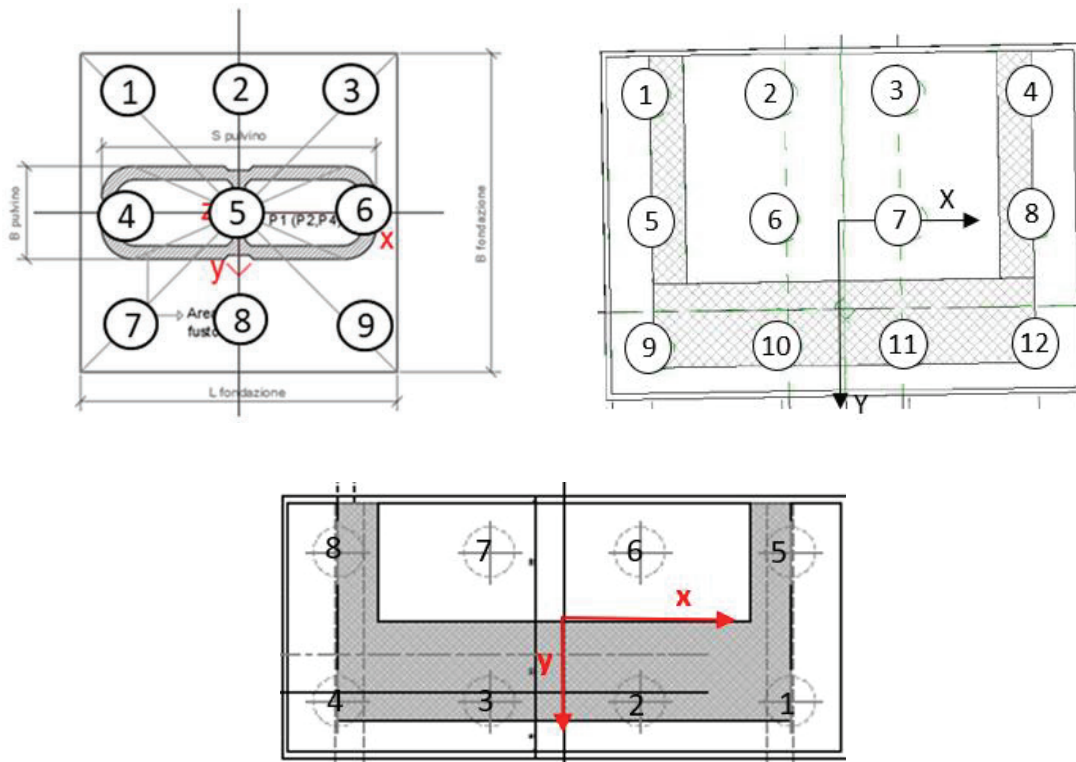


Figura 12. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

9.2 PALIFICATE PILA 01-04

9.2.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in



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	14	03	005	C	36

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 20. 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	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	[kN]
Nvert Max	RA1	3277	2836	2395	4068	3627	3186	4859	4418	3977	221	849
Nvert Min	RA10	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Vtrasv Max	RA3	3281	2860	2438	4017	3596	3175	4754	4332	3911	183	704
Vtrasv Min	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mtrasv Max	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mtrasv Min	RA6	3577	3009	2441	4155	3587	3019	4733	4165	3597	170	654
Vlong Max	RA1	3277	2836	2395	4068	3627	3186	4859	4418	3977	221	849
Vlong Min	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mlong Max	RA9	2942	2757	2571	3771	3585	3399	4599	4413	4228	187	718
Mlong Min	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mtorc Max	RA1	3277	2836	2395	4068	3627	3186	4859	4418	3977	221	849
Mtorc Min	RA12	3104	2872	2641	3821	3589	3358	4538	4306	4075	160	613
Nvert Max	FR1	3233	2902	2572	3844	3514	3183	4456	4125	3794	171	655
Nvert Min	FR10	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Vtrasv Max	FR3	3236	2920	2604	3806	3490	3174	4377	4061	3745	142	544
Vtrasv Min	FR2	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Mtrasv Max	FR2	2887	3067	3248	2959	3139	3320	3031	3211	3391	44	167
Mtrasv Min	FR6	3476	3050	2624	3910	3484	3058	4343	3917	3491	128	490
Vlong Max	FR1	3233	2902	2572	3844	3514	3183	4456	4125	3794	171	655
Vlong Min	FR2	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Mlong Max	FR9	2982	2843	2704	3621	3482	3343	4261	4121	3982	145	557
Mlong Min	FR2	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Mtorc Max	FR1	3233	2902	2572	3844	3514	3183	4456	4125	3794	171	655
Mtorc Min	FR12	3121	2948	2774	3659	3485	3312	4197	4023	3850	120	460
Nvert Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Nvert Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Vtrasv Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Vtrasv Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Mtrasv Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Mtrasv Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Vlong Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Vlong Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Mlong Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Mlong Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Mtorc Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Mtorc Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	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:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.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	14	03	005	C	37

Tabella 21. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
22.0	4859.0	7182.7	5746.1	1.2

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 22. Caratteristiche del terreno e dei pali

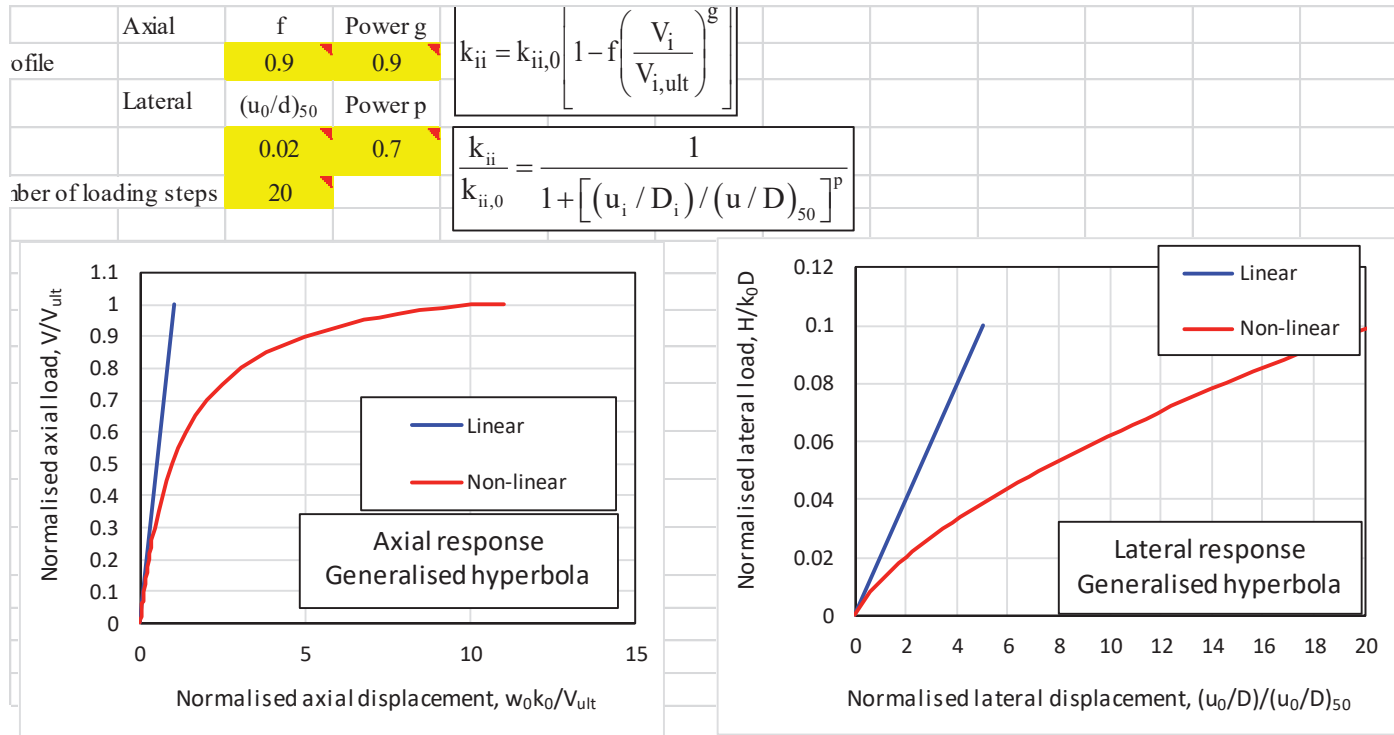
Soil details:			Symbols
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	96154		G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	5769		Gm_a
Axial: Shear modulus below base, G_b	153846		G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$	96154		G_{0l}
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	5769		Gm_l
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3		ν
Pile details:			
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)	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)	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 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).

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	38

Tabella 23. 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.

Tabella 24. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Cedimenti e rotazioni del plinto						
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	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA3	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA3	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0031	0.0001	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
RA7	0.0032	0.0001	0.0021	0.0000	0.0005	0.0000
RA12	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
RA6	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA7	0.0032	0.0001	0.0021	0.0000	0.0005	0.0000
RA3	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
FR1	0.0033	0.0001	0.0017	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0032	0.0002	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0030	0.0001	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
FR7	0.0030	0.0001	0.0019	0.0000	0.0005	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 LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 14 03			PROGR 005	REV C

FR12	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0032	0.0002	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR6	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR7	0.0030	0.0001	0.0019	0.0000	0.0005	0.0000
FR3	0.0032	0.0002	0.0017	0.0000	0.0005	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	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.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 221 \text{ kN}$$

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	14	03	005	C	40

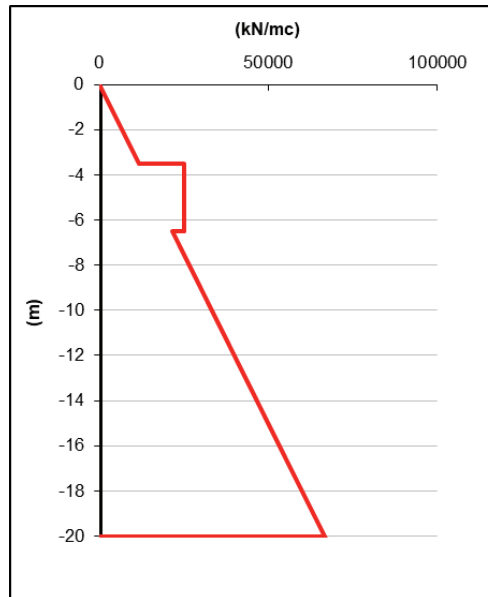


Figura 13. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

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 **3.84**.

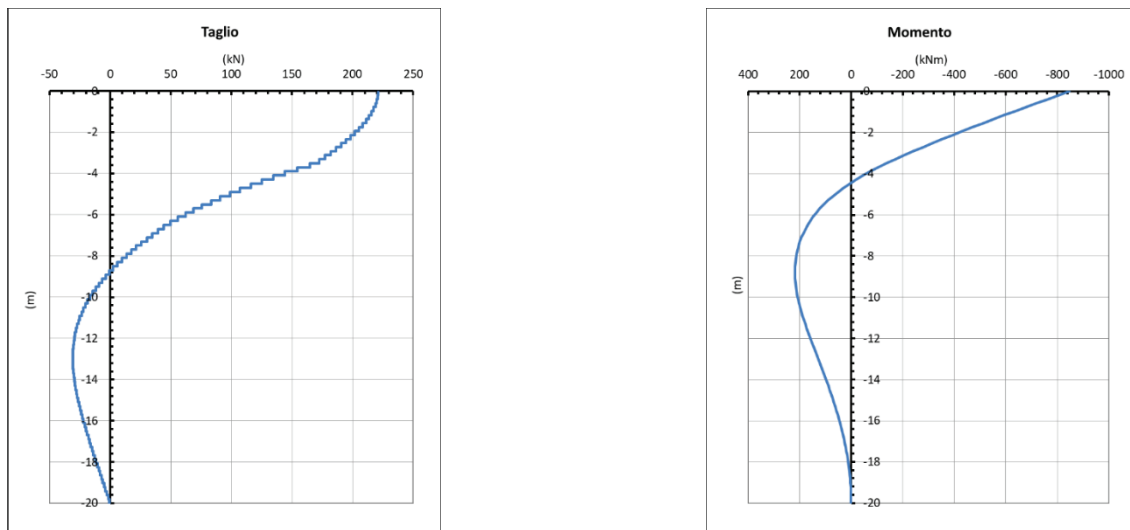


Figura 14. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

9.3 PALIFICATA SPALLA 2

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	14	03	005	C	41

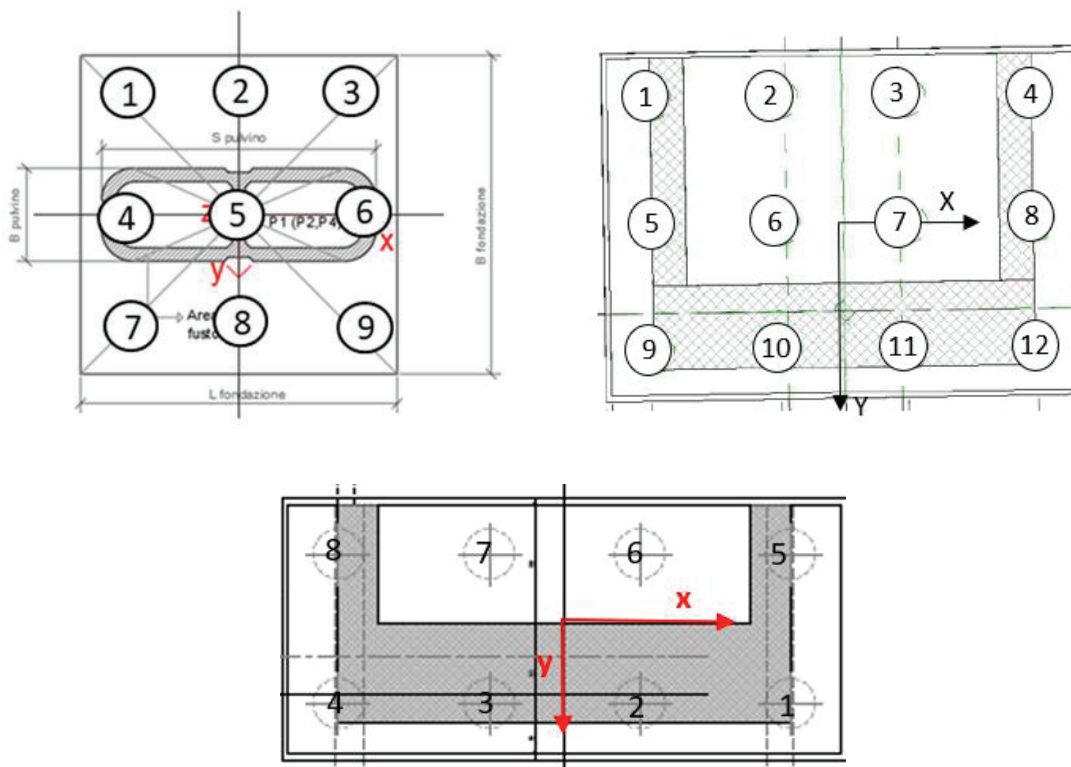


Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo per ogni combinazione.

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 25. 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	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]			[kN]
Nvert Max	RA1	5208	5321	5435	5548	1246	1359	1472	1586	773	2968
Nvert Min	RA12	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Vtrasv Max	RA3	5162	5290	5418	5547	1200	1328	1456	1584	783	3005
Vtrasv Min	RA12	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mtrasv Max	RA3	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mtrasv Min	RA12	4651	4791	4931	5072	1247	1388	1528	1668	741	2846
Vlong Max	RA7	4897	5029	5161	5292	1014	1146	1278	1409	839	3223
Vlong Min	RA12	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mlong Max	RA12	5162	5290	5418	5547	1200	1328	1456	1584	783	3005
Mlong Min	RA6	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mtorc Max	RA7	4897	5029	5161	5292	1014	1146	1278	1409	839	3223
Mtorc Min	RA3	5162	5290	5418	5547	1200	1328	1456	1584	783	3005
Nvert Max	FR1	4877	4962	5047	5132	1420	1505	1590	1675	704	2703
Nvert Min	FR12	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Vtrasv Max	FR3	4843	4939	5035	5131	1385	1482	1578	1674	711	2730
Vtrasv Min	FR12	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Mtrasv Max	FR3	3980	3947	3914	3882	1907	1874	1841	1809	557	2140

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	14	03	005	C	42

Mtrasv Min	FR12	4432	4537	4642	4747	1448	1554	1659	1764	669	2571
Vlong Max	FR7	4644	4743	4841	4940	1246	1345	1444	1543	754	2896
Vlong Min	FR12	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Mlong Max	FR12	4843	4939	5035	5131	1385	1482	1578	1674	711	2730
Mlong Min	FR6	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Mtorc Max	FR7	4644	4743	4841	4940	1246	1345	1444	1543	754	2896
Mtorc Min	FR3	4815	4912	5008	5104	1413	1509	1605	1701	700	2688
Nvert Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Nvert Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Vtrasv Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Vtrasv Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Mtrasv Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Mtrasv Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Vlong Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Vlong Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Mlong Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Mlong Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Mtorc Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Mtorc Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819

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

Tabella 26. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
28.0	5547.8	9896.6	7917.3	1.4

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:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.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	14	03	005	C	43

Tabella 27. Caratteristiche del terreno e dei pali

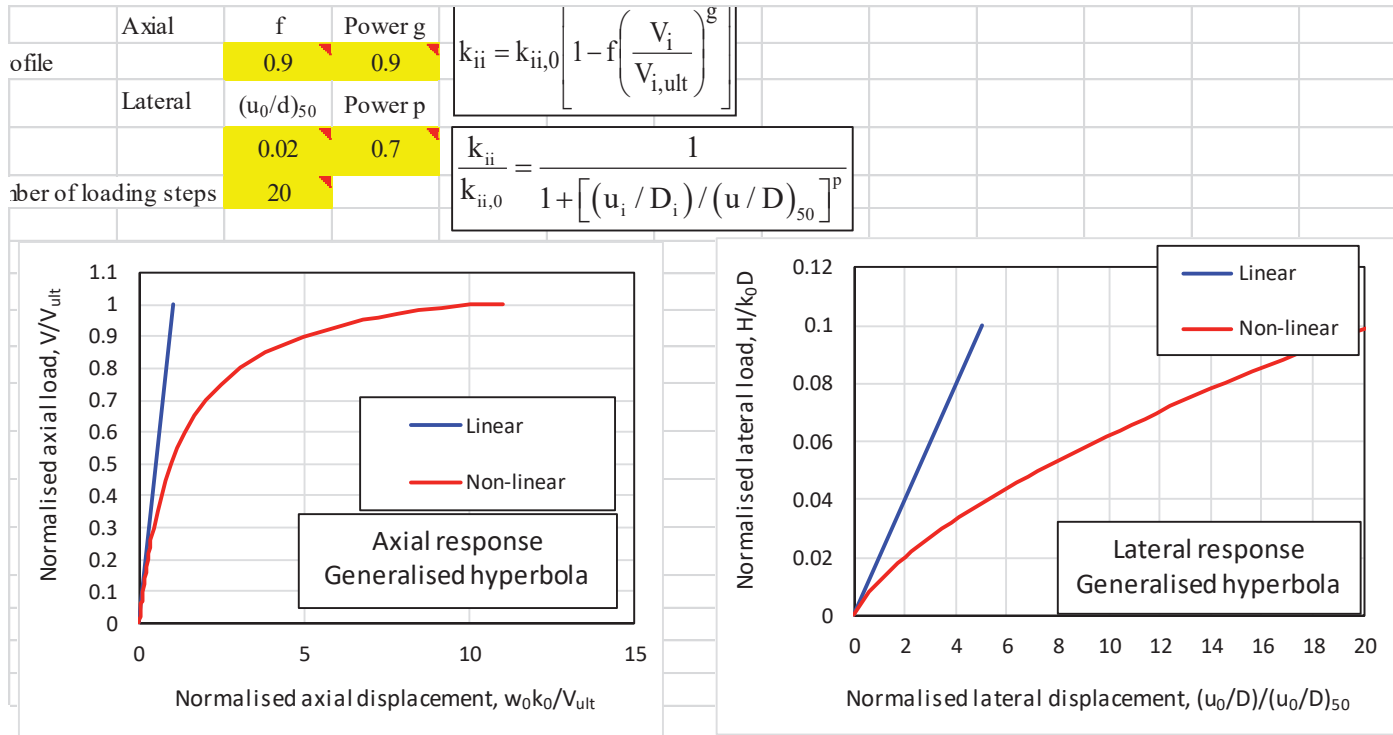
Soil details:				Symbols
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$		96154		G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz		5769		Gm_a
Axial: Shear modulus below base, G_b		153846		G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$		96154		$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz		5769		Gm_ℓ
Poisson's ratio (all loading modes)		0.3		ν
Pile details:				
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).

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	44

Tabella 28. 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.

Tabella 29. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Combinazione	Cedimenti e rotazioni del plinto					
	Cedimento verticale [m]	Cedimento orizzontale (x) [m]	Cedimento orizzontale (y) [m]	Rotazione (x su z) [rad]	Rotazione (y su z) [rad]	Torsione (x su y) [rad]
RA1	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA3	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA3	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0031	0.0001	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
RA7	0.0032	0.0001	0.0021	0.0000	0.0005	0.0000
RA12	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
RA6	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
RA7	0.0032	0.0001	0.0021	0.0000	0.0005	0.0000
RA3	0.0035	0.0002	0.0019	0.0000	0.0006	0.0000
FR1	0.0033	0.0001	0.0017	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0032	0.0002	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0026	-0.0001	0.0014	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0030	0.0001	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
FR7	0.0030	0.0001	0.0019	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000

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	14	03	005	C	45

FR12	0.0032	0.0002	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR6	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
FR7	0.0030	0.0001	0.0019	0.0000	0.0005	0.0000
FR3	0.0032	0.0002	0.0017	0.0000	0.0005	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	0.0000
QP1	0.0027	0.0000	0.0012	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	0.0000	0.0011	0.0000	0.0002	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.

9.3.3 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.

$H_{max,singolo\ palo} =$	839 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.

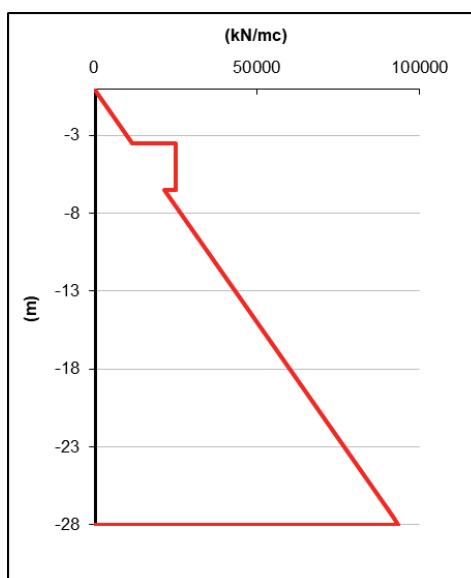


Figura 15. Rigidzze all'interfaccia terreno-palo

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	46

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 3.84.

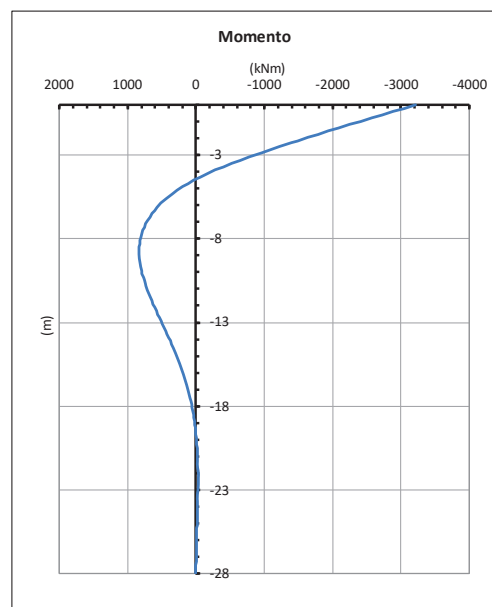
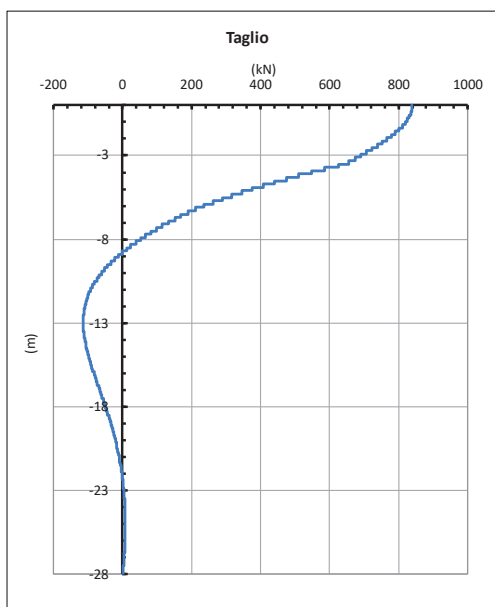


Figura 16. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	47

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 30. 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 6	3406	3314	3221	3129	5726	5634	5542	5450	8046	7954	7862	7770	982	3770
Nvert Min	SLU 24	2371	2428	2484	2541	3487	3544	3600	3657	4603	4660	4716	4773	670	2574
Vtrasv Max	SLU 3	3603	3439	3275	3111	5610	5446	5282	5118	7617	7453	7289	7126	984	3780
Vtrasv Min	SLU 24	2371	2428	2484	2541	3487	3544	3600	3657	4603	4660	4716	4773	670	2574
Mtrasv Max	SLU 6	3519	3576	3633	3689	4775	4832	4889	4945	6031	6088	6145	6201	964	3703
Mtrasv Min	SLU 24	2384	2218	2051	1884	4315	4149	3982	3815	6246	6079	5913	5746	717	2752
Vlong Max	SLU 11	3603	3439	3275	3111	5610	5446	5282	5118	7617	7453	7289	7126	984	3780
Vlong Min	SLU 20	2462	2462	2462	2462	3598	3598	3598	3598	4734	4734	4734	4734	664	2549
Mlong Max	SLU 2	3406	3314	3221	3129	5726	5634	5542	5450	8046	7954	7862	7770	982	3770
Mlong Min	SLU 22	2371	2428	2484	2541	3487	3544	3600	3657	4603	4660	4716	4773	670	2574
Mtorc Max	SLU 2	3519	3576	3633	3689	4775	4832	4889	4945	6031	6088	6145	6201	964	3703
Mtorc Min	SLU 15	2376	2212	2048	1884	4321	4158	3994	3830	6267	6103	5940	5776	720	2766
Nvert Max	SLV 5	3006	2696	2386	2076	4615	4305	3995	3685	6223	5913	5604	5294	952	3655
Nvert Min	SLV 6	2174	1864	1554	1244	3510	3201	2891	2581	4847	4537	4227	3917	952	3655
Vtrasv Max	SLV 3	3799	2766	1733	701	5313	4280	3247	2214	6826	5793	4760	3728	1420	5451
Vtrasv Min	SLV 6	2174	1864	1554	1244	3510	3201	2891	2581	4847	4537	4227	3917	952	3655
Mtrasv Max	SLV 1	1516	1206	896	586	4228	3918	3608	3299	6940	6630	6321	6011	1735	6662
Mtrasv Min	SLV 6	3550	2517	1484	451	4981	3949	2916	1883	6413	5380	4347	3315	1420	5451
Vlong Max	SLV 1	1516	1206	896	586	4228	3918	3608	3299	6940	6630	6321	6011	1735	6662
Vlong Min	SLV 6	2174	1864	1554	1244	3510	3201	2891	2581	4847	4537	4227	3917	952	3655
Mlong Max	SLV 1	1516	1206	896	586	4228	3918	3608	3299	6940	6630	6321	6011	1735	6662
Mlong Min	SLV 4	2174	1864	1554	1244	3510	3201	2891	2581	4847	4537	4227	3917	952	3655

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	48

Mtorc Max	SLV 5	3006	2696	2386	2076	4615	4305	3995	3685	6223	5913	5604	5294	952	3655
Mtorc Min	SLV 4	3550	2517	1484	451	4981	3949	2916	1883	6413	5380	4347	3315	1420	5451

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:

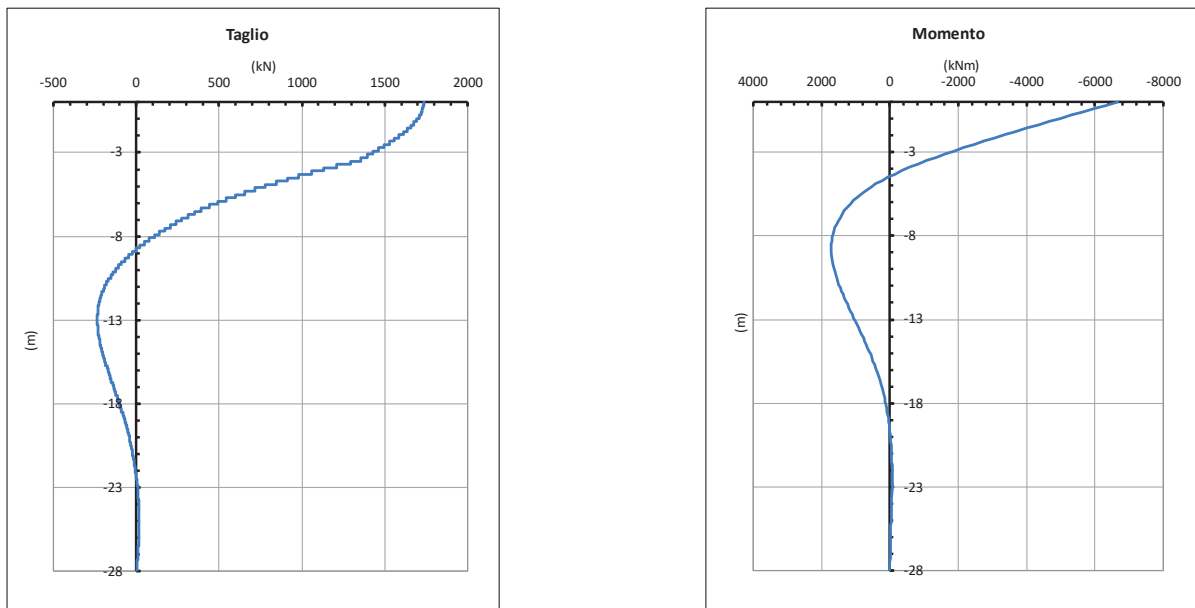


Figura 17. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 31. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata															
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	2415	2331	2246	2162	4076	3992	3908	3824	5737	5653	5569	5485	660	2536
Nvert Min	RA1 2	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Vtrasv Max	RA3	2464	2352	2239	2127	4101	3989	3876	3763	5738	5625	5513	5400	662	2540
Vtrasv Min	RA1 2	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtrasv Max	RA1	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtrasv Min	RA1 2	2637	2521	2404	2288	3969	3853	3736	3620	5301	5185	5068	4952	618	2374
Vlong Max	RA1 1	2464	2352	2239	2127	4101	3989	3876	3763	5738	5625	5513	5400	662	2540
Vlong Min	RA8	2538	2453	2369	2285	4076	3992	3908	3824	5614	5530	5446	5362	615	2362
Mlong Max	RA1 2	2415	2331	2246	2162	4076	3992	3908	3824	5737	5653	5569	5485	660	2536
Mlong Min	RA6	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389

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	14	03	005	C	49

Mtorc Max	RA1 2	2480	2518	2556	2593	3524	3562	3599	3637	4568	4605	4643	4681	622	2389
Mtorc Min	RA3	2464	2352	2239	2127	4101	3989	3876	3763	5738	5625	5513	5400	662	2540
Nvert Max	FR1	2471	2408	2345	2281	3956	3893	3830	3767	5442	5379	5316	5253	631	2424
Nvert Min	FR1 2	2540	2568	2596	2624	3542	3571	3599	3627	4545	4573	4602	4630	596	2287
Vtrasv Max	FR3	2508	2424	2339	2255	3975	3891	3806	3722	5443	5358	5274	5189	632	2427
Vtrasv Min	FR1 2	2540	2568	2596	2624	3542	3571	3599	3627	4545	4573	4602	4630	596	2287
Mtrasv Max	FR1	2520	2548	2577	2605	3542	3571	3599	3627	4565	4593	4621	4650	603	2315
Mtrasv Min	FR1 2	2657	2570	2483	2395	3876	3789	3702	3614	5095	5008	4921	4834	593	2276
Vlong Max	FR1 1	2508	2424	2339	2255	3975	3891	3806	3722	5443	5358	5274	5189	632	2427
Vlong Min	FR8	2583	2519	2456	2393	3956	3893	3830	3767	5330	5267	5204	5141	590	2266
Mlong Max	FR1 2	2471	2408	2345	2281	3956	3893	3830	3767	5442	5379	5316	5253	631	2424
Mlong Min	FR6	2540	2568	2596	2624	3542	3571	3599	3627	4545	4573	4602	4630	596	2287
Mtorc Max	FR1 2	2520	2548	2577	2605	3542	3571	3599	3627	4565	4593	4621	4650	603	2315
Mtorc Min	FR3	2528	2443	2359	2274	3975	3891	3806	3722	5423	5339	5254	5170	625	2399
Nvert Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Nvert Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Vtrasv Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Vtrasv Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Mtrasv Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Mtrasv Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Vlong Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Vlong Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Mlong Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Mlong Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981
Mtorc Max	QP 1	2639	2639	2639	2639	3598	3598	3598	3598	4557	4557	4557	4557	545	2093
Mtorc Min	QP 12	2718	2718	2718	2718	3598	3598	3598	3598	4478	4478	4478	4478	516	1981

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

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	50

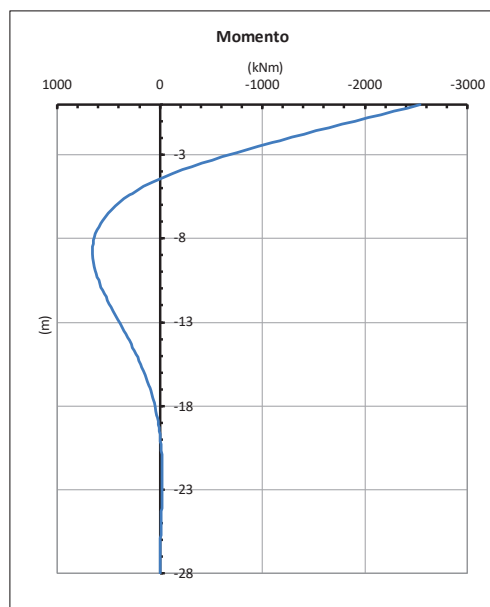
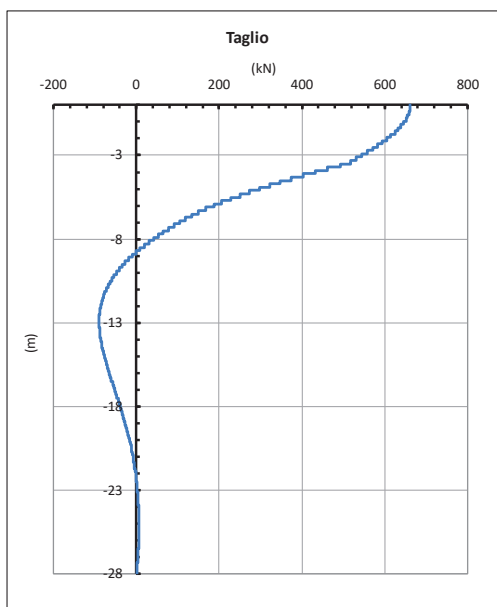


Figura 18. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Pila 01-04

Tabella 32. 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	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU7	4754	3972	3191	5891	5110	4329	7029	6248	5467	324	1243
Nvert Min	SLU2 2	2672	3033	3394	2744	3105	3466	2816	3177	3537	80	309
Vtrasv Max	SLU2 4	3614	2994	2374	4417	3798	3178	5221	4601	3981	207	793
Vtrasv Min	SLU2	3402	3763	4123	3474	3834	4195	3546	3906	4267	80	309
Mtrasv Max	SLU4	3885	4246	4606	3982	4343	4703	4079	4440	4800	82	316
Mtrasv Min	SLU6	5517	4477	3437	6093	5052	4012	6668	5628	4587	206	792
Vlong Max	SLU7	4754	3972	3191	5891	5110	4329	7029	6248	5467	324	1243
Vlong Min	SLU2 2	2672	3033	3394	2744	3105	3466	2816	3177	3537	80	309
Mlong Max	SLU9	4242	3855	3468	5436	5049	4662	6630	6243	5856	276	1059
Mlong Min	SLU2 2	2672	3033	3394	2744	3105	3466	2816	3177	3537	80	309
Mtorc Max	SLU7	4754	3972	3191	5891	5110	4329	7029	6248	5467	324	1243
Mtorc Min	SLU2 4	3614	2994	2374	4417	3798	3178	5221	4601	3981	207	793
Nvert Max	SLV5	3576	2802	2029	4618	3844	3071	5660	4886	4112	514	1972

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	51

Nvert Min	SLV7 2	2235	1461	687	3277	2503	1729	4319	3545	2771	514	1972
Vtrasv Max	SLV1 5	4912	2333	-247	5954	3375	795	6996	4417	1837	1150	4415
Vtrasv Min	SLV7 2	2235	1461	687	3277	2503	1729	4319	3545	2771	514	1972
Mtrasv Max	SLV2 5	860	86	-688	4149	3375	2601	7437	6663	5890	1320	5068
Mtrasv Min	SLV1 5	4912	2333	-247	5954	3375	795	6996	4417	1837	1150	4415
Vlong Max	SLV2 5	860	86	-688	4149	3375	2601	7437	6663	5890	1320	5068
Vlong Min	SLV7 1	2708	1934	1161	3750	2976	2202	4792	4018	3244	514	1972
Mlong Max	SLV2 5	860	86	-688	4149	3375	2601	7437	6663	5890	1320	5068
Mlong Min	SLV7 1	2708	1934	1161	3750	2976	2202	4792	4018	3244	514	1972
Mtorc Max	SLV7 1	2708	1934	1161	3750	2976	2202	4792	4018	3244	514	1972
Mtorc Min	SLV7 2	2235	1461	687	3277	2503	1729	4319	3545	2771	514	1972

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:

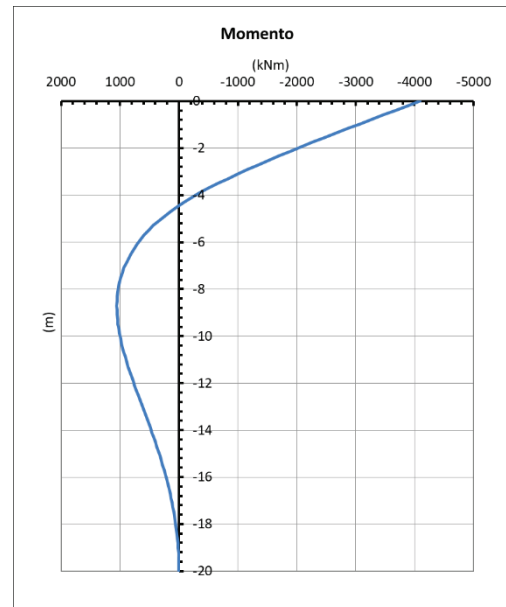
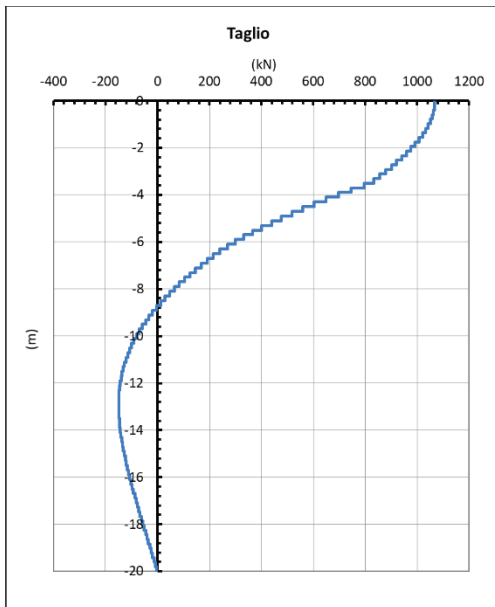


Figura 19. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 33. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata												
Combinazione	Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo	
	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	[kN]	[kNm]	
Nvert Max	RA1	3277	2836	2395	4068	3627	3186	4859	4418	3977	221	849
Nvert Min	RA10	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213

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	14	03	005	C	52

Vtrasv Max	RA3	3281	2860	2438	4017	3596	3175	4754	4332	3911	183	704
Vtrasv Min	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mtrasv Max	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mtrasv Min	RA6	3577	3009	2441	4155	3587	3019	4733	4165	3597	170	654
Vlong Max	RA1	3277	2836	2395	4068	3627	3186	4859	4418	3977	221	849
Vlong Min	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mlong Max	RA9	2942	2757	2571	3771	3585	3399	4599	4413	4228	187	718
Mlong Min	RA2	2815	3056	3296	2887	3128	3368	2959	3200	3440	56	213
Mtorc Max	RA1	3277	2836	2395	4068	3627	3186	4859	4418	3977	221	849
Mtorc Min	RA12	3104	2872	2641	3821	3589	3358	4538	4306	4075	160	613
Nvert Max	FR1	3233	2902	2572	3844	3514	3183	4456	4125	3794	171	655
Nvert Min	FR10	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Vtrasv Max	FR3	3236	2920	2604	3806	3490	3174	4377	4061	3745	142	544
Vtrasv Min	FR2	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Mtrasv Max	FR2	2887	3067	3248	2959	3139	3320	3031	3211	3391	44	167
Mtrasv Min	FR6	3476	3050	2624	3910	3484	3058	4343	3917	3491	128	490
Vlong Max	FR1	3233	2902	2572	3844	3514	3183	4456	4125	3794	171	655
Vlong Min	FR2	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Mlong Max	FR9	2982	2843	2704	3621	3482	3343	4261	4121	3982	145	557
Mlong Min	FR2	2905	3085	3266	2959	3139	3320	3013	3193	3373	42	160
Mtorc Max	FR1	3233	2902	2572	3844	3514	3183	4456	4125	3794	171	655
Mtorc Min	FR12	3121	2948	2774	3659	3485	3312	4197	4023	3850	120	460
Nvert Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Nvert Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Vtrasv Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Vtrasv Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Mtrasv Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Mtrasv Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Vlong Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Vlong Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Mlong Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Mlong Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	0	0
Mtorc Max	QP1	3102	3102	3102	3174	3174	3174	3245	3245	3245	19	75
Mtorc Min	QP12	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	3174	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:

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	53

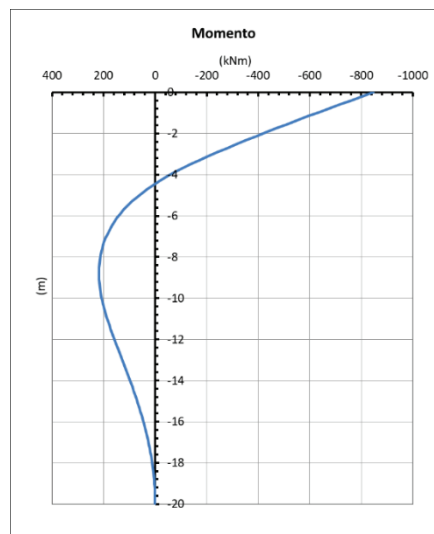
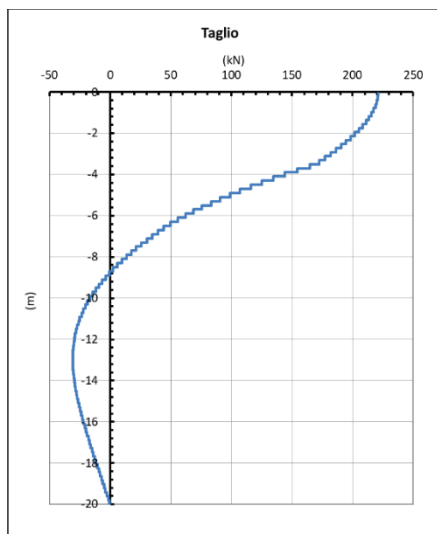


Figura 20. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Spalla 2

Tabella 34. 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	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU6	7184	7350	7516	7683	1878	2045	2211	2377	1068	4102
Nvert Min	SLU24	4118	4053	3988	3923	1827	1762	1697	1631	633	2429
Vtrasv Max	SLU3	6573	6761	6950	7138	1784	1972	2161	2349	1077	4137
Vtrasv Min	SLU24	4118	4053	3988	3923	1827	1762	1697	1631	633	2429
Mtrasv Max	SLU6	5222	5157	5091	5026	2461	2396	2330	2265	914	3510
Mtrasv Min	SLU24	5560	5769	5979	6188	952	1162	1371	1580	856	3287
Vlong Max	SLU7	6409	6588	6766	6945	1317	1495	1674	1852	1247	4790
Vlong Min	SLU20	4071	4071	4071	4071	1756	1756	1756	1756	622	2389
Mlong Max	SLU2	7184	7350	7516	7683	1878	2045	2211	2377	1068	4102
Mlong Min	SLU22	4118	4053	3988	3923	1827	1762	1697	1631	633	2429
Mtorc Max	SLU7	6409	6588	6766	6945	1317	1495	1674	1852	1247	4790
Mtorc Min	SLU15	5578	5766	5955	6143	1042	1230	1418	1606	841	3230
Nvert Max	SLV5	4831	5032	5232	5433	1351	1552	1752	1953	908	3488
Nvert Min	SLV6	3530	3730	3931	4131	738	939	1139	1340	908	3488
Vtrasv Max	SLV3	3674	4343	5011	5679	435	1103	1772	2440	1288	4946
Vtrasv Min	SLV6	3530	3730	3931	4131	738	939	1139	1340	908	3488
Mtrasv Max	SLV1	5770	5970	6171	6371	-257	-57	144	344	1733	6656
Mtrasv Min	SLV6	3284	3952	4620	5289	251	919	1588	2256	1288	4946
Vlong Max	SLV1	5770	5970	6171	6371	-257	-57	144	344	1733	6656
Vlong Min	SLV6	3530	3730	3931	4131	738	939	1139	1340	908	3488
Mlong Max	SLV1	5770	5970	6171	6371	-257	-57	144	344	1733	6656

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	54

Mlong Min	SLV4	3530	3730	3931	4131	738	939	1139	1340	908	3488
Mtorc Max	SLV5	4831	5032	5232	5433	1351	1552	1752	1953	908	3488
Mtorc Min	SLV4	3284	3952	4620	5289	251	919	1588	2256	1288	4946

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:

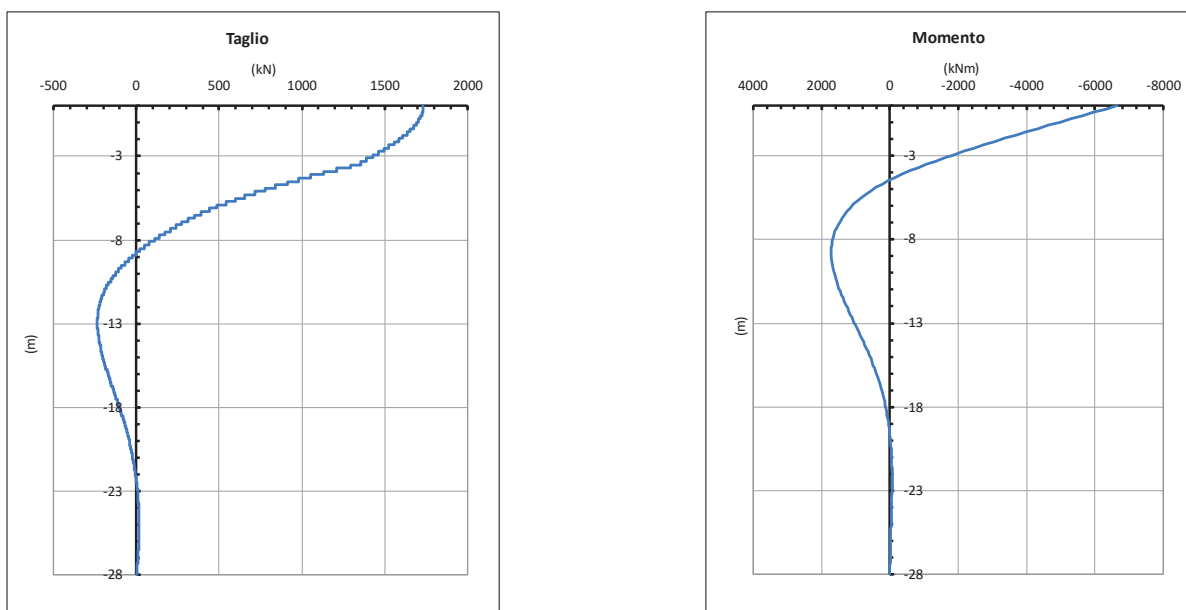


Figura 21. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 35. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata											
Combinazione	Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	
Nvert Max	RA1	5208	5321	5435	5548	1246	1359	1472	1586	773	2968
Nvert Min	RA12	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Vtrasv Max	RA3	5162	5290	5418	5547	1200	1328	1456	1584	783	3005
Vtrasv Min	RA12	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mtrasv Max	RA3	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mtrasv Min	RA12	4651	4791	4931	5072	1247	1388	1528	1668	741	2846
Vlong Max	RA7	4897	5029	5161	5292	1014	1146	1278	1409	839	3223
Vlong Min	RA12	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mlong Max	RA12	5162	5290	5418	5547	1200	1328	1456	1584	783	3005
Mlong Min	RA6	4011	3968	3924	3881	1895	1851	1808	1764	577	2216
Mtorc Max	RA7	4897	5029	5161	5292	1014	1146	1278	1409	839	3223
Mtorc Min	RA3	5162	5290	5418	5547	1200	1328	1456	1584	783	3005
Nvert Max	FR1	4877	4962	5047	5132	1420	1505	1590	1675	704	2703
Nvert Min	FR12	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Vtrasv Max	FR3	4843	4939	5035	5131	1385	1482	1578	1674	711	2730
Vtrasv Min	FR12	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Mtrasv Max	FR3	3980	3947	3914	3882	1907	1874	1841	1809	557	2140
Mtrasv Min	FR12	4432	4537	4642	4747	1448	1554	1659	1764	669	2571
Vlong Max	FR7	4644	4743	4841	4940	1246	1345	1444	1543	754	2896
Vlong Min	FR12	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	55

Mlong Max	FR12	4843	4939	5035	5131	1385	1482	1578	1674	711	2730
Mlong Min	FR6	3952	3920	3887	3854	1934	1901	1869	1836	546	2098
Mtorc Max	FR7	4644	4743	4841	4940	1246	1345	1444	1543	754	2896
Mtorc Min	FR3	4815	4912	5008	5104	1413	1509	1605	1701	700	2688
Nvert Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Nvert Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Vtrasv Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Vtrasv Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Mtrasv Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Mtrasv Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Vlong Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Vlong Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Mlong Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Mlong Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819
Mtorc Max	QP1	3884	3884	3884	3884	1943	1943	1943	1943	498	1994
Mtorc Min	QP12	3775	3775	3775	3775	2052	2052	2052	2052	455	1819

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:

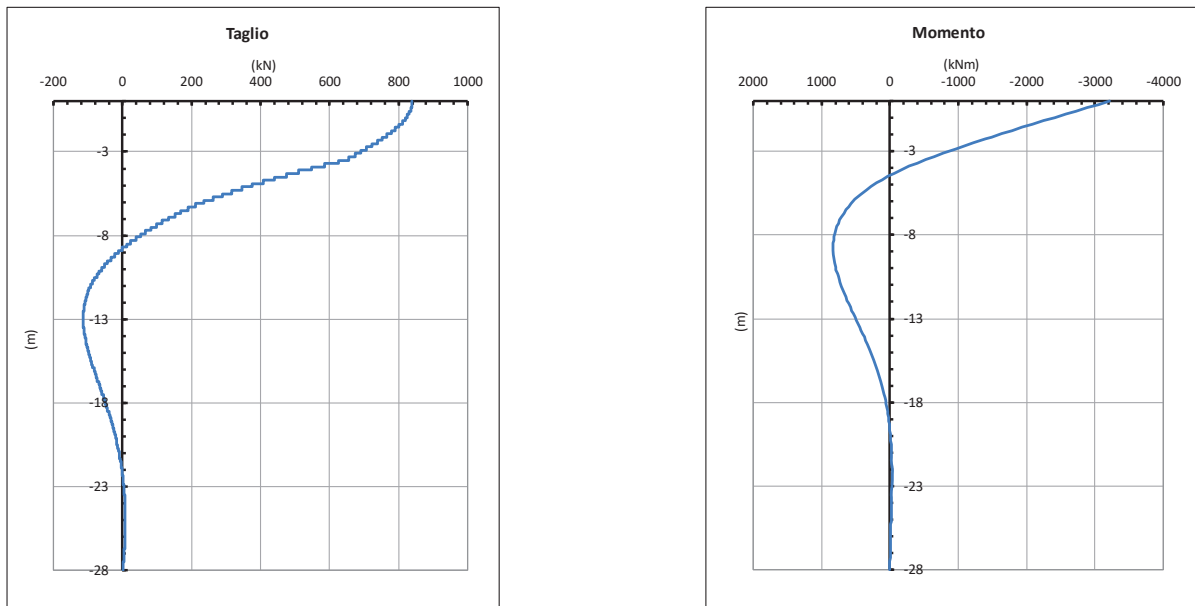


Figura 22. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

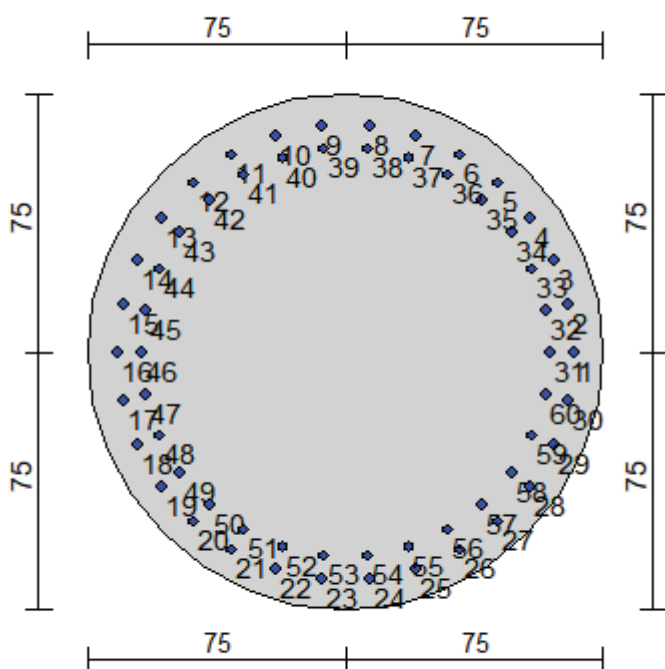
Sulla base di quanto descritto sopra in questo capitolo, sono state eseguite le verifiche strutturali per il Palo n°4 della Spalla 1, per il Palo n°3 delle Pile 01 a 04, e per il Palo n°5 della Spalla 2.

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	14	03	005	C	56

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

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	14	03	005	C	57

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	141.4	75.0	6.16	no
2	139.9	88.8	6.16	no
3	135.7	102.0	6.16	no
4	128.7	114.0	6.16	no
5	119.4	124.3	6.16	no
6	108.2	132.5	6.16	no
7	95.5	138.2	6.16	no
8	81.9	141.0	6.16	no
9	68.1	141.0	6.16	no
10	54.5	138.2	6.16	no
11	41.8	132.5	6.16	no
12	30.6	124.3	6.16	no
13	21.3	114.0	6.16	no
14	14.3	102.0	6.16	no
15	10.1	88.8	6.16	no
16	8.6	75.0	6.16	no
17	10.1	61.2	6.16	no
18	14.3	48.0	6.16	no
19	21.3	36.0	6.16	no
20	30.6	25.7	6.16	no
21	41.8	17.5	6.16	no
22	54.5	11.8	6.16	no
23	68.1	9.0	6.16	no
24	81.9	9.0	6.16	no
25	95.5	11.8	6.16	no
26	108.2	17.5	6.16	no
27	119.4	25.7	6.16	no
28	128.7	36.0	6.16	no
29	135.7	48.0	6.16	no
30	139.9	61.2	6.16	no
31	134.6	75.0	6.16	no
32	133.3	87.4	6.16	no
33	129.4	99.2	6.16	no
34	123.2	110.0	6.16	no
35	114.9	119.3	6.16	no
36	104.8	126.6	6.16	no
37	93.4	131.7	6.16	no
38	81.2	134.3	6.16	no
39	68.8	134.3	6.16	no
40	56.6	131.7	6.16	no
41	45.2	126.6	6.16	no
42	35.1	119.3	6.16	no
43	26.8	110.0	6.16	no
44	20.6	99.2	6.16	no
45	16.7	87.4	6.16	no
46	15.4	75.0	6.16	no
47	16.7	62.6	6.16	no
48	20.6	50.8	6.16	no
49	26.8	40.0	6.16	no
50	35.1	30.7	6.16	no
51	45.2	23.4	6.16	no
52	56.6	18.3	6.16	no
53	68.8	15.7	6.16	no
54	81.2	15.7	6.16	no
55	93.4	18.3	6.16	no
56	104.8	23.4	6.16	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	14	03	005	C	58

57	114.9	30.7	6.16	no
58	123.2	40.0	6.16	no
59	129.4	50.8	6.16	no
60	133.3	62.6	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
 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, Mx e My:

asse N - (Mx = 0, My = 0) Nu = -14456.8 kN
 asse N + (Mx = 0, My = 0) Nu = 39231.0 kN
 asse Mx + (N = 0, My = 0) Mxu = 7332.1 kN m
 asse Mx - (N = 0, My = 0) Mxu = -7332.1 kN m
 asse My + (N = 0, Mx = 0) Myu = 7337.9 kN m
 asse My - (N = 0, Mx = 0) Myu = -7337.9 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

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

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 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	3129.0	3770.0	0.0	P	7329.9	8831.5	0.0	0.350	0.371	0.430	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	14	03	005	C	59

				M	31295.1	3768.2	0.0	0.350	0.021	0.100	Ok
				N	3129.0	8184.0	0.0	0.350	0.542	0.460	Ok
2	2541.0	2574.0	0.0	P	8820.3	8934.8	0.0	0.350	0.325	0.290	Ok
				M	33822.0	2572.1	0.0	0.315	0.063	0.080	Ok
				N	2541.0	8040.8	0.0	0.350	0.575	0.320	Ok
3	3111.0	3780.0	0.0	P	7263.2	8825.1	0.0	0.350	0.373	0.430	Ok
				M	31273.5	3778.4	0.0	0.350	0.021	0.100	Ok
				N	3111.0	8179.6	0.0	0.350	0.543	0.460	Ok
4	2541.0	2574.0	0.0	P	8820.3	8934.8	0.0	0.350	0.325	0.290	Ok
				M	33822.0	2572.1	0.0	0.315	0.063	0.080	Ok
				N	2541.0	8040.8	0.0	0.350	0.575	0.320	Ok
5	3689.0	3703.0	0.0	P	8903.2	8937.0	0.0	0.350	0.322	0.410	Ok
				M	31435.1	3701.9	0.0	0.348	0.023	0.120	Ok
				N	3689.0	8306.2	0.0	0.350	0.514	0.450	Ok
6	1884.0	2752.0	0.0	P	5943.9	8682.4	0.0	0.350	0.418	0.320	Ok
				M	33445.8	2750.1	0.0	0.321	0.056	0.060	Ok
				N	1884.0	7873.6	0.0	0.350	0.612	0.350	Ok
7	3111.0	3780.0	0.0	P	7263.2	8825.1	0.0	0.350	0.373	0.430	Ok
				M	31273.5	3778.4	0.0	0.350	0.021	0.100	Ok
				N	3111.0	8179.6	0.0	0.350	0.543	0.460	Ok
8	2462.0	2549.0	0.0	P	8620.2	8924.8	0.0	0.350	0.330	0.290	Ok
				M	33874.1	2547.4	0.0	0.314	0.064	0.070	Ok
				N	2462.0	8021.3	0.0	0.350	0.579	0.320	Ok
9	3129.0	3770.0	0.0	P	7329.9	8831.5	0.0	0.350	0.371	0.430	Ok
				M	31295.1	3768.2	0.0	0.350	0.021	0.100	Ok
				N	3129.0	8184.0	0.0	0.350	0.542	0.460	Ok
10	2541.0	2574.0	0.0	P	8820.3	8934.8	0.0	0.350	0.325	0.290	Ok
				M	33822.0	2572.1	0.0	0.315	0.063	0.080	Ok
				N	2541.0	8040.8	0.0	0.350	0.575	0.320	Ok
11	3689.0	3703.0	0.0	P	8903.2	8937.0	0.0	0.350	0.322	0.410	Ok
				M	31435.1	3701.9	0.0	0.348	0.023	0.120	Ok
				N	3689.0	8306.2	0.0	0.350	0.514	0.450	Ok
12	1884.0	2766.0	0.0	P	5910.8	8678.0	0.0	0.350	0.420	0.320	Ok
				M	33416.0	2764.2	0.0	0.321	0.056	0.060	Ok
				N	1884.0	7873.6	0.0	0.350	0.612	0.350	Ok
13	2076.0	3655.0	0.0	P	4831.4	8506.1	0.0	0.350	0.464	0.430	Ok
				M	31537.6	3653.4	0.0	0.347	0.025	0.070	Ok
				N	2076.0	7923.0	0.0	0.350	0.601	0.460	Ok
14	1244.0	3655.0	0.0	P	2754.6	8093.2	0.0	0.350	0.563	0.450	Ok
				M	31537.6	3653.4	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1244.0	7706.6	0.0	0.350	0.649	0.470	Ok
15	701.0	5451.0	0.0	P	982.2	7637.6	0.0	0.350	0.665	0.710	Ok
				M	26919.0	5452.0	0.0	0.350	0.030	0.030	Ok
				N	701.0	7557.8	0.0	0.350	0.683	0.720	Ok
16	1244.0	3655.0	0.0	P	2754.6	8093.2	0.0	0.350	0.563	0.450	Ok
				M	31537.6	3653.4	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1244.0	7706.6	0.0	0.350	0.649	0.470	Ok
17	586.0	6662.0	0.0	P	663.8	7545.9	0.0	0.350	0.686	0.880	Ok
				M	22989.8	6663.4	0.0	0.350	0.079	0.030	Ok
				N	586.0	7521.1	0.0	0.350	0.692	0.890	Ok
18	451.0	5451.0	0.0	P	623.3	7533.0	0.0	0.350	0.689	0.720	Ok
				M	26919.0	5452.0	0.0	0.350	0.030	0.020	Ok
				N	451.0	7477.9	0.0	0.350	0.702	0.730	Ok
19	586.0	6662.0	0.0	P	663.8	7545.9	0.0	0.350	0.686	0.880	Ok
				M	22989.8	6663.4	0.0	0.350	0.079	0.030	Ok
				N	586.0	7521.1	0.0	0.350	0.692	0.890	Ok
20	1244.0	3655.0	0.0	P	2754.6	8093.2	0.0	0.350	0.563	0.450	Ok
				M	31537.6	3653.4	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1244.0	7706.6	0.0	0.350	0.649	0.470	Ok
21	586.0	6662.0	0.0	P	663.8	7545.9	0.0	0.350	0.686	0.880	Ok
				M	22989.8	6663.4	0.0	0.350	0.079	0.030	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	14	03	005	C	60

				N	586.0	7521.1	0.0	0.350	0.692	0.890	Ok
22	1244.0	3655.0	0.0	P	2754.6	8093.2	0.0	0.350	0.563	0.450	Ok
				M	31537.6	3653.4	0.0	0.347	0.025	0.040	Ok
				N	1244.0	7706.6	0.0	0.350	0.649	0.470	Ok
23	2076.0	3655.0	0.0	P	4831.4	8506.1	0.0	0.350	0.464	0.430	Ok
				M	31537.6	3653.4	0.0	0.347	0.025	0.070	Ok
				N	2076.0	7923.0	0.0	0.350	0.601	0.460	Ok
24	451.0	5451.0	0.0	P	623.3	7533.0	0.0	0.350	0.689	0.720	Ok
				M	26919.0	5452.0	0.0	0.350	0.030	0.020	Ok
				N	451.0	7477.9	0.0	0.350	0.702	0.730	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	586.0	6662.0	0.0	P	663.8	7545.9	0.0	0.350	0.686	0.880	Ok
5	3689.0	3703.0	0.0	M	31435.1	3701.9	0.0	0.348	0.023	0.120	Ok
17	586.0	6662.0	0.0	N	586.0	7521.1	0.0	0.350	0.692	0.890	Ok

Verifiche taglio-torsione

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 / 10.0, 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	982.00	0.00	0.00	3129.00	1.126	2.50	0.3901	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3901	0.0000	0.0000	0.3901	
	4208.01	4208.01	1793.33	0.2334	0.0000	0.0000	0.2334	
2 SLU	670.00	0.00	0.00	2541.00	1.103	2.50	0.2662	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2662	0.0000	0.0000	0.2662	
	4119.33	4119.33	1793.33	0.1626	0.0000	0.0000	0.1626	
3 SLU	984.00	0.00	0.00	3111.00	1.126	2.50	0.3909	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3909	0.0000	0.0000	0.3909	
	4205.29	4205.29	1793.33	0.2340	0.0000	0.0000	0.2340	
4 SLU	670.00	0.00	0.00	2541.00	1.103	2.50	0.2662	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2662	0.0000	0.0000	0.2662	
	4119.33	4119.33	1793.33	0.1626	0.0000	0.0000	0.1626	
5 SLU	964.00	0.00	0.00	3689.00	1.149	2.50	0.3830	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3830	0.0000	0.0000	0.3830	
	4292.46	4292.46	1793.33	0.2246	0.0000	0.0000	0.2246	
6 SLU	717.00	0.00	0.00	1884.00	1.076	2.50	0.2848	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2848	0.0000	0.0000	0.2848	
	4020.25	4020.25	1793.33	0.1783	0.0000	0.0000	0.1783	
7 SLU	984.00	0.00	0.00	3111.00	1.126	2.50	0.3909	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3909	0.0000	0.0000	0.3909	
	4205.29	4205.29	1793.33	0.2340	0.0000	0.0000	0.2340	
8 SLU	664.00	0.00	0.00	2462.00	1.099	2.50	0.2638	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2638	0.0000	0.0000	0.2638	
	4107.42	4107.42	1793.33	0.1617	0.0000	0.0000	0.1617	
9 SLU	982.00	0.00	0.00	3129.00	1.126	2.50	0.3901	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3901	0.0000	0.0000	0.3901	
	4208.01	4208.01	1793.33	0.2334	0.0000	0.0000	0.2334	
10 SLU	670.00	0.00	0.00	2541.00	1.103	2.50	0.2662	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2662	0.0000	0.0000	0.2662	

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	14	03	005	C	61

	4119.33	4119.33	1793.33	0.1626	0.0000	0.0000	0.1626	
11 SLU	964.00	0.00	0.00	3689.00	1.149	2.50	0.3830	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3830	0.0000	0.0000	0.3830	
	4292.46	4292.46	1793.33	0.2246	0.0000	0.0000	0.2246	
12 SLU	720.00	0.00	0.00	1884.00	1.076	2.50	0.2860	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2860	0.0000	0.0000	0.2860	
	4020.25	4020.25	1793.33	0.1791	0.0000	0.0000	0.1791	
13 SLU	952.00	0.00	0.00	2076.00	1.084	2.50	0.3782	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3782	0.0000	0.0000	0.3782	
	4049.21	4049.21	1793.33	0.2351	0.0000	0.0000	0.2351	
14 SLU	952.00	0.00	0.00	1244.00	1.050	2.50	0.3782	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3782	0.0000	0.0000	0.3782	
	3923.74	3923.74	1793.33	0.2426	0.0000	0.0000	0.2426	
15 SLU	1420.00	0.00	0.00	701.00	1.028	2.50	0.5641	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.5641	0.0000	0.0000	0.5641	
	3841.85	3841.85	1793.33	0.3696	0.0000	0.0000	0.3696	
16 SLU	952.00	0.00	0.00	1244.00	1.050	2.50	0.3782	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3782	0.0000	0.0000	0.3782	
	3923.74	3923.74	1793.33	0.2426	0.0000	0.0000	0.2426	
17 SLU	1735.00	0.00	0.00	586.00	1.024	2.50	0.6892	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.6892	0.0000	0.0000	0.6892	
	3824.51	3824.51	1793.33	0.4537	0.0000	0.0000	0.4537	
18 SLU	1420.00	0.00	0.00	451.00	1.018	2.50	0.5641	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.5641	0.0000	0.0000	0.5641	
	3804.15	3804.15	1793.33	0.3733	0.0000	0.0000	0.3733	
19 SLU	1735.00	0.00	0.00	586.00	1.024	2.50	0.6892	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.6892	0.0000	0.0000	0.6892	
	3824.51	3824.51	1793.33	0.4537	0.0000	0.0000	0.4537	
20 SLU	952.00	0.00	0.00	1244.00	1.050	2.50	0.3782	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3782	0.0000	0.0000	0.3782	
	3923.74	3923.74	1793.33	0.2426	0.0000	0.0000	0.2426	
21 SLU	1735.00	0.00	0.00	586.00	1.024	2.50	0.6892	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.6892	0.0000	0.0000	0.6892	
	3824.51	3824.51	1793.33	0.4537	0.0000	0.0000	0.4537	
22 SLU	952.00	0.00	0.00	1244.00	1.050	2.50	0.3782	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3782	0.0000	0.0000	0.3782	
	3923.74	3923.74	1793.33	0.2426	0.0000	0.0000	0.2426	
23 SLU	952.00	0.00	0.00	2076.00	1.084	2.50	0.3782	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3782	0.0000	0.0000	0.3782	
	4049.21	4049.21	1793.33	0.2351	0.0000	0.0000	0.2351	
24 SLU	1420.00	0.00	0.00	451.00	1.018	2.50	0.5641	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.5641	0.0000	0.0000	0.5641	
	3804.15	3804.15	1793.33	0.3733	0.0000	0.0000	0.3733	

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	2536.0	0.0	2162.0	8075.6	0.54	-130073.9	0.36	Ok
26	2389.0	0.0	2593.0	7666.0	0.51	-108116.2	0.30	Ok
27	2540.0	0.0	2127.0	8083.9	0.54	-131303.0	0.36	Ok
28	2389.0	0.0	2593.0	7666.0	0.51	-108116.2	0.30	Ok
29	2389.0	0.0	2593.0	7666.0	0.51	-108116.2	0.30	Ok
30	2374.0	0.0	2288.0	7588.6	0.51	-114821.1	0.32	Ok
31	2540.0	0.0	2127.0	8083.9	0.54	-131303.0	0.36	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	14	03	005	C	62

32	2362.0	0.0	2285.0	7551.1	0.51	-114018.4	0.32	Ok
33	2536.0	0.0	2162.0	8075.6	0.54	-130073.9	0.36	Ok
34	2389.0	0.0	2593.0	7666.0	0.51	-108116.2	0.30	Ok
35	2389.0	0.0	2593.0	7666.0	0.51	-108116.2	0.30	Ok
36	2540.0	0.0	2127.0	8083.9	0.54	-131303.0	0.36	Ok

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

Valori limite:

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

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	2424.0	0.0	2281.0	0.16	0.41	Ok
38	2287.0	0.0	2624.0	0.13	0.32	Ok
39	2427.0	0.0	2255.0	0.17	0.41	Ok
40	2287.0	0.0	2624.0	0.13	0.32	Ok
41	2315.0	0.0	2605.0	0.13	0.33	Ok
42	2276.0	0.0	2395.0	0.14	0.34	Ok
43	2427.0	0.0	2255.0	0.17	0.41	Ok
44	2266.0	0.0	2393.0	0.14	0.34	Ok
45	2424.0	0.0	2281.0	0.16	0.41	Ok
46	2287.0	0.0	2624.0	0.13	0.32	Ok
47	2315.0	0.0	2605.0	0.13	0.33	Ok
48	2399.0	0.0	2274.0	0.16	0.40	Ok

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

Valori limite:

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

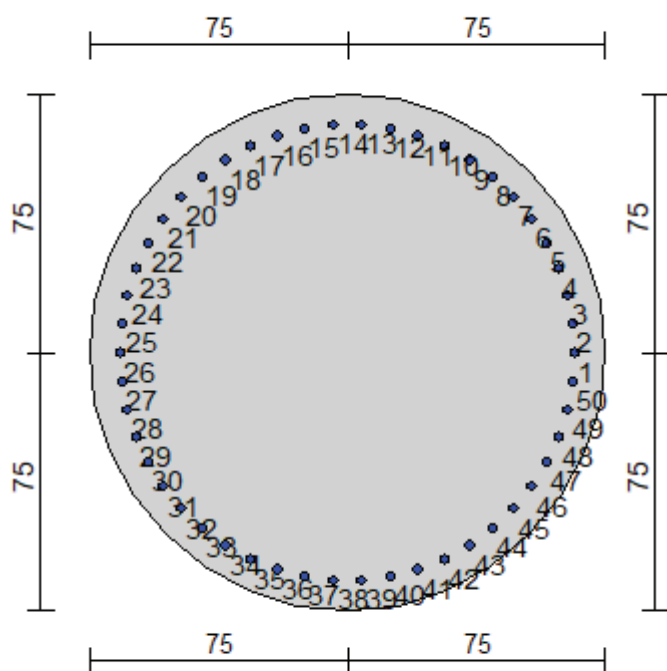
Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	2093.0	0.0	2639.0	6751.0	0.60	0.10	0.34	Ok
50	1981.0	0.0	2718.0	6410.1	0.57	0.08	0.28	Ok
51	2093.0	0.0	2639.0	6751.0	0.60	0.10	0.34	Ok
52	1981.0	0.0	2718.0	6410.1	0.57	0.08	0.28	Ok
53	2093.0	0.0	2639.0	6751.0	0.60	0.10	0.34	Ok
54	1981.0	0.0	2718.0	6410.1	0.57	0.08	0.28	Ok
55	2093.0	0.0	2639.0	6751.0	0.60	0.10	0.34	Ok
56	1981.0	0.0	2718.0	6410.1	0.57	0.08	0.28	Ok
57	2093.0	0.0	2639.0	6751.0	0.60	0.10	0.34	Ok
58	1981.0	0.0	2718.0	6410.1	0.57	0.08	0.28	Ok
59	2093.0	0.0	2639.0	6751.0	0.60	0.10	0.34	Ok
60	1981.0	0.0	2718.0	6410.1	0.57	0.08	0.28	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	14	03	005	C	63

10.2 PALIFICATE PILA 01-04



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

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	14	03	005	C	64

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	5.31	no
2	140.8	83.3	5.31	no
3	139.2	91.5	5.31	no
4	136.6	99.4	5.31	no
5	133.1	106.9	5.31	no
6	128.6	114.0	5.31	no
7	123.3	120.4	5.31	no
8	117.3	126.1	5.31	no
9	110.5	131.0	5.31	no
10	103.2	135.0	5.31	no
11	95.5	138.1	5.31	no
12	87.4	140.1	5.31	no
13	79.2	141.2	5.31	no
14	70.8	141.2	5.31	no
15	62.6	140.1	5.31	no
16	54.5	138.1	5.31	no
17	46.8	135.0	5.31	no
18	39.5	131.0	5.31	no
19	32.7	126.1	5.31	no
20	26.7	120.4	5.31	no
21	21.4	114.0	5.31	no
22	16.9	106.9	5.31	no
23	13.4	99.4	5.31	no
24	10.8	91.5	5.31	no
25	9.2	83.3	5.31	no
26	8.7	75.0	5.31	no
27	9.2	66.7	5.31	no
28	10.8	58.5	5.31	no
29	13.4	50.6	5.31	no
30	16.9	43.1	5.31	no
31	21.4	36.0	5.31	no
32	26.7	29.6	5.31	no
33	32.7	23.9	5.31	no
34	39.5	19.0	5.31	no
35	46.8	15.0	5.31	no
36	54.5	11.9	5.31	no
37	62.6	9.9	5.31	no
38	70.8	8.8	5.31	no
39	79.2	8.8	5.31	no
40	87.4	9.9	5.31	no
41	95.5	11.9	5.31	no
42	103.2	15.0	5.31	no
43	110.5	19.0	5.31	no
44	117.3	23.9	5.31	no
45	123.3	29.6	5.31	no
46	128.6	36.0	5.31	no
47	133.1	43.1	5.31	no
48	136.6	50.6	5.31	no
49	139.2	58.5	5.31	no
50	140.8	66.7	5.31	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	14	03	005	C	65

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, Mx e My:

asse N - (Mx = 0, My = 0) Nu = -10387.7 kN
 asse N + (Mx = 0, My = 0) Nu = 35162.0 kN
 asse Mx + (N = 0, My = 0) Mxu = 5690.3 kN m
 asse Mx - (N = 0, My = 0) Mxu = -5690.3 kN m
 asse My + (N = 0, Mx = 0) Myu = 5693.9 kN m
 asse My - (N = 0, Mx = 0) Myu = -5693.9 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

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

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 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	3191.0	1243.0	0.0	P	17411.4	6782.3	0.0	0.350	0.134	0.180	Ok
				M	32644.5	1241.6	0.0	0.276	0.109	0.100	Ok
				N	3191.0	6721.6	0.0	0.350	0.606	0.180	Ok
2	3394.0	309.0	0.0	P	29633.2	2697.9	0.0	0.330	0.044	0.110	Ok
				M	34559.5	307.9	0.0	0.227	0.167	0.100	Ok
				N	3394.0	6776.8	0.0	0.350	0.591	0.050	Ok
3	2374.0	793.0	0.0	P	19130.1	6390.1	0.0	0.350	0.106	0.120	Ok
				M	33569.9	791.5	0.0	0.255	0.134	0.070	Ok
				N	2374.0	6493.7	0.0	0.350	0.666	0.120	Ok
4	4123.0	309.0	0.0	P	30489.4	2285.0	0.0	0.316	0.061	0.140	Ok
				M	34559.5	307.9	0.0	0.227	0.167	0.120	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	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	66

				N	4123.0	6955.2	0.0	0.350	0.545	0.040	Ok
5	4606.0	316.0	0.0	P	30839.5	2115.8	0.0	0.310	0.068	0.150	Ok
				M	34545.3	314.8	0.0	0.228	0.167	0.130	Ok
				N	4606.0	7063.2	0.0	0.350	0.516	0.040	Ok
6	3437.0	792.0	0.0	P	23046.6	5310.7	0.0	0.350	0.049	0.150	Ok
				M	33572.0	790.5	0.0	0.255	0.134	0.100	Ok
				N	3437.0	6788.4	0.0	0.350	0.588	0.120	Ok
7	3191.0	1243.0	0.0	P	17411.4	6782.3	0.0	0.350	0.134	0.180	Ok
				M	32644.5	1241.6	0.0	0.276	0.109	0.100	Ok
				N	3191.0	6721.6	0.0	0.350	0.606	0.180	Ok
8	3394.0	309.0	0.0	P	29633.2	2697.9	0.0	0.330	0.044	0.110	Ok
				M	34559.5	307.9	0.0	0.227	0.167	0.100	Ok
				N	3394.0	6776.8	0.0	0.350	0.591	0.050	Ok
9	3468.0	1059.0	0.0	P	20122.3	6144.6	0.0	0.350	0.091	0.170	Ok
				M	33023.5	1057.4	0.0	0.268	0.119	0.110	Ok
				N	3468.0	6796.7	0.0	0.350	0.586	0.160	Ok
10	3394.0	309.0	0.0	P	29633.2	2697.9	0.0	0.330	0.044	0.110	Ok
				M	34559.5	307.9	0.0	0.227	0.167	0.100	Ok
				N	3394.0	6776.8	0.0	0.350	0.591	0.050	Ok
11	3191.0	1243.0	0.0	P	17411.4	6782.3	0.0	0.350	0.134	0.180	Ok
				M	32644.5	1241.6	0.0	0.276	0.109	0.100	Ok
				N	3191.0	6721.6	0.0	0.350	0.606	0.180	Ok
12	2374.0	793.0	0.0	P	19130.1	6390.1	0.0	0.350	0.106	0.120	Ok
				M	33569.9	791.5	0.0	0.255	0.134	0.070	Ok
				N	2374.0	6493.7	0.0	0.350	0.666	0.120	Ok
13	2029.0	1972.0	0.0	P	7792.9	7574.0	0.0	0.350	0.366	0.260	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.070	Ok
				N	2029.0	6389.3	0.0	0.350	0.695	0.310	Ok
14	687.0	1972.0	0.0	P	2250.0	6458.4	0.0	0.350	0.676	0.310	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.020	Ok
				N	687.0	5946.3	0.0	0.350	0.823	0.330	Ok
15	-247.0	4415.0	0.0	P	-311.7	5572.2	0.0	0.350	0.940	0.790	Ok
				M	-2958.1	4416.6	0.0	0.350	1.402	0.080	Ok
				N	-247.0	5596.8	0.0	0.350	0.932	0.790	Ok
16	687.0	1972.0	0.0	P	2250.0	6458.4	0.0	0.350	0.676	0.310	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.020	Ok
				N	687.0	5946.3	0.0	0.350	0.823	0.330	Ok
17	-688.0	5068.0	0.0	P	-733.7	5404.7	0.0	0.350	0.998	0.940	Ok
				M	-1535.3	5068.6	0.0	0.350	1.122	0.450	Ok
				N	-688.0	5423.6	0.0	0.350	0.991	0.930	Ok
18	-247.0	4415.0	0.0	P	-311.7	5572.2	0.0	0.350	0.940	0.790	Ok
				M	-2958.1	4416.6	0.0	0.350	1.402	0.080	Ok
				N	-247.0	5596.8	0.0	0.350	0.932	0.790	Ok
19	-688.0	5068.0	0.0	P	-733.7	5404.7	0.0	0.350	0.998	0.940	Ok
				M	-1535.3	5068.6	0.0	0.350	1.122	0.450	Ok
				N	-688.0	5423.6	0.0	0.350	0.991	0.930	Ok
20	1161.0	1972.0	0.0	P	4090.5	6947.8	0.0	0.350	0.547	0.280	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.040	Ok
				N	1161.0	6109.4	0.0	0.350	0.775	0.320	Ok
21	-688.0	5068.0	0.0	P	-733.7	5404.7	0.0	0.350	0.998	0.940	Ok
				M	-1535.3	5068.6	0.0	0.350	1.122	0.450	Ok
				N	-688.0	5423.6	0.0	0.350	0.991	0.930	Ok
22	1161.0	1972.0	0.0	P	4090.5	6947.8	0.0	0.350	0.547	0.280	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.040	Ok
				N	1161.0	6109.4	0.0	0.350	0.775	0.320	Ok
23	1161.0	1972.0	0.0	P	4090.5	6947.8	0.0	0.350	0.547	0.280	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.040	Ok
				N	1161.0	6109.4	0.0	0.350	0.775	0.320	Ok
24	687.0	1972.0	0.0	P	2250.0	6458.4	0.0	0.350	0.676	0.310	Ok
				M	31140.0	1970.5	0.0	0.305	0.074	0.020	Ok
				N	687.0	5946.3	0.0	0.350	0.823	0.330	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	14	03	005	C	67

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	-688.0	5068.0	0.0	P	-733.7	5404.7	0.0	0.350	0.998	0.940	Ok
17	-688.0	5068.0	0.0	M	-1535.3	5068.6	0.0	0.350	1.122	0.450	Ok
17	-688.0	5068.0	0.0	N	-688.0	5423.6	0.0	0.350	0.991	0.930	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.5 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.5 (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	324.00	0.00	0.00	3191.00	1.129	2.50	0.1929	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1929	0.0000	0.0000	0.1929	
	4220.70	4220.70	1793.33	0.0768	0.0000	0.0000	0.0768	
2 SLU	80.00	0.00	0.00	3394.00	1.137	2.50	0.0476	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0476	0.0000	0.0000	0.0476	
	4251.33	4251.33	1793.33	0.0188	0.0000	0.0000	0.0188	
3 SLU	207.00	0.00	0.00	2374.00	1.096	2.50	0.1233	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1233	0.0000	0.0000	0.1233	
	4097.39	4097.39	1793.33	0.0505	0.0000	0.0000	0.0505	
4 SLU	80.00	0.00	0.00	4123.00	1.166	2.50	0.0476	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0476	0.0000	0.0000	0.0476	
	4361.36	4361.36	1793.33	0.0183	0.0000	0.0000	0.0183	
5 SLU	82.00	0.00	0.00	4606.00	1.186	2.50	0.0488	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0488	0.0000	0.0000	0.0488	
	4434.26	4434.26	1793.33	0.0185	0.0000	0.0000	0.0185	
6 SLU	206.00	0.00	0.00	3437.00	1.139	2.50	0.1227	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1227	0.0000	0.0000	0.1227	
	4257.82	4257.82	1793.33	0.0484	0.0000	0.0000	0.0484	
7 SLU	324.00	0.00	0.00	3191.00	1.129	2.50	0.1929	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1929	0.0000	0.0000	0.1929	
	4220.70	4220.70	1793.33	0.0768	0.0000	0.0000	0.0768	
8 SLU	80.00	0.00	0.00	3394.00	1.137	2.50	0.0476	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0476	0.0000	0.0000	0.0476	
	4251.33	4251.33	1793.33	0.0188	0.0000	0.0000	0.0188	
9 SLU	276.00	0.00	0.00	3468.00	1.140	2.50	0.1643	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1643	0.0000	0.0000	0.1643	
	4262.50	4262.50	1793.33	0.0648	0.0000	0.0000	0.0648	
10 SLU	80.00	0.00	0.00	3394.00	1.137	2.50	0.0476	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0476	0.0000	0.0000	0.0476	
	4251.33	4251.33	1793.33	0.0188	0.0000	0.0000	0.0188	
11 SLU	324.00	0.00	0.00	3191.00	1.129	2.50	0.1929	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1929	0.0000	0.0000	0.1929	
	4220.70	4220.70	1793.33	0.0768	0.0000	0.0000	0.0768	
12 SLU	207.00	0.00	0.00	2374.00	1.096	2.50	0.1233	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1233	0.0000	0.0000	0.1233	
	4097.39	4097.39	1793.33	0.0505	0.0000	0.0000	0.0505	
13 SLU	514.00	0.00	0.00	2029.00	1.082	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	4045.32	4045.32	1793.33	0.1271	0.0000	0.0000	0.1271	

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	14	03	005	C	68

14 SLU	514.00	0.00	0.00	687.00	1.028	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	3842.78	3842.78	1793.33	0.1338	0.0000	0.0000	0.1338	
15 SLU	1150.00	0.00	0.00	-247.00	1.000	2.50	0.6847	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.6847	0.0000	0.0000	0.6847	
	3739.09	3739.09	1793.33	0.3076	0.0000	0.0000	0.3076	
16 SLU	514.00	0.00	0.00	687.00	1.028	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	3842.78	3842.78	1793.33	0.1338	0.0000	0.0000	0.1338	
17 SLU	1320.00	0.00	0.00	-688.00	1.000	2.50	0.7860	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7860	0.0000	0.0000	0.7860	
	3739.09	3739.09	1793.33	0.3530	0.0000	0.0000	0.3530	
18 SLU	1150.00	0.00	0.00	-247.00	1.000	2.50	0.6847	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.6847	0.0000	0.0000	0.6847	
	3739.09	3739.09	1793.33	0.3076	0.0000	0.0000	0.3076	
19 SLU	1320.00	0.00	0.00	-688.00	1.000	2.50	0.7860	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7860	0.0000	0.0000	0.7860	
	3739.09	3739.09	1793.33	0.3530	0.0000	0.0000	0.3530	
20 SLU	514.00	0.00	0.00	1161.00	1.047	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	3914.31	3914.31	1793.33	0.1313	0.0000	0.0000	0.1313	
21 SLU	1320.00	0.00	0.00	-688.00	1.000	2.50	0.7860	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7860	0.0000	0.0000	0.7860	
	3739.09	3739.09	1793.33	0.3530	0.0000	0.0000	0.3530	
22 SLU	514.00	0.00	0.00	1161.00	1.047	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	3914.31	3914.31	1793.33	0.1313	0.0000	0.0000	0.1313	
23 SLU	514.00	0.00	0.00	1161.00	1.047	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	3914.31	3914.31	1793.33	0.1313	0.0000	0.0000	0.1313	
24 SLU	514.00	0.00	0.00	687.00	1.028	2.50	0.3060	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3060	0.0000	0.0000	0.3060	
	3842.78	3842.78	1793.33	0.1338	0.0000	0.0000	0.1338	

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	849.0	0.0	2395.0	3157.0	0.21	43617.2	0.03	Ok
26	213.0	0.0	3296.0	2010.1	0.13	29304.4	0.05	Ok
27	704.0	0.0	2438.0	2756.3	0.18	38444.1	0.01	Ok
28	213.0	0.0	3296.0	2010.1	0.13	29304.4	0.05	Ok
29	213.0	0.0	3296.0	2010.1	0.13	29304.4	0.05	Ok
30	654.0	0.0	2441.0	2626.7	0.18	36747.8	0.01	Ok
31	849.0	0.0	2395.0	3157.0	0.21	43617.2	0.03	Ok
32	213.0	0.0	3296.0	2010.1	0.13	29304.4	0.05	Ok
33	718.0	0.0	2571.0	2842.1	0.19	39694.9	0.01	Ok
34	213.0	0.0	3296.0	2010.1	0.13	29304.4	0.05	Ok
35	849.0	0.0	2395.0	3157.0	0.21	43617.2	0.03	Ok
36	613.0	0.0	2641.0	2610.2	0.17	36706.3	0.00	Ok

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

Valori limite:

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	69

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

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	655.0	0.0	2572.0	0.00	0.00	Ok
38	160.0	0.0	3266.0	0.00	0.00	Ok
39	544.0	0.0	2604.0	0.00	0.00	Ok
40	160.0	0.0	3266.0	0.00	0.00	Ok
41	167.0	0.0	3248.0	0.00	0.00	Ok
42	490.0	0.0	2624.0	0.00	0.00	Ok
43	655.0	0.0	2572.0	0.00	0.00	Ok
44	160.0	0.0	3266.0	0.00	0.00	Ok
45	557.0	0.0	2704.0	0.00	0.00	Ok
46	160.0	0.0	3266.0	0.00	0.00	Ok
47	655.0	0.0	2572.0	0.00	0.00	Ok
48	460.0	0.0	2774.0	0.00	0.00	Ok

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

Valori limite:

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

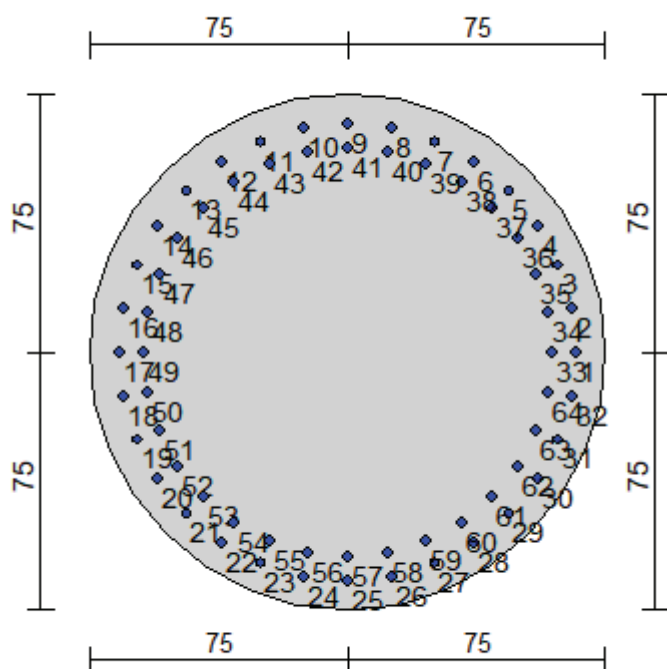
Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	75.0	0.0	3102.0	1609.1	0.14	0.00	0.00	Ok
50	0.0	0.0	3174.0	1473.5	0.13	0.00	0.00	Ok
51	75.0	0.0	3102.0	1609.1	0.14	0.00	0.00	Ok
52	0.0	0.0	3174.0	1473.5	0.13	0.00	0.00	Ok
53	75.0	0.0	3102.0	1609.1	0.14	0.00	0.00	Ok
54	0.0	0.0	3174.0	1473.5	0.13	0.00	0.00	Ok
55	75.0	0.0	3102.0	1609.1	0.14	0.00	0.00	Ok
56	0.0	0.0	3174.0	1473.5	0.13	0.00	0.00	Ok
57	75.0	0.0	3102.0	1609.1	0.14	0.00	0.00	Ok
58	0.0	0.0	3174.0	1473.5	0.13	0.00	0.00	Ok
59	75.0	0.0	3102.0	1609.1	0.14	0.00	0.00	Ok
60	0.0	0.0	3174.0	1473.5	0.13	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	14	03	005	C	70

10.3 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

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	14	03	005	C	71

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	141.4	75.0	6.16	no
2	140.1	88.0	6.16	no
3	136.3	100.4	6.16	no
4	130.2	111.9	6.16	no
5	122.0	122.0	6.16	no
6	111.9	130.2	6.16	no
7	100.4	136.3	6.16	no
8	88.0	140.1	6.16	no
9	75.0	141.4	6.16	no
10	62.0	140.1	6.16	no
11	49.6	136.3	6.16	no
12	38.1	130.2	6.16	no
13	28.0	122.0	6.16	no
14	19.8	111.9	6.16	no
15	13.7	100.4	6.16	no
16	9.9	88.0	6.16	no
17	8.6	75.0	6.16	no
18	9.9	62.0	6.16	no
19	13.7	49.6	6.16	no
20	19.8	38.1	6.16	no
21	28.0	28.0	6.16	no
22	38.1	19.8	6.16	no
23	49.6	13.7	6.16	no
24	62.0	9.9	6.16	no
25	75.0	8.6	6.16	no
26	88.0	9.9	6.16	no
27	100.4	13.7	6.16	no
28	111.9	19.8	6.16	no
29	122.0	28.0	6.16	no
30	130.2	38.1	6.16	no
31	136.3	49.6	6.16	no
32	140.1	62.0	6.16	no
33	134.6	75.0	6.16	no
34	133.5	86.6	6.16	no
35	130.1	97.8	6.16	no
36	124.6	108.1	6.16	no
37	117.1	117.1	6.16	no
38	108.1	124.6	6.16	no
39	97.8	130.1	6.16	no
40	86.6	133.5	6.16	no
41	75.0	134.6	6.16	no
42	63.4	133.5	6.16	no
43	52.2	130.1	6.16	no
44	41.9	124.6	6.16	no
45	32.9	117.1	6.16	no
46	25.4	108.1	6.16	no
47	19.9	97.8	6.16	no
48	16.5	86.6	6.16	no
49	15.4	75.0	6.16	no
50	16.5	63.4	6.16	no
51	19.9	52.2	6.16	no
52	25.4	41.9	6.16	no
53	32.9	32.9	6.16	no
54	41.9	25.4	6.16	no
55	52.2	19.9	6.16	no
56	63.4	16.5	6.16	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	14	03	005	C	72

57	75.0	15.4	6.16	no
58	86.6	16.5	6.16	no
59	97.8	19.9	6.16	no
60	108.1	25.4	6.16	no
61	117.1	32.9	6.16	no
62	124.6	41.9	6.16	no
63	130.1	52.2	6.16	no
64	133.5	63.4	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

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, Mx e My:

asse N - (Mx = 0, My = 0)	Nu = -15420.6 kN
asse N + (Mx = 0, My = 0)	Nu = 40194.8 kN
asse Mx + (N = 0, My = 0)	Mxu = 7761.1 kN m
asse Mx - (N = 0, My = 0)	Mxu = -7761.1 kN m
asse My + (N = 0, Mx = 0)	Myu = 7761.1 kN m
asse My - (N = 0, Mx = 0)	Myu = -7761.1 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 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	14	03	005	C	73

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	1878.0	4102.0	0.0	P	4002.9	8743.3	0.0	0.350	0.495	0.470	Ok
				M	31520.7	4098.2	0.0	0.350	0.015	0.060	Ok
				N	1878.0	8273.2	0.0	0.350	0.600	0.500	Ok
2	1827.0	2429.0	0.0	P	6885.5	9154.3	0.0	0.350	0.384	0.270	Ok
				M	35094.3	2427.2	0.0	0.307	0.071	0.050	Ok
				N	1827.0	8260.3	0.0	0.350	0.603	0.290	Ok
3	1784.0	4137.0	0.0	P	3750.8	8697.9	0.0	0.350	0.506	0.480	Ok
				M	31437.6	4133.3	0.0	0.350	0.014	0.060	Ok
				N	1784.0	8249.4	0.0	0.350	0.605	0.500	Ok
4	1827.0	2429.0	0.0	P	6885.5	9154.3	0.0	0.350	0.384	0.270	Ok
				M	35094.3	2427.2	0.0	0.307	0.071	0.050	Ok
				N	1827.0	8260.3	0.0	0.350	0.603	0.290	Ok
5	2461.0	3510.0	0.0	P	6382.3	9102.8	0.0	0.350	0.401	0.390	Ok
				M	32810.7	3508.1	0.0	0.339	0.033	0.080	Ok
				N	2461.0	8418.7	0.0	0.350	0.568	0.420	Ok
6	952.0	3287.0	0.0	P	2436.5	8412.7	0.0	0.350	0.569	0.390	Ok
				M	33282.0	3285.0	0.0	0.333	0.041	0.030	Ok
				N	952.0	8036.5	0.0	0.350	0.653	0.410	Ok
7	1317.0	4790.0	0.0	P	2304.0	8379.8	0.0	0.350	0.577	0.570	Ok
				M	29812.8	4789.3	0.0	0.350	0.005	0.040	Ok
				N	1317.0	8130.5	0.0	0.350	0.632	0.590	Ok
8	1756.0	2389.0	0.0	P	6716.1	9137.2	0.0	0.350	0.390	0.260	Ok
				M	35178.9	2387.2	0.0	0.306	0.073	0.050	Ok
				N	1756.0	8242.4	0.0	0.350	0.607	0.290	Ok
9	1878.0	4102.0	0.0	P	4002.9	8743.3	0.0	0.350	0.495	0.470	Ok
				M	31520.7	4098.2	0.0	0.350	0.015	0.060	Ok
				N	1878.0	8273.2	0.0	0.350	0.600	0.500	Ok
10	1827.0	2429.0	0.0	P	6885.5	9154.3	0.0	0.350	0.384	0.270	Ok
				M	35094.3	2427.2	0.0	0.307	0.071	0.050	Ok
				N	1827.0	8260.3	0.0	0.350	0.603	0.290	Ok
11	1317.0	4790.0	0.0	P	2304.0	8379.8	0.0	0.350	0.577	0.570	Ok
				M	29812.8	4789.3	0.0	0.350	0.005	0.040	Ok
				N	1317.0	8130.5	0.0	0.350	0.632	0.590	Ok
12	1042.0	3230.0	0.0	P	2737.8	8486.7	0.0	0.350	0.553	0.380	Ok
				M	33402.3	3228.1	0.0	0.331	0.043	0.030	Ok
				N	1042.0	8059.8	0.0	0.350	0.648	0.400	Ok
13	1351.0	3488.0	0.0	P	3339.0	8620.6	0.0	0.350	0.524	0.400	Ok
				M	32857.3	3486.1	0.0	0.338	0.034	0.040	Ok
				N	1351.0	8139.2	0.0	0.350	0.630	0.430	Ok
14	738.0	3488.0	0.0	P	1743.3	8239.1	0.0	0.350	0.608	0.420	Ok
				M	32857.3	3486.1	0.0	0.338	0.034	0.020	Ok
				N	738.0	7981.0	0.0	0.350	0.666	0.440	Ok
15	435.0	4946.0	0.0	P	701.1	7971.4	0.0	0.350	0.668	0.620	Ok
				M	29401.0	4945.1	0.0	0.350	0.009	0.010	Ok
				N	435.0	7897.5	0.0	0.350	0.685	0.630	Ok
16	738.0	3488.0	0.0	P	1743.3	8239.1	0.0	0.350	0.608	0.420	Ok
				M	32857.3	3486.1	0.0	0.338	0.034	0.020	Ok
				N	738.0	7981.0	0.0	0.350	0.666	0.440	Ok
17	-257.0	6656.0	0.0	P	-296.0	7667.2	0.0	0.350	0.740	0.870	Ok
				M	-3122.2	6656.5	0.0	0.350	0.987	0.080	Ok
				N	-257.0	7679.7	0.0	0.350	0.737	0.870	Ok
18	251.0	4946.0	0.0	P	400.2	7886.7	0.0	0.350	0.688	0.630	Ok
				M	29401.0	4945.1	0.0	0.350	0.009	0.010	Ok
				N	251.0	7840.0	0.0	0.350	0.699	0.630	Ok
19	-257.0	6656.0	0.0	P	-296.0	7667.2	0.0	0.350	0.740	0.870	Ok
				M	-3122.2	6656.5	0.0	0.350	0.987	0.080	Ok
				N	-257.0	7679.7	0.0	0.350	0.737	0.870	Ok
20	738.0	3488.0	0.0	P	1743.3	8239.1	0.0	0.350	0.608	0.420	Ok
				M	32857.3	3486.1	0.0	0.338	0.034	0.020	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	14	03	005	C	74

				N	738.0	7981.0	0.0	0.350	0.666	0.440	Ok
21	-257.0	6656.0	0.0	P	-296.0	7667.2	0.0	0.350	0.740	0.870	Ok
				M	-3122.2	6656.5	0.0	0.350	0.987	0.080	Ok
				N	-257.0	7679.7	0.0	0.350	0.737	0.870	Ok
22	738.0	3488.0	0.0	P	1743.3	8239.1	0.0	0.350	0.608	0.420	Ok
				M	32857.3	3486.1	0.0	0.338	0.034	0.020	Ok
				N	738.0	7981.0	0.0	0.350	0.666	0.440	Ok
23	1351.0	3488.0	0.0	P	3339.0	8620.6	0.0	0.350	0.524	0.400	Ok
				M	32857.3	3486.1	0.0	0.338	0.034	0.040	Ok
				N	1351.0	8139.2	0.0	0.350	0.630	0.430	Ok
24	251.0	4946.0	0.0	P	400.2	7886.7	0.0	0.350	0.688	0.630	Ok
				M	29401.0	4945.1	0.0	0.350	0.009	0.010	Ok
				N	251.0	7840.0	0.0	0.350	0.699	0.630	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	-257.0	6656.0	0.0	P	-296.0	7667.2	0.0	0.350	0.740	0.870	Ok
5	2461.0	3510.0	0.0	M	32810.7	3508.1	0.0	0.339	0.033	0.080	Ok
17	-257.0	6656.0	0.0	N	-257.0	7679.7	0.0	0.350	0.737	0.870	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.4$ (per verif. V_x)

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.4$ (per verif. V_y)

Staffe = $\emptyset 12 / 10.0$, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

V_x, V_y, T, N sollecitazioni ($F = \text{kN}$ e $M = \text{kN m}$)

$VR_{sdx}, VR_{sdy}, TR_{sd}$, resistenze acciaio

$VR_{cdx}, VR_{cdy}, TR_{cd}$, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb	V_x	V_y	T	N	α_c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VR_{sdx}	VR_{sdy}	TR_{sd}	V_x/VR_{sdx}	V_y/VR_{sdy}	T/TR_{sd}	Verif acc	
	VR_{cdx}	VR_{cdy}	TR_{cd}	V_x/VR_{cdx}	V_y/VR_{cdy}	T/TR_{cd}	Verif cls	
1 SLU	1068.00	0.00	0.00	1878.00	1.076	2.50	0.4243	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.4243	0.0000	0.0000	0.4243	
	4019.35	4019.35	1793.33	0.2657	0.0000	0.0000	0.2657	
2 SLU	633.00	0.00	0.00	1827.00	1.074	2.50	0.2515	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2515	0.0000	0.0000	0.2515	
	4011.66	4011.66	1793.33	0.1578	0.0000	0.0000	0.1578	
3 SLU	1077.00	0.00	0.00	1784.00	1.072	2.50	0.4278	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.4278	0.0000	0.0000	0.4278	
	4005.17	4005.17	1793.33	0.2689	0.0000	0.0000	0.2689	
4 SLU	633.00	0.00	0.00	1827.00	1.074	2.50	0.2515	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2515	0.0000	0.0000	0.2515	
	4011.66	4011.66	1793.33	0.1578	0.0000	0.0000	0.1578	
5 SLU	914.00	0.00	0.00	2461.00	1.099	2.50	0.3631	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3631	0.0000	0.0000	0.3631	
	4107.27	4107.27	1793.33	0.2225	0.0000	0.0000	0.2225	
6 SLU	856.00	0.00	0.00	952.00	1.038	2.50	0.3401	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3401	0.0000	0.0000	0.3401	
	3879.70	3879.70	1793.33	0.2206	0.0000	0.0000	0.2206	
7 SLU	1247.00	0.00	0.00	1317.00	1.053	2.50	0.4954	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.4954	0.0000	0.0000	0.4954	
	3934.75	3934.75	1793.33	0.3169	0.0000	0.0000	0.3169	
8 SLU	622.00	0.00	0.00	1756.00	1.071	2.50	0.2471	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2471	0.0000	0.0000	0.2471	
	4000.95	4000.95	1793.33	0.1555	0.0000	0.0000	0.1555	
9 SLU	1068.00	0.00	0.00	1878.00	1.076	2.50	0.4243	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.4243	0.0000	0.0000	0.4243	

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	14	03	005	C	75

	4019.35	4019.35	1793.33	0.2657	0.0000	0.0000	0.2657	
10 SLU	633.00	0.00	0.00	1827.00	1.074	2.50	0.2515	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.2515	0.0000	0.0000	0.2515	
	4011.66	4011.66	1793.33	0.1578	0.0000	0.0000	0.1578	
11 SLU	1247.00	0.00	0.00	1317.00	1.053	2.50	0.4954	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.4954	0.0000	0.0000	0.4954	
	3934.75	3934.75	1793.33	0.3169	0.0000	0.0000	0.3169	
12 SLU	841.00	0.00	0.00	1042.00	1.042	2.50	0.3341	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3341	0.0000	0.0000	0.3341	
	3893.27	3893.27	1793.33	0.2160	0.0000	0.0000	0.2160	
13 SLU	908.00	0.00	0.00	1351.00	1.055	2.50	0.3607	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3607	0.0000	0.0000	0.3607	
	3939.87	3939.87	1793.33	0.2305	0.0000	0.0000	0.2305	
14 SLU	908.00	0.00	0.00	738.00	1.030	2.50	0.3607	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3607	0.0000	0.0000	0.3607	
	3847.43	3847.43	1793.33	0.2360	0.0000	0.0000	0.2360	
15 SLU	1288.00	0.00	0.00	435.00	1.018	2.50	0.5117	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.5117	0.0000	0.0000	0.5117	
	3801.73	3801.73	1793.33	0.3388	0.0000	0.0000	0.3388	
16 SLU	908.00	0.00	0.00	738.00	1.030	2.50	0.3607	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3607	0.0000	0.0000	0.3607	
	3847.43	3847.43	1793.33	0.2360	0.0000	0.0000	0.2360	
17 SLU	1733.00	0.00	0.00	-257.00	1.000	2.50	0.6884	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.6884	0.0000	0.0000	0.6884	
	3736.13	3736.13	1793.33	0.4638	0.0000	0.0000	0.4638	
18 SLU	1288.00	0.00	0.00	251.00	1.010	2.50	0.5117	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.5117	0.0000	0.0000	0.5117	
	3773.99	3773.99	1793.33	0.3413	0.0000	0.0000	0.3413	
19 SLU	1733.00	0.00	0.00	-257.00	1.000	2.50	0.6884	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.6884	0.0000	0.0000	0.6884	
	3736.13	3736.13	1793.33	0.4638	0.0000	0.0000	0.4638	
20 SLU	908.00	0.00	0.00	738.00	1.030	2.50	0.3607	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3607	0.0000	0.0000	0.3607	
	3847.43	3847.43	1793.33	0.2360	0.0000	0.0000	0.2360	
21 SLU	1733.00	0.00	0.00	-257.00	1.000	2.50	0.6884	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.6884	0.0000	0.0000	0.6884	
	3736.13	3736.13	1793.33	0.4638	0.0000	0.0000	0.4638	
22 SLU	908.00	0.00	0.00	738.00	1.030	2.50	0.3607	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3607	0.0000	0.0000	0.3607	
	3847.43	3847.43	1793.33	0.2360	0.0000	0.0000	0.2360	
23 SLU	908.00	0.00	0.00	1351.00	1.055	2.50	0.3607	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.3607	0.0000	0.0000	0.3607	
	3939.87	3939.87	1793.33	0.2305	0.0000	0.0000	0.2305	
24 SLU	1288.00	0.00	0.00	251.00	1.010	2.50	0.5117	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.5117	0.0000	0.0000	0.5117	
	3773.99	3773.99	1793.33	0.3413	0.0000	0.0000	0.3413	

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

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

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

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000.0 \text{ kN/mq}$ (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	2968.0	0.0	1246.0	8955.9	0.60	-178263.6	0.50	Ok
26	2216.0	0.0	1895.0	6834.3	0.46	-108056.7	0.30	Ok
27	3005.0	0.0	1200.0	9056.5	0.61	-182142.3	0.51	Ok
28	2216.0	0.0	1895.0	6834.3	0.46	-108056.7	0.30	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	14	03	005	C	76

29	2216.0	0.0	1895.0	6834.3	0.46	-108056.7	0.30	Ok
30	2846.0	0.0	1247.0	8597.1	0.58	-169534.3	0.47	Ok
31	3223.0	0.0	1014.0	9662.4	0.65	-202758.6	0.56	Ok
32	2216.0	0.0	1895.0	6834.3	0.46	-108056.7	0.30	Ok
33	3005.0	0.0	1200.0	9056.5	0.61	-182142.3	0.51	Ok
34	2216.0	0.0	1895.0	6834.3	0.46	-108056.7	0.30	Ok
35	3223.0	0.0	1014.0	9662.4	0.65	-202758.6	0.56	Ok
36	3005.0	0.0	1200.0	9056.5	0.61	-182142.3	0.51	Ok

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

Valori limite:

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

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	2703.0	0.0	1420.0	0.22	0.56	Ok
38	2098.0	0.0	1934.0	0.12	0.31	Ok
39	2730.0	0.0	1385.0	0.23	0.57	Ok
40	2098.0	0.0	1934.0	0.12	0.31	Ok
41	2140.0	0.0	1907.0	0.13	0.32	Ok
42	2571.0	0.0	1448.0	0.20	0.51	Ok
43	2896.0	0.0	1246.0	0.26	0.64	Ok
44	2098.0	0.0	1934.0	0.12	0.31	Ok
45	2730.0	0.0	1385.0	0.23	0.57	Ok
46	2098.0	0.0	1934.0	0.12	0.31	Ok
47	2896.0	0.0	1246.0	0.26	0.64	Ok
48	2688.0	0.0	1413.0	0.22	0.55	Ok

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

Valori limite:

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

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

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	1994.0	0.0	1943.0	6179.8	0.55	0.11	0.36	Ok
50	1819.0	0.0	2052.0	5670.5	0.51	0.08	0.28	Ok
51	1994.0	0.0	1943.0	6179.8	0.55	0.11	0.36	Ok
52	1819.0	0.0	2052.0	5670.5	0.51	0.08	0.28	Ok
53	1994.0	0.0	1943.0	6179.8	0.55	0.11	0.36	Ok
54	1819.0	0.0	2052.0	5670.5	0.51	0.08	0.28	Ok
55	1994.0	0.0	1943.0	6179.8	0.55	0.11	0.36	Ok
56	1819.0	0.0	2052.0	5670.5	0.51	0.08	0.28	Ok
57	1994.0	0.0	1943.0	6179.8	0.55	0.11	0.36	Ok
58	1819.0	0.0	2052.0	5670.5	0.51	0.08	0.28	Ok
59	1994.0	0.0	1943.0	6179.8	0.55	0.11	0.36	Ok
60	1819.0	0.0	2052.0	5670.5	0.51	0.08	0.28	Ok

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

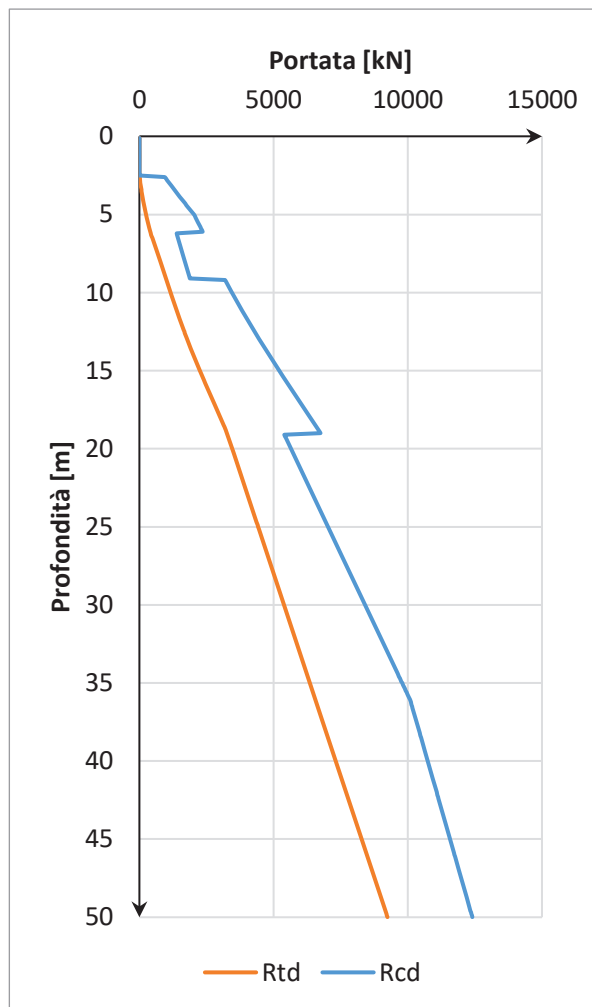
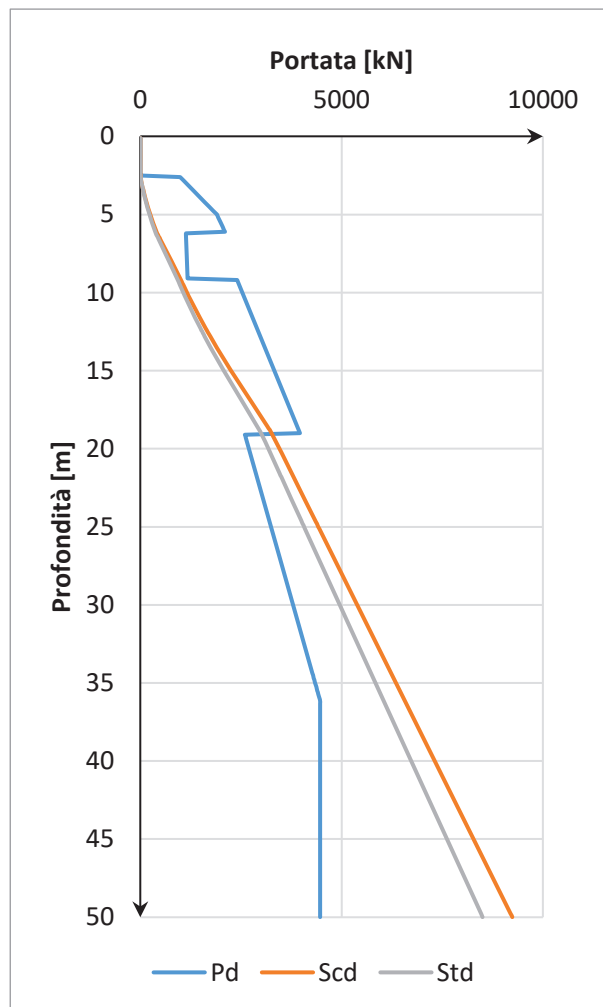
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	77

10.4 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI

Pila	Lunghezza pali	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
Spalla 1	28m	60Φ28	Φ12/10cm
01-04	22m	50Φ26	Φ12/15cm
Spalla 2	28m	64Φ28	Φ12/10cm

11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE

11.1 STRATIGRAFIA 1 (SPALLE)



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	1331.3	79.2	72.8	1339.8	143.5

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	14	03	005	C	78

4.5	1711.7	184.3	169.6	1798.8	266.8
5.5	1992.0	313.4	288.3	2181.7	412.0
6.5	1134.9	477.1	438.9	1435.3	615.6
7.5	1150.3	675.9	621.9	1605.3	842.7
8.5	1165.7	874.8	804.8	1775.4	1069.9
9.5	2452.8	1066.4	981.1	3289.5	1210.8
10.5	2612.2	1255.5	1155.1	3611.5	1411.3
11.5	2771.6	1456.5	1340.0	3945.4	1622.7
12.5	2931.0	1669.3	1535.8	4291.1	1845.0
13.5	3090.4	1894.0	1742.5	4648.7	2078.3
14.5	3249.8	2130.6	1960.1	5018.1	2322.4
15.5	3409.2	2379.0	2188.6	5399.3	2577.4
16.5	3568.6	2632.0	2421.5	5785.3	2836.8
17.5	3727.9	2885.1	2654.3	6171.3	3096.1
18.5	3887.3	3138.2	2887.2	6557.3	3355.5
19.5	2642.1	3361.2	3092.3	5508.5	3587.1
20.5	2751.8	3554.0	3269.7	5784.5	3791.0
21.5	2861.5	3746.9	3447.1	6060.6	3994.9
22.5	2971.2	3939.7	3624.5	6336.6	4198.9
23.5	3081.0	4132.5	3801.9	6612.7	4402.8
24.5	3190.7	4325.4	3979.3	6888.7	4606.7
25.5	3300.4	4518.2	4156.8	7164.8	4810.6
26.5	3410.1	4711.0	4334.2	7440.8	5014.5
27.5	3519.9	4903.9	4511.6	7716.9	5218.4
28.5	3629.6	5096.7	4689.0	7992.9	5422.3
29.5	3739.3	5289.5	4866.4	8269.0	5626.3
30.5	3849.0	5482.4	5043.8	8545.0	5830.2
31.5	3958.8	5675.2	5221.2	8821.1	6034.1
32.5	4068.5	5868.1	5398.6	9097.1	6238.0
33.5	4178.2	6060.9	5576.0	9373.2	6441.9
34.5	4287.9	6253.7	5753.4	9649.2	6645.8
35.5	4397.7	6446.6	5930.8	9925.3	6849.7
36.5	4466.0	6639.4	6108.2	10160.0	7053.7
37.5	4466.0	6832.2	6285.6	10326.3	7257.6
38.5	4466.0	7025.1	6463.1	10492.6	7461.5
39.5	4466.0	7217.9	6640.5	10658.9	7665.4
40.5	4466.0	7410.7	6817.9	10825.3	7869.3
41.5	4466.0	7603.6	6995.3	10991.6	8073.2
42.5	4466.0	7796.4	7172.7	11157.9	8277.1
43.5	4466.0	7989.2	7350.1	11324.2	8481.1
44.5	4466.0	8182.1	7527.5	11490.6	8685.0

LINEA PESCARA – BARI

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

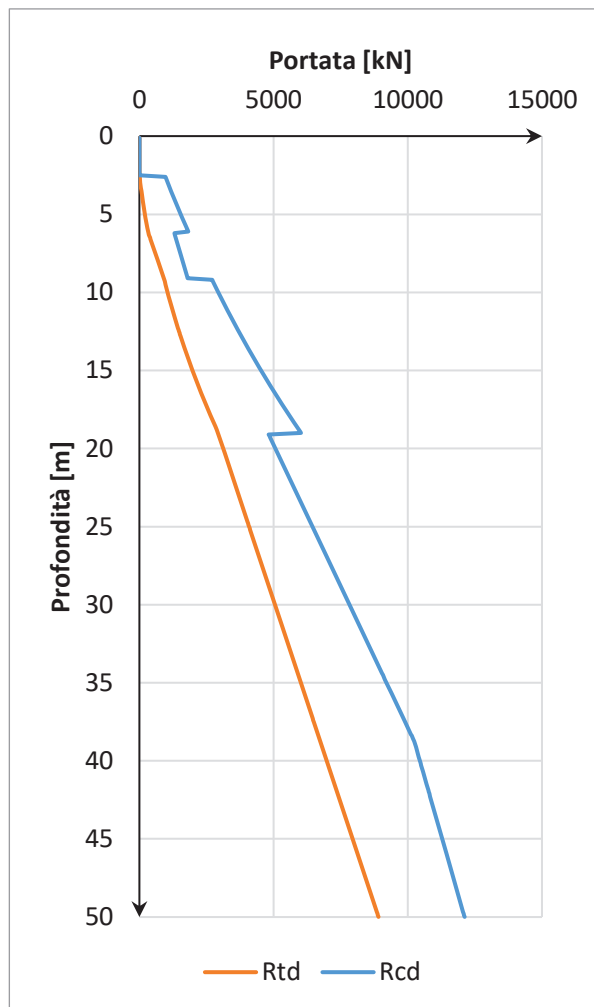
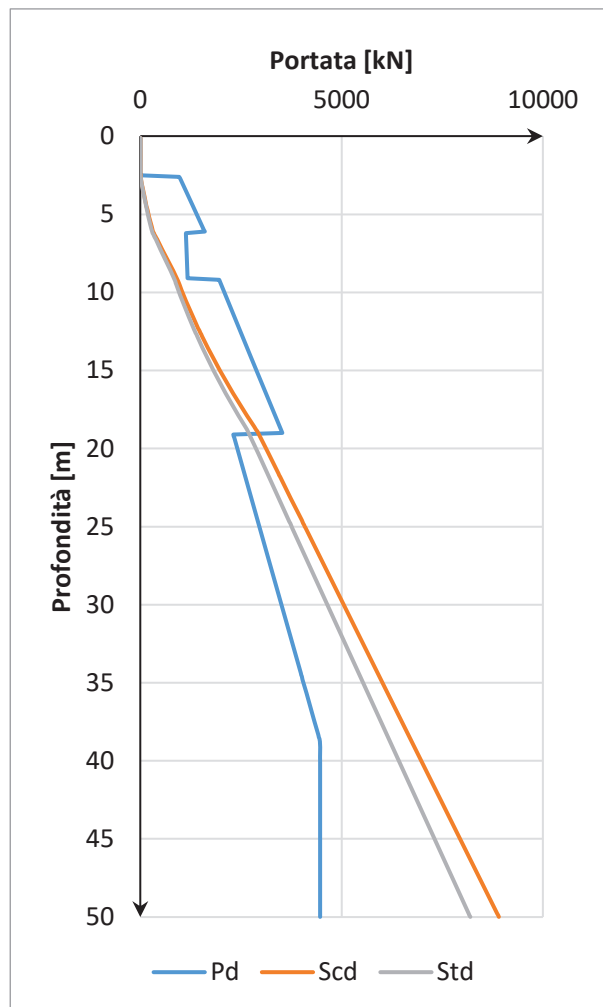
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	79

45.5	4466.0	8374.9	7704.9	11656.9	8888.9
46.5	4466.0	8567.7	7882.3	11823.2	9092.8
47.5	4466.0	8760.6	8059.7	11989.6	9296.7
48.5	4466.0	8953.4	8237.1	12155.9	9500.6
49.5	4466.0	9146.2	8414.5	12322.2	9704.6

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	80

11.2 STRATIGRAFIA 1 (PILE)



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	1131.1	71.7	65.9	1176.3	92.4
4.5	1311.3	155.6	143.2	1413.9	196.2
5.5	1491.5	251.9	231.7	1663.9	311.3
6.5	1134.9	395.1	363.5	1353.3	540.2
7.5	1150.3	593.9	546.4	1523.4	767.3
8.5	1165.7	792.8	729.4	1693.4	994.5
9.5	2010.1	971.3	893.6	2795.8	1079.1
10.5	2169.5	1127.4	1037.2	3084.8	1249.3
11.5	2328.9	1295.4	1191.8	3385.7	1430.4
12.5	2488.2	1475.3	1357.3	3698.5	1622.3
13.5	2647.6	1667.0	1533.7	4023.1	1825.3
14.5	2807.0	1870.6	1721.0	4359.6	2039.1

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	14	03	005	C	81

15.5	2966.4	2086.1	1919.2	4707.9	2263.8
16.5	3125.8	2313.5	2128.4	5068.2	2499.5
17.5	3285.2	2552.7	2348.4	5440.2	2746.0
18.5	3444.6	2803.1	2578.8	5823.6	3002.9
19.5	2353.3	3026.0	2784.0	4928.7	3234.6
20.5	2463.0	3218.9	2961.4	5204.8	3438.5
21.5	2572.8	3411.7	3138.8	5480.8	3642.4
22.5	2682.5	3604.5	3316.2	5756.9	3846.3
23.5	2792.2	3797.4	3493.6	6032.9	4050.2
24.5	2901.9	3990.2	3671.0	6309.0	4254.2
25.5	3011.7	4183.0	3848.4	6585.0	4458.1
26.5	3121.4	4375.9	4025.8	6861.1	4662.0
27.5	3231.1	4568.7	4203.2	7137.1	4865.9
28.5	3340.8	4761.6	4380.6	7413.2	5069.8
29.5	3450.6	4954.4	4558.0	7689.2	5273.7
30.5	3560.3	5147.2	4735.4	7965.3	5477.6
31.5	3670.0	5340.1	4912.9	8241.4	5681.6
32.5	3779.7	5532.9	5090.3	8517.4	5885.5
33.5	3889.5	5725.7	5267.7	8793.5	6089.4
34.5	3999.2	5918.6	5445.1	9069.5	6293.3
35.5	4108.9	6111.4	5622.5	9345.6	6497.2
36.5	4218.6	6304.2	5799.9	9621.6	6701.1
37.5	4328.4	6497.1	5977.3	9897.7	6905.0
38.5	4438.1	6689.9	6154.7	10173.7	7109.0
39.5	4466.0	6882.7	6332.1	10368.0	7312.9
40.5	4466.0	7075.6	6509.5	10534.3	7516.8
41.5	4466.0	7268.4	6686.9	10700.6	7720.7
42.5	4466.0	7461.2	6864.3	10866.9	7924.6
43.5	4466.0	7654.1	7041.7	11033.3	8128.5
44.5	4466.0	7846.9	7219.1	11199.6	8332.5
45.5	4466.0	8039.7	7396.6	11365.9	8536.4
46.5	4466.0	8232.6	7574.0	11532.2	8740.3
47.5	4466.0	8425.4	7751.4	11698.6	8944.2
48.5	4466.0	8618.2	7928.8	11864.9	9148.1
49.5	4466.0	8811.1	8106.2	12031.2	9352.0