

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO**

PONTI E VIADOTTI
PARTE GENERALE
GENERALE
Pile – Nota Integrativa

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Luglio 2022	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Luglio 2022	Valido per costruzione Data:		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 0	E	I 2	CL	V I 0 0 0 0	0 0 2	B	- - - DI - - -

IRICAV2	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Alberto LEVORATO	Data
		Luglio 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	A. Chiarelli	Marzo 2022	P.A. Casalone	Marzo 2022	G. Malavenda	Marzo 2022	Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Luglio 2022
B	REVISIONE PER ISTRUTTORIA ITLF IN17-RV-0000000197	E. Andreoli	Luglio 2022	P.A. Casalone	Luglio 2022	G. Malavenda	Luglio 2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710EI2CLVI0000002B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 2 di 34

INDICE

1	Introduzione	3
2	Progetto Definitivo	4
2.1	Riferimenti normativi	4
2.2	Altri progetti RFI coevi	5
3	Progetto Esecutivo	6
3.1	Commento Italferr ed ottemperanza al DM2008	6
4	Riferimenti normativi nazionali più recenti	7
5	Affinamento del calcolo delle fondazioni	8
	ALLEGATI	9
	ALLEGATO 1	10
	ALLEGATO 2	13

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 3 di 34	

1 Introduzione

Nelle Istruttorie emesse da ITALFERR relative al Progetto Esecutivo PE, in riferimento ai Viadotti Ferroviari del Lotto Funzionale LF1 (Verona – Bivio Vicenza) viene sempre riportato il seguente Commento Generale sul fattore di struttura q utilizzato in fase sismica:

D. COMMENTI GENERALI

D.1 Il calcolo delle sottostrutture è effettuato unicamente adottando il fattore di struttura $q=1.5$, non rispettando interamente le prescrizioni del cap.7 delle NTC 2008 (Progettazione per azioni sismiche).

La seguente Nota Integrativa riporta le giustificazioni che confermano il rispetto della normativa e quindi giustificano la scelta adottata nel Progetto Esecutivo PE, conforme a quella di progetto definitivo PD, di considerare il valore del fattore di struttura pari a $q=1.5$ in fase sismica, valore confermato per tutte le pile e pali di fondazioni dei viadotti presenti nel Lotto LF1:

- Viadotto VI 01
- Viadotto VI 02
- Viadotto VI 05
- Viadotto VI 06
- Viadotto VI 07
- Viadotto VI 09
- Viadotto VI 10
- Viadotto VI 18
- Viadotto VI 21.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 4 di 34

2 Progetto Definitivo

Il Progetto Definitivo PD è stato redatto ed approvato in accordo alle normative contrattuali, ovvero al Manuale di Progettazione RFI 2017 ed alle NTC 2008.

Le verifiche delle pile e dei pali di fondazione sono state condotte calcolando l'azione sismica ponendo il fattore di struttura $q=1.50$ ed adottando i particolari costruttivi delle armature in testa ai pali (atti a garantire la necessaria duttilità locale) come richiesto dal manuale.

2.1 Riferimenti normativi

A supporto della scelta fatta nello sviluppo del Progetto Definitivo, approvato dalla Committenza, si riporta un estratto del Manuale di Progettazione di RFI (rev. B) nel quale viene esplicitato che le sollecitazioni di progetto sui pali di fondazione non possono essere superiori a quelle derivanti da una analisi della struttura assumendo un fattore di struttura pari ad 1.50.

Pali di fondazione

Nel progetto dei pali di fondazione, si richiede comunque di assumere allo S.L.V. azioni di progetto non superiori a quelle derivanti da una analisi della struttura condotta assumendo un fattore di struttura q pari a 1,50 e di progettare le sezioni per un comportamento duttile e opportunamente confinate. In particolare, occorrerà prevedere un'armatura longitudinale non inferiore all'1% dell'area del calcestruzzo ed estesa per una lunghezza almeno pari a 10 diametri del palo (a partire dalla testa del palo), e un'armatura orizzontale di confinamento di diametro non inferiore a 12 mm realizzata con staffe chiuse, ovvero con spirale continua solidalmente fissata ad ogni ferro longitudinale in ogni spira ed estesa per almeno tre diametri del palo, nell'intorno della potenziale cerniera plastica.

Figura 1- §2.5.1.8.3.3 del MdP RFI parte II - sezione II

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 5 di 34

2.2 Altri progetti RFI coevi

Il medesimo approccio (fattore di struttura pari a $q=1.50$ per il progetto dei pali) lo si ritrova in Progetti Definitivi RFI, Progettisti Italferr, redatti nello stesso periodo, come ad esempio il P.D. della tratta Bicocca-Catenanuova della linea Palermo-Catania e successivo Progetto Esecutivo P.E.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO																																																																																																							
RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS0K	LOTTO 10	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 01 05 001	REV. FOGLIO A 254 di 296																																																																																																			
13.2 Sollecitazioni a testa palo																																																																																																								
<i>13.2.1 Sollecitazioni a testa palo per la pila alta $h=10.00$ m</i>																																																																																																								
SOLLECITAZIONI TESTA PALO																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Comb.</th> <th>Tipo</th> <th>N kN</th> <th>V kN</th> <th>M kN-m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center;">SLU-A1</td> <td>A1-2-3-5</td> <td>Nmin</td> <td>-7557.4</td> <td>481.0</td> <td>1116.3</td> </tr> <tr> <td>A1-2-3-1</td> <td>Nmax</td> <td>-3110.3</td> <td>315.9</td> <td>733.2</td> </tr> <tr> <td>A1-2-3-5</td> <td>V2min</td> <td>-7557.4</td> <td>481.0</td> <td>1116.3</td> </tr> <tr> <td>A1-1-3</td> <td>V2max</td> <td>-5416.6</td> <td>137.4</td> <td>318.9</td> </tr> <tr> <td>A1-2-1-5</td> <td>V3min</td> <td>-7234.2</td> <td>360.9</td> <td>837.7</td> </tr> <tr> <td>A1-2-3-1</td> <td>V3max</td> <td>-6670.1</td> <td>461.5</td> <td>1071.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center;">SLU-A2</td> <td>A2-2-3-5</td> <td>Nmin</td> <td>-6176.3</td> <td>410.2</td> <td>952.1</td> </tr> <tr> <td>A2-2-3-1</td> <td>Nmax</td> <td>-2342.1</td> <td>276.8</td> <td>642.5</td> </tr> <tr> <td>A2-2-3-5</td> <td>V2min</td> <td>-6176.3</td> <td>410.2</td> <td>952.1</td> </tr> <tr> <td>A2-1-3</td> <td>V2max</td> <td>-4332.0</td> <td>118.4</td> <td>274.9</td> </tr> <tr> <td>A2-2-1-5</td> <td>V3min</td> <td>-5897.6</td> <td>306.7</td> <td>712.0</td> </tr> <tr> <td>A2-2-3-1</td> <td>V3max</td> <td>-5411.3</td> <td>393.7</td> <td>913.7</td> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center;">SLU-SISMA</td> <td>q_1.5_Sis-2-3-5-x</td> <td>Nmin</td> <td>-8914.1</td> <td>1265.4</td> <td>2937.0</td> </tr> <tr> <td>q_1.5_Sis-2-3-1-x</td> <td>Nmax</td> <td>2297.7</td> <td>1162.1</td> <td>2697.2</td> </tr> <tr> <td>q_1.5_Sis-2-3-5-x</td> <td>V2min</td> <td>-8914.1</td> <td>1265.4</td> <td>2937.0</td> </tr> <tr> <td>q_1.5_Sis-1-3-x</td> <td>V2max</td> <td>2032.0</td> <td>1188.5</td> <td>2758.6</td> </tr> <tr> <td>q_1.5_Sis-2-1-5-y</td> <td>V3min</td> <td>-8589.5</td> <td>1257.6</td> <td>2918.8</td> </tr> <tr> <td>q_1.5_Sis-3-3-y</td> <td>V3max</td> <td>1692.1</td> <td>1190.6</td> <td>2763.4</td> </tr> </tbody> </table>							Comb.	Tipo	N kN	V kN	M kN-m	SLU-A1	A1-2-3-5	Nmin	-7557.4	481.0	1116.3	A1-2-3-1	Nmax	-3110.3	315.9	733.2	A1-2-3-5	V2min	-7557.4	481.0	1116.3	A1-1-3	V2max	-5416.6	137.4	318.9	A1-2-1-5	V3min	-7234.2	360.9	837.7	A1-2-3-1	V3max	-6670.1	461.5	1071.2	SLU-A2	A2-2-3-5	Nmin	-6176.3	410.2	952.1	A2-2-3-1	Nmax	-2342.1	276.8	642.5	A2-2-3-5	V2min	-6176.3	410.2	952.1	A2-1-3	V2max	-4332.0	118.4	274.9	A2-2-1-5	V3min	-5897.6	306.7	712.0	A2-2-3-1	V3max	-5411.3	393.7	913.7	SLU-SISMA	q_1.5_Sis-2-3-5-x	Nmin	-8914.1	1265.4	2937.0	q_1.5_Sis-2-3-1-x	Nmax	2297.7	1162.1	2697.2	q_1.5_Sis-2-3-5-x	V2min	-8914.1	1265.4	2937.0	q_1.5_Sis-1-3-x	V2max	2032.0	1188.5	2758.6	q_1.5_Sis-2-1-5-y	V3min	-8589.5	1257.6	2918.8	q_1.5_Sis-3-3-y	V3max	1692.1	1190.6	2763.4
	Comb.	Tipo	N kN	V kN	M kN-m																																																																																																			
SLU-A1	A1-2-3-5	Nmin	-7557.4	481.0	1116.3																																																																																																			
	A1-2-3-1	Nmax	-3110.3	315.9	733.2																																																																																																			
	A1-2-3-5	V2min	-7557.4	481.0	1116.3																																																																																																			
	A1-1-3	V2max	-5416.6	137.4	318.9																																																																																																			
	A1-2-1-5	V3min	-7234.2	360.9	837.7																																																																																																			
	A1-2-3-1	V3max	-6670.1	461.5	1071.2																																																																																																			
SLU-A2	A2-2-3-5	Nmin	-6176.3	410.2	952.1																																																																																																			
	A2-2-3-1	Nmax	-2342.1	276.8	642.5																																																																																																			
	A2-2-3-5	V2min	-6176.3	410.2	952.1																																																																																																			
	A2-1-3	V2max	-4332.0	118.4	274.9																																																																																																			
	A2-2-1-5	V3min	-5897.6	306.7	712.0																																																																																																			
	A2-2-3-1	V3max	-5411.3	393.7	913.7																																																																																																			
SLU-SISMA	q_1.5_Sis-2-3-5-x	Nmin	-8914.1	1265.4	2937.0																																																																																																			
	q_1.5_Sis-2-3-1-x	Nmax	2297.7	1162.1	2697.2																																																																																																			
	q_1.5_Sis-2-3-5-x	V2min	-8914.1	1265.4	2937.0																																																																																																			
	q_1.5_Sis-1-3-x	V2max	2032.0	1188.5	2758.6																																																																																																			
	q_1.5_Sis-2-1-5-y	V3min	-8589.5	1257.6	2918.8																																																																																																			
	q_1.5_Sis-3-3-y	V3max	1692.1	1190.6	2763.4																																																																																																			
Sollecitazioni testa palo (Combinazioni SLU) ($h=10.00$ m)																																																																																																								

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 6 di 34

3 Progetto Esecutivo

Nel Progetto Esecutivo, coerentemente con quanto fatto nel PD ed in linea con il MDP di RFI (rev. B), la verifica delle fondazioni su pali è stata eseguita calcolando l'azione sismica con fattore di struttura $q=1,50$ prevedendo al contempo i dettagli costruttivi richiesti per le armature dei pali.

3.1 Commento Italferr ed ottemperanza al DM2008

L'assunzione di un fattore di struttura $q=1,50$ viene attualmente rimesso in discussione da ITF in riferimento a quanto riportato al paragrafo 7.2.5 del DM2008, secondo il quale sarebbe richiesto di amplificare le azioni derivate dagli elementi soprastanti qualora questi siano stati calcolati assumendo un comportamento dissipativo (si tratterebbe in pratica di aumentare di 1,1 volte il carico attualmente assunto a progetto).

Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la forza assiale negli elementi strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 3.2.4 deve essere associata al concomitante valore resistente del momento flettente e del taglio; si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un γ_{Rd} pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1.

Tale considerazione appare però essere superata dall'affermazione presente subito dopo nello stesso paragrafo del DM2008, dove, a fronte dell'ammissibilità di cerniere plastiche in testa palo (e quindi dissipazione negli stessi pali di fondazione, confermata dalla successiva norma NTC 2018), vengono richiesti specifici dettagli di armatura già richieste dal MdP e quindi previsti nel progetto definitivo e poi esecutivo.

È da evitare la formazione di cerniere plastiche nei pali di fondazione. Qualora non fosse possibile escluderne la formazione, le corrispondenti sezioni devono essere progettate per un comportamento duttile e opportunamente confinate. L'armatura perimetrale di confinamento dei pali di fondazione, di diametro non inferiore a 8 mm, deve essere costituita da spirale continua per tutti i tratti interessati da potenziali cerniere plastiche. In tali tratti, assunti di dimensione almeno pari a 3 volte il diametro, e comunque per uno sviluppo, a partire dalla testa del palo, di almeno 10 diametri, l'armatura longitudinale deve avere area non inferiore all'1% di quella del calcestruzzo.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 7 di 34	

4 Riferimenti normativi nazionali più recenti

Le più recenti NTC 2018 hanno esplicitamente introdotto per i ponti (§7.9.2) la possibilità di una limitata capacità dissipativa nei pali di fondazione dividendo per 1.5 le sollecitazioni sismiche derivanti da analisi strutturale con comportamento non dissipativo.

7.9.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, la capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al Capitolo 4, senza nessun requisito aggiuntivo, a condizione che: per le strutture di calcestruzzo armato, nessuna sezione superi la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione, come definita al § 7.4.4.1.2; per le strutture di calcestruzzo armato precompresso e per le strutture in carpenteria metallica, nessun materiale superi la deformazione di snervamento di progetto.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo, la struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo *SLV*, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile nel quale la dissipazione sia limitata alle pile.

Ai soli fini del progetto dei pali di fondazione, con riferimento al § 7.2.5, è possibile considerare una limitata capacità dissipativa, dividendo per 1,5 le sollecitazioni sismiche sui pali derivanti dall'analisi strutturale con comportamento non dissipativo. In questo caso, per una lunghezza pari a 10 diametri dalla sommità del palo, devono applicarsi i dettagli costruttivi di cui al § 7.9.6.1 relativi alla CD" B".

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 8 di 34	

5 Affinamento del calcolo delle fondazioni

A conferma della correttezza di quanto fatto nel PD, si può effettuare la verifica incrementando le azioni per il calcolo dei pali di fondazione in fase sismica di un coefficiente 1.1 ma introducendo nelle ipotesi di calcolo altri sistemi resistenti, previsti dalla norma e che nelle varie fasi progettuali sono stati fino ad ora trascurati, a cominciare dalla possibilità di tenere conto dell'effetto collaborativo del plinto di fondazione. A favore di sicurezza non si considerano altri effetti stabilizzanti, quali la resistenza passiva del terreno adiacente la fondazione.

Sperimentalmente si è osservato che l'attrito che nasce fra il plinto ed il terreno fornisce un incremento in termini di resistenza alla fondazione, come riportato in **ALLEGATO 1 “Contributo del plinto di fondazione alle sollecitazioni orizzontali” del Prof. Mandolini**.

Ad ulteriore favore di sicurezza nella fase di verifica, si limiterà al solo peso proprio del plinto la componente di competenza del plinto stesso nelle verifiche di portanza verticale e orizzontale.

Pertanto, le forze agenti di competenza dei pali di fondazione, scorporate dalle forze di competenza dei plinti, sono ottenute nel seguente modo:

- Lo sforzo normale agente all'intradosso della fondazione è ridotto del peso del plinto che grava sul terreno e non su pali di fondazione (il getto è realizzato contro-terra)
- La forza orizzontale agente in testa ai pali è ridotta della forza di attrito pari a: $N_{\text{plinto}} \times \tan \phi / \gamma_R$.

Le sollecitazioni in fondazione, ottenute ipotizzando un fattore di struttura pari a 1.50 (classe duttilità pila CD B), verrebbero calcolate con l'amplificazione dei carichi richiesta dalla 7.2.5 del DM2008, **ignorando la possibile formazione delle cerniere plastiche sui pali** ammessa dallo stesso paragrafo della norma, e assumendo una quota parte della resistenza offerta dal plinto nel sistema completo plinto/pali fino ad ora trascurato.

Nell'**ALLEGATO 2 “RIDUZIONE SOLLECITAZIONI TESTA PALI GRAZIE AL CONTRIBUTO DELLA PLATEA DI FONDAZIONE”**, a titolo di esempio e riprova di quanto viene affermato nel presente paragrafo, viene effettuato il calcolo dei pali con coefficiente amplificativo pari ad 1,1 ed attrito del plinto per le tipologie di fondazioni ricorrenti sui viadotti ferroviari del Lotto Funzionale 1; **come si può evincere dalla nota stessa, le sollecitazioni in testa ai pali rimangono sostanzialmente invariate o inferiori.**

Tale risultato ha valenza generale su tutti i viadotti.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Pile – Nota integrativa</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 9 di 34</p>	

ALLEGATI

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 10 di 34	

ALLEGATO 1

CONTRIBUTO DEL PLINTO DI FONDAZIONE ALLE SOLLECITAZIONI ORIZZONTALI

Prof. Alessandro Mandolini

Una fondazione costituita da pali e da un elemento strutturale di collegamento delle teste (platea, plinto) in contatto con il terreno resiste alle azioni H su di essa applicate attraverso (Figura 1):

- i pali (H_{pali})
- la resistenza passiva del terreno posto frontalmente all'elemento strutturale immerso (H_p)
- la resistenza per attrito lungo le superfici laterali dell'elemento strutturale immerso (H_L)
- la resistenza per attrito lungo la superficie di contatto tra l'elemento strutturale e il terreno sottostante (H_{cont}).

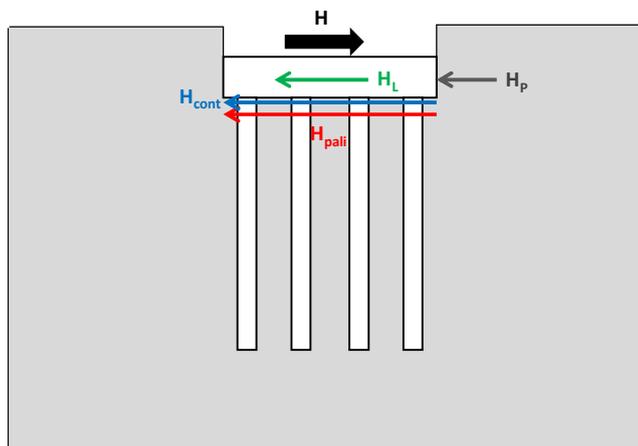


Figura 1: Azioni agenti su una fondazione su pali

Nell'approccio convenzionale alla progettazione generalmente si tiene conto solamente del primo contributo, operando quindi in maniera estremamente cautelativa.

Altro aspetto di particolare rilevanza è legato ai diversi meccanismi di mobilitazione delle resistenze elencate in precedenza: mentre le resistenze (a) e (b) si attivano in corrispondenza di elevati spostamenti come tipico dei meccanismi di tipo passivo, le resistenze (c) e (d) si attivano secondo meccanismi di scorrimento relativo, quindi di entità molto modesta.

Il comportamento delle fondazioni su pali è stato indagato da numerosi ricercatori soprattutto negli anni 1970-2000. La Tabella seguente sintetizza alcuni dei risultati ottenuti da sperimentazioni eseguite su fondazioni in vera grandezza. Appare sin troppo evidente l'elevato contributo fornito dall'elemento strutturale in contatto con il terreno (non meno del 50% per un assegnato livello di spostamento).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 11 di 34	

Reference	Pile Type	Cap Size	Foundation Soils	Cap Contribution*
Beatty 1970	2 x 3 group of step-tapered mandrel driven concrete piles	not reported	miscellaneous fill over soft silty clay and clay	more than 50%
Kim and Singh 1974	2 x 3 group of 10BP42 steel piles	12' long x 8' wide x 4' thick	silty and sandy clay, with $S_{avg} \approx 1$ tsf in top 15'	about 50%
Rollins et al. 1997	3 x 3 group of 12" dia. steel pipe piles	9' long x 9' wide x 4' thick	compacted sandy gravel fill over silt and clay	about 50%
Zafir and Vanderpool 1998	2 x 2 group of 2' dia. drilled shafts	11' diameter by 10' thick	silty sand, clayey sand, and sandy clay with caliche layers	more than 50%

* "Cap Contribution" reflects the approximate contribution of the pile cap to the lateral load resistance of the pile group at a given lateral deflection.

Tabella 1: Sperimentazioni in vera grandezza

Queste informazioni sono state sostanzialmente confermate anche da ulteriori sperimentazioni quali quelle riportate da Mokwa (1999) nelle quali si sono eseguite prove in presenza e in assenza di H_L e H_P (Figura 2). A partire dagli anni 2000, la sperimentazione ha fatto largo uso della centrifuga geotecnica. Di particolare interesse è quanto riportato in Katzenbach & Turek (2005) i quali, confrontando i risultati ottenuti per una fondazione mista platea su pali e il corrispondente gruppo di pali (ossia senza platea a contatto con il terreno) ha evidenziato il ruolo giocato dal carico verticale nel definire le modalità di ripartizione del carico orizzontale tra platea e pali (Figura 3).

Ancora una volta, in presenza dei più modesti valori del carico verticale V è comunque garantito un contributo non inferiore al 40% ai più elevati spostamenti laterali, contributo che cresce al crescere di V .

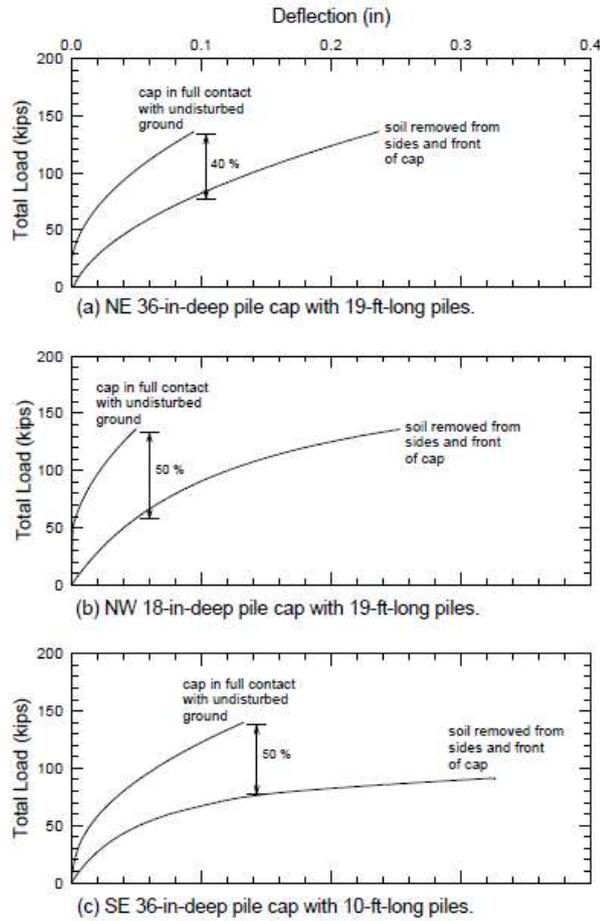


Figura 2: Alcuni risultati delle sperimentazioni condotte da Mokwa (1999)

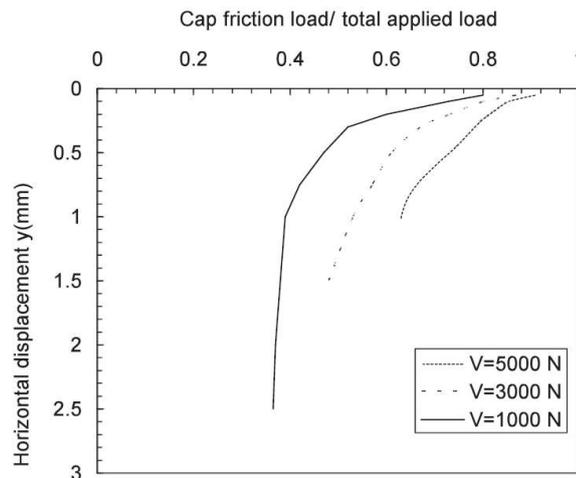


Figura 3: Risultati delle sperimentazioni in centrifuga geotecnica condotte da Katzenbach & Turek (2005)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 13 di 34	

ALLEGATO 2

RIDUZIONE SOLLECITAZIONI TESTA PALI GRAZIE AL CONTRIBUTO DELLA PLATEA DI FONDAZIONE

1 Introduzione

Nella presente nota si riportano le riduzioni delle sollecitazioni testa palo che si otterrebbero se si considerasse il contributo della platea di fondazione.

Sono state analizzate le tipologie di fondazione ricorrenti sui viadotti ferroviari facenti parte del Lotto 1 della linea AV Verona-Padova.

In particolare, sulla base delle dimensioni della platea e del numero di pali, si sono potute individuare le seguenti tipologie di fondazione per pile di impalcati cap-cap, cap-travi metalliche, cap-travi incorporate:

- 8.00 x 12.00 m su 6 pali
- 10.80 x 12.00 m su 8 pali
- 12.00 x 12.00 m su 9 pali
- 10.80 x 16.50 m su 11 pali
- 12.00 x 16.50 m su 12 pali.

Si è considerata inoltre la tipologia di platea posta a fondazione delle pile fisse di campate ad arco metallico di luce 78 m:

- 16.50 x 21.00 m su 20 pali.

In tal modo è possibile estendere a tutti i viadotti in oggetto le conculsioni alle quali si è giunti.

Le pile considerate sono le seguenti:

VI	PARTE	ID	n pali	L x B fond	h fond
VI01	A	P01	8	10,80x12	2
VI01	A	P03	12	12x16,50	2,5
VI01	A	P19	6	8x12	2
VI07		P05	11	10,80x16,50	2,5
VI09	B	P13 fissa	20	16,50x21	2,5
VI10	A	P03	12	16,50x12	2,5
VI10	B	P06	9	12x12	2,5
VI10	B	P19	8	10,80x12	2
VI10	B	P25	6	8x12	2

Dal punto di vista metodologico di calcolo, inoltre, si è fatta l'ipotesi che la platea di fondazione gravando sul terreno scaricherebbe i pali del peso proprio e dunque si avrebbe una riduzione dello sforzo assiale. Inoltre, il contatto platea-terreno genera un contributo attritivo che si oppone insieme ai pali alle componenti orizzontali delle forze. La resistenza alle forze orizzontali è quindi affidata sia ai pali che all'attrito platea-terreno. L'attrito platea terreno è stato calcolato considerando che sul terreno grava solamente il peso del plinto e pertanto può essere calcolato come segue:

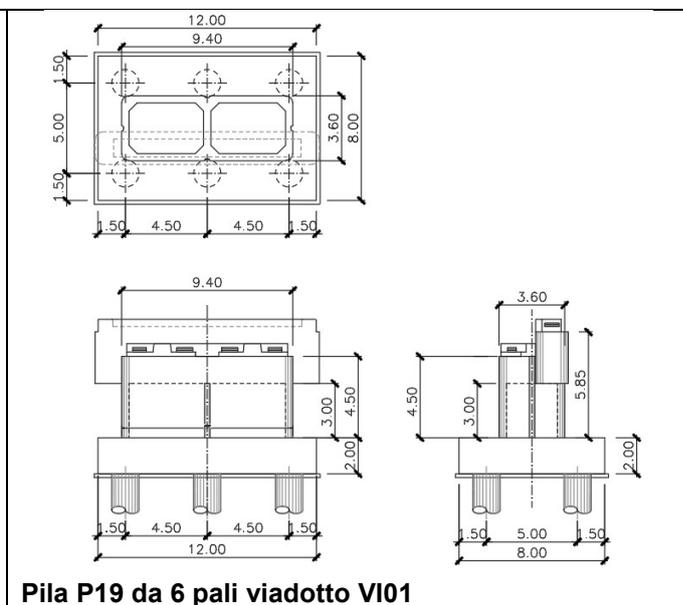
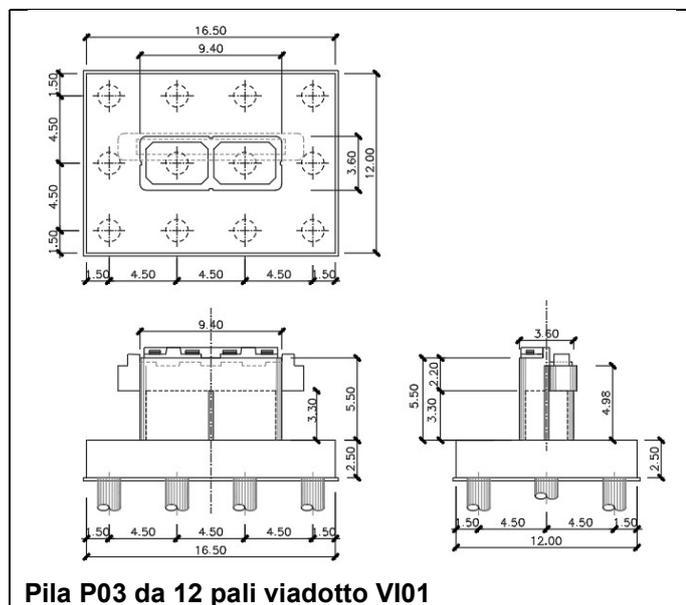
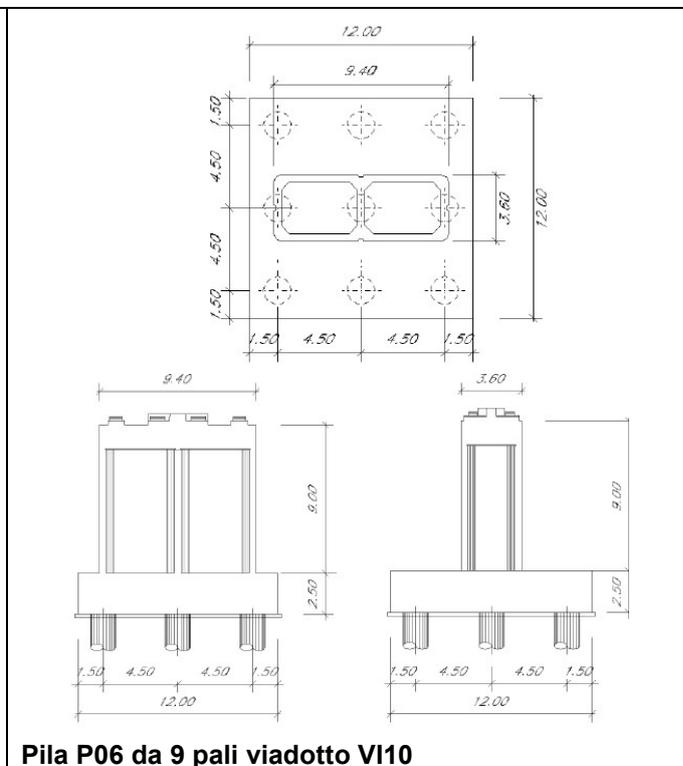
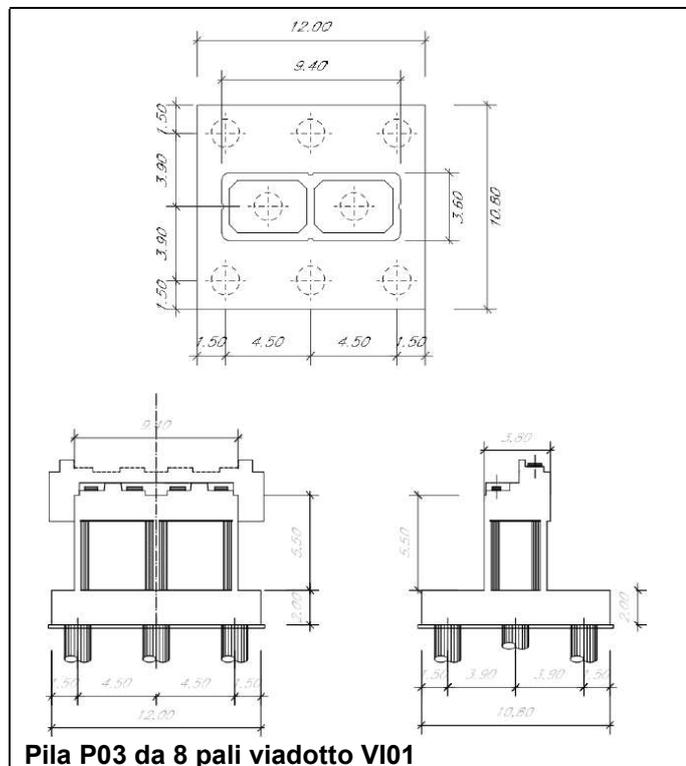
terreni non coesivi - $F_{\text{attrito}} = W_{\text{Plinto}} \times \tan(2/3\phi)$

terreni coesivi - $F_{\text{attrito}} = W_{\text{Plinto}} \times \tan(\phi)$.

Riguardo il calcolo del contributo attritivo, si evidenzia che per i terreni coesivi sottoposti a forze impulsive, come nel caso in esame (si stanno valutando azioni sismiche), la resistenza allo scorrimento dovrebbe essere calcolata con riferimento alla condizione non drenata assumendo la resistenza a taglio non drenata come parametro di resistenza (ref. Eurocodice EN1997-1 p.to 6.5.3). Tuttavia, nell'ottica di un approccio più cautelativo si è scelto di adottare l'angolo di attrito ϕ' . L'utilizzo dell'angolo di attrito fornisce valori di resistenza allo scorrimento largamente inferiori rispetto a quelli che si otterrebbero in condizioni non drenate.

Anche per quanto riguarda i terreni incoerenti, l'assunzione di un coefficiente d'attrito pari a $\tan(2/3\phi)$ rappresenta una scelta a vantaggio di sicurezza rispetto a quanto raccomandato dall'Eurocodice EN1997-1; risulta infatti $2/3\phi < \phi_{cv} = 32^\circ - 34^\circ$ per le ghiaie in esame (rif. IN1710EI2RBGE0000001C).

Per tener conto della presenza della falda il peso del plinto è quello “immerso” ovvero depurato dalla spinta non compensata dell’acqua.



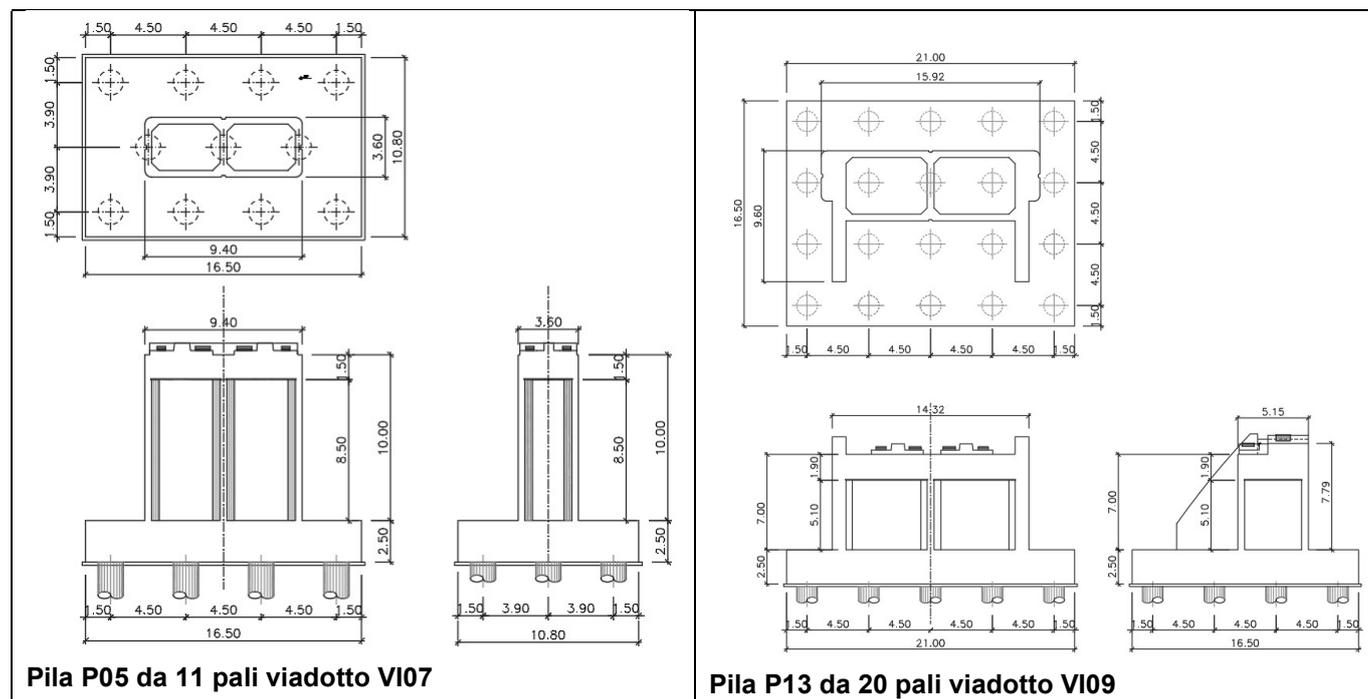


Figura 2 – Tipologie fondazioni pile.

2 Elaborati di riferimento

- "IN1712EI2CLVI01A3001A" Relazione di calcolo fondazioni
- "IN1711EI2CLVI10B3001A" Relazione di calcolo fondazioni
- "IN1711EI2CLVI10B3001A" Relazione di calcolo fondazioni
- "IN1712EI2CLVI0703001B" Relazione di calcolo fondazioni
- "IN1712EI2CLVI09B3001B" Relazione di calcolo fondazioni

3 Calcolo attrito

La scelta dei parametri di resistenza del terreno è stata fatta nella seguente maniera:

- Viadotto VI01: la definizione del terreno è stato fatto con riferimento alla relazione di calcolo geotecnica (IN1712EI2CLVI01A3001A). Il primo strato di terreno (unità 3a/3b) ha uno spessore di 2m, pertanto il plinto di fondazione, posto ad una quota inferiore rispetto al piano campagna, è posto direttamente sullo strato di ghiaia (unità 6), che presenta un angolo di attrito pari a 40°, assunto per il calcolo dell'interfaccia plinto/terreno di posa.
- Viadotto VI10: con riferimento alla relazione di calcolo geotecnica (IN1711EI2CLVI10B3001A) si è scelto, in via cautelativa, di adottare la stratigrafia 2, quella peggiore, dove i primi 12m di terreno sono argille (unità 2) con un angolo di attrito pari a 26°.
- Viadotto VI07: con riferimento alla relazione di calcolo geotecnica (IN1712EI2CLVI0703001B) il primo strato di terreno (unità 6) ha uno spessore di 8m, pertanto il plinto di fondazione è posto ad una quota ricompresa in tale strato, che presenta un angolo di attrito pari a 36°.
- Viadotto VI09: con riferimento alla relazione di calcolo geotecnica (IN1712EI2CLVI09B3001B) si è scelto, in via cautelativa, di considerare che il plinto di fondazione sia posto ad una quota ricompresa nel primo strato di terreno, corrispondente ad argilla (unità 2). Si è assunto pertanto nel calcolo dell'attrito interfaccia plinto/terreno un angolo di attrito pari a 26°.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 16 di 34

Si riportano gli estratti delle relazioni geotecniche dei viadotti analizzati:

Tabella 2 – Stratigrafia 1 per viadotto VI01 (da spalla A a pila 15-VI01A)

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0.0	2.0*	3a/3b	limo
2.0	13.0	6	ghiaia
13.0	18.0	2	argilla
18.0	36.0	4	sabbia
36.0	39.0	2	argilla
39.0	50.0	4	sabbia

Tabella 3 - Stratigrafia 2 per viadotto VI01 (da pila 16 a pila 30-VI01A)

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0.0	2.0	3a/3b	limo
2.0	7.0	6	ghiaia
7.0	17.0	4	sabbia
17.0	22.0	2	argilla
22.0	50.0	4	sabbia

Tabella 4 – Parametri geotecnici caratteristici per la tratta da progressiva chilometrica 7+600 a 10+045

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	ϕ' (°)	c' (kPa)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c _u (kPa)	k (m/s)
3a	18-19	-	28-32	0	-	-	10-15	-	-
3b	18-19	-	26-28	0	-	-	6-12	40-60	-
6	19-20	30-70	38-42	0	200	80-100	40-60	-	4.5 ⁻⁰⁵ +1.5E ⁻⁰⁴
4	19-20	40-70	36-40	0	300-350	170-230	100-180	-	9 ⁻⁰⁶ +2E ⁻⁰⁵
2	19-20	-	26-28	0-10	<15 m profondità		10-15	60-80	-
	19-20	-	26-28	0-10	Tra 15 e 20 m		20-30	100-130	
	19-20	-	26-28	0-10	>20 m profondità		40-50	130-200	

Dove:
 γ = peso di volume naturale
Dr = densità relativa
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
c' = coesione drenata
Vs = velocità delle onde di taglio
Go = modulo di deformazione a taglio a piccole deformazioni
E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = E_o / (3+5)
Cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate
k = permeabilità

Figura 3 – Parametri geotecnici terreno VI01A.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 17 di 34	

Tabella 2 – Stratigrafia 1 per viadotto VI10B

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0	12	6	ghiaia
12	15	2	argilla
15	20	6	ghiaia
20	25	2	argilla
25	32	6	ghiaia
32	35	2	argilla
35	45	6	ghiaia
45	48	2	argilla

Tabella 3 - Stratigrafia 2 per viadotto VI10B

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0	12	2	argilla
12	18	6	ghiaia
18	20	2	argilla
20	28	6	ghiaia
28	31	2	argilla
31	48	6	ghiaia

Tabella 4 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta da progressiva chilometrica 33+500 a 39+200

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	ϕ' (°)	c' (kPa)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	Cu (kPa)	k (m/s)
2	18-19	-	25-27	0-10	100-150 ⁽¹⁾ 150-200 ⁽²⁾	20-90	10-25 ⁽¹⁾ 25-40 ⁽²⁾	50-80 ⁽¹⁾ 80-150 ⁽²⁾	5*10 ⁻⁶
6	19-20	25-60	39-41	0	300-400	170-300	80-240	-	10 ⁻⁴

Dove:
 γ = peso di volume naturale
Dr = densità relativa
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
c' = coesione drenata
Vs = velocità delle onde di taglio
Go = modulo di deformazione a taglio a piccole deformazioni
E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = Eo / (3÷5)
Cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate
k = permeabilità

Figura 4 – Parametri geotecnici terreno VI10B.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002 Rev. B Foglio 18 di 34

Tabella 2 - Stratigrafia per VI07

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0	8	6	ghiaia
8	15	2	limi argillosi e sabbia
15	40	6	sabbia+ghiaia
40	43	2	limi argillosi
43	50	6	sabbia/limo/ghiaia

Tabella 3 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 31+700 alla 33+500

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	ϕ' (°)	c' (kPa)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c_u (kPa)	K (m/s)
6	19-20	30-45	36-39	0	300-400	170-300	100-250	-	10 ⁻⁴
2	18-19	-	25-27	0-10	100-150 ⁽¹⁾ 150-200 ⁽²⁾	-	10-25 ⁽¹⁾ 25-40 ⁽²⁾	50-80 ⁽¹⁾ 80-150 ⁽²⁾	5*10 ⁻⁸

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 Dr = densità relativa
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
 c' = coesione drenata
 Vs = velocità delle onde di taglio
 G0 = modulo di deformazione a taglio a piccole deformazioni
 E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = Eo / (3÷5)
 c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 k = permeabilità

Figura 5 – Parametri geotecnici terreno VI07.

Tabella 2 – Stratigrafia per viadotto VI09B

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0	10	2	argilla
10	15	6	ghiaia
15	18	4	sabbia
18	33	6	ghiaia
33	37	2	argilla
37	41	6	ghiaia
41	48	2	argilla
48	55	6	ghiaia

Tabella 3 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta da progressiva chilometrica 33+500 a 39+200

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	ϕ' (°)	c' (kPa)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	c_u (kPa)	k (m/s)
2	18-19	-	25-27	0-10	100-150 ⁽¹⁾ 150-200 ⁽²⁾	20-90	10-25 ⁽¹⁾ 25-40 ⁽²⁾	50-80 ⁽¹⁾ 80-150 ⁽²⁾	5*10 ⁻⁸
6	19-20	25-60	39-41	-	300-400	170-300	80-240	-	10 ⁻⁴
4 (*)	19-20	40-70	36-39	0	200-250	80-120	40-100	-	4 E ⁻⁰⁸

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 Dr = densità relativa
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
 c' = coesione drenata
 Vs = velocità delle onde di taglio
 G0 = modulo di deformazione a taglio a piccole deformazioni
 E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = Eo / (3÷5)
 c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 k = permeabilità

Figura 6 – Parametri geotecnici terreno VI09B.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 19 di 34

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori di resistenza allo scorrimento dei plinti per i viadotti analizzati.

	n° Pali	B	L	H	Wplinto	ϕ	Fattrito
	[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[-]	[kN]
Spalla A	12	12	16.5	2	5940	40	2983
P1	8	12	10.8	2	3888	40	1953
P3	12	12	16.5	2.5	7425	40	3729
P5	6	12	8	2	2880	40	1446
P16	12	12	16.5	2.5	7425	40	3729
P18	6	12	8	2	2880	40	1446
P19	6	12	8	2	2880	40	1446
P30	6	12	8	2	2880	40	1446

Figura 7 - Viadotti V01

	n° Pali	B	L	H	Wplinto	ϕ	Fattrito
	[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[-]	[kN]
spalla A	16	16.5	16.5	2	8168	26	3984
P3	12	16.5	12	2.5	7425	26	3621
P6	9	12	12	2	4320	26	2107
P13	9	12	12	2	4320	26	2107
P15	9	12	12	2	4320	26	2107
P19	8	12	10.8	2	3888	26	1896
P25	6	12	8	2	2880	26	1405
P26	8	12	10.8	2	3888	26	1896

Figura 8 - Viadotto VI10

	n° Pali	B	L	H	Wplinto	ϕ	Fattrito
	[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[°]	[kN]
P5	11	10,8	16,5	2,5	6683	36	2975

Figura 9 - Viadotto VI07

	n° Pali	B	L	H	Wplinto	ϕ	Fattrito
	[-]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[°]	[kN]
P13	20	21	16,5	2,5	12994	26	6337

Figura 10 - Viadotto VI09

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002 Rev. B Foglio 20 di 34

4 Calcolo Sollecitazioni Pali

Per ogni fondazione tipologica è stata condotto un confronto diretto fra le sollecitazioni sui pali calcolate ponendo $q=1.50$ (approccio § 2.5.1.8.3.3 MdP di RFI seguito nel PD e PE) nel calcolo degli effetti dell'azione sismica e quelle calcolate amplificando le sollecitazioni provenienti dagli elementi soprastanti per un coefficiente pari ad 1.10 e scorporando il peso contribuito del plinto. In accordo al § 6.4.2.1 delle NTC2008, la resistenza allo scorrimento del plinto è stata divisa per il coefficiente di sicurezza $\gamma_R=1.10$.

Le sollecitazioni applicate alla palificata sono state ricavate nel seguente modo nei casi analizzati:

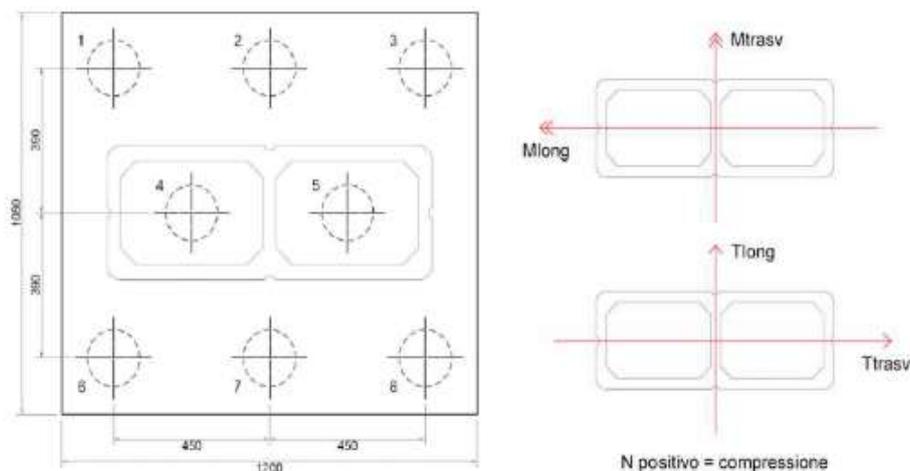
Componente	Sollecitazioni palificata di progetto	Sollecitazioni palificata con contributo plinto
N_{Ed}	$N_{Ed,q=1.50}$	$N_{Ed,q=1.50} \times 1.10 - N_{Ed,plinto}$
V_{Ed}	$(V_{Ed,x,q=1.50}^2 + V_{Ed,y,q=1.50}^2)^{0.5}$	$(V_{Ed,x,q=1.50}^2 + V_{Ed,y,q=1.50}^2)^{0.5} \times 1.10 - F_{attrito}/\gamma_R$
$M_{Ed,Long}$	$M_{Ed,Long,q=1.50}$	$M_{Ed,Long,q=1.50} \times 1.10$
$M_{Ed,trasv}$	$M_{Ed,trasv,q=1.50}$	$M_{Ed,trasv,q=1.50} \times 1.10$

Note: $N_{Ed,q=1.50}$, $V_{Ed,x,q=1.50}$, $V_{Ed,y,q=1.50}$, $M_{Ed,Long,q=1.50}$, $M_{Ed,trasv,q=1.50}$ sono le sollecitazioni di progetto ricavate dalle relazioni di calcolo delle fondazioni

Le sollecitazioni in testa ai pali sono state ottenute effettuando una ripartizione rigida e trascurando l'interazione che si sviluppa fra di essi. Tale metodo, di semplice implementazione, ci permette di valutare l'effetto fornito dal plinto.

4.1 Viadotto VI01

4.1.1 Pila P1



4.1.1.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

SISMA SLV	Treno 1	37	28292	9675	2615	70217	22903	0
		38	28292	2953	8718	22466	75688	0
		39	32541	2953	2615	22466	22903	0
	Treno 2	40	27848	9666	2615	70718	22842	0
		41	27848	2944	8718	22967	75626	0
		42	32097	2944	2615	22967	22842	0
	Treno 3	43	27743	9664	2615	70152	24085	0
		44	27743	2942	8718	22401	76869	0
		45	31992	2942	2615	22401	24085	0

Figura 11 – Sollecitazioni di progetto “IN1712EI2CLVI01A3001A”

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 					
Pile – Nota integrativa	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 25%;">Foglio 21 di 34</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 21 di 34
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 21 di 34		

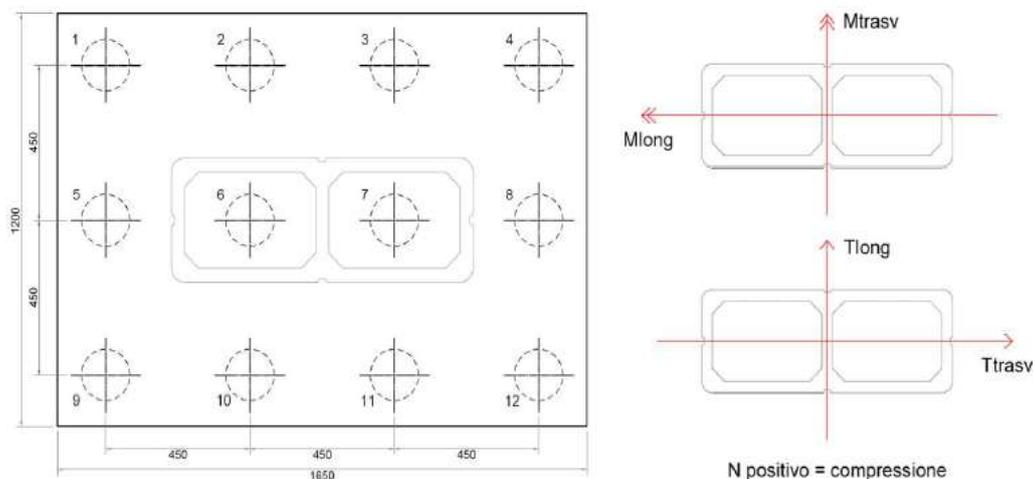
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trav} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	28292	10022	70217	22903	1253	7668
SLV_38	28292	9205	22466	75688	1151	8234
SLV_39	32541	3944	22466	22903	493	6159
SLV_40	27848	10013	70718	22842	1252	7631
SLV_41	27848	9202	22967	75626	1150	8197
SLV_42	32097	3938	22967	22842	492	6122
SLV_43	27743	10012	70152	24085	1251	7655
SLV_44	27743	9201	22401	76869	1150	8221
SLV_45	31992	3936	22401	24085	492	6146
				MAX	1253	8234

4.1.1.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trav} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	24641	9249	77239	25193	1156	7625
SLV_38	24641	8350	24713	83257	1044	8248
SLV_39	29315	2564	24713	25193	320	5965
SLV_40	24153	9240	77790	25126	1155	7584
SLV_41	24153	8347	25264	83189	1043	8207
SLV_42	28827	2556	25264	25126	320	5924
SLV_43	24037	9238	77167	26494	1155	7611
SLV_44	24037	8346	24641	84556	1043	8233
SLV_45	28711	2555	24641	26494	319	5950
				MAX	1156	8248

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 22 di 34

4.1.2 Pila P3



4.1.2.1 Sollecitazioni di progetto

SISMA SLV	Treno 1	37	37416	12989	3394	84498	27493	0
		38	37416	3957	11312	27020	90627	0
		39	42860	3957	3394	27020	27493	0
	Treno 2	40	36911	12979	3394	85165	27361	0
		41	36911	3946	11312	27686	90494	0
		42	42355	3946	3394	27686	27361	0
	Treno 3	43	36695	12975	3394	84431	29044	0
		44	36695	3942	11312	26952	92177	0
		45	42139	3942	3394	26952	29044	0

Figura 12 – Sollecitazioni di progetto “IN1712EI2CLVI01A3001A”

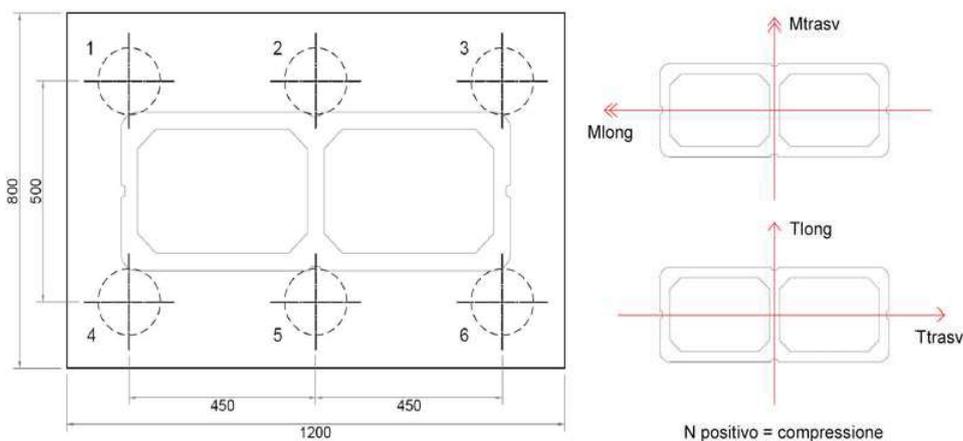
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	37416	13425	84498	27493	1119	6076
SLV_38	37416	11984	27020	90627	999	5882
SLV_39	42860	5213	27020	27493	434	4933
SLV_40	36911	13425	85165	27361	1119	6050
SLV_41	36911	17217	27686	90494	1435	5856
SLV_42	42355	5205	27686	27361	434	4907
SLV_43	36695	5205	84431	29044	434	6049
SLV_44	36695	17214	26952	92177	1434	5855
SLV_45	42139	4561	26952	29044	380	4906
MAX					1435	6076

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 23 di 34

4.1.2.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	28783	11378	92948	30242	948	5652
SLV_38	28783	9793	29722	99690	816	5439
SLV_39	34771	2345	29722	30242	195	4395
SLV_40	28227	11378	93682	30097	948	5623
SLV_41	28227	15548	30455	99543	1296	5410
SLV_42	34216	2335	30455	30097	195	4366
SLV_43	27990	2335	92874	31948	195	5622
SLV_44	27990	15545	29647	101395	1295	5409
SLV_45	33978	1627	29647	31948	136	4365
				MAX	1296	5652

4.1.3 Pila P19



4.1.3.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

SISMA SLV	Treno 1	37	23630	8497	2359	56996	19752	0
		38	23630	2599	7864	18500	65184	0
		39	27333	2599	2359	18500	19752	0
	Treno 2	40	23185	8488	2359	57496	19690	0
		41	23185	2590	7864	19000	65122	0
	42	26889	2590	2359	19000	19690	0	
	Treno 3	43	23080	8486	2359	56930	20933	0
		44	23080	2588	7864	18434	66365	0
		45	26784	2588	2359	18434	20933	0

Figura 13 – Sollecitazioni di progetto “IN1712EI2CLVI01A3001A”

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 					
Pile – Nota integrativa	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 20%;">Foglio 24 di 34</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 24 di 34
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 24 di 34		

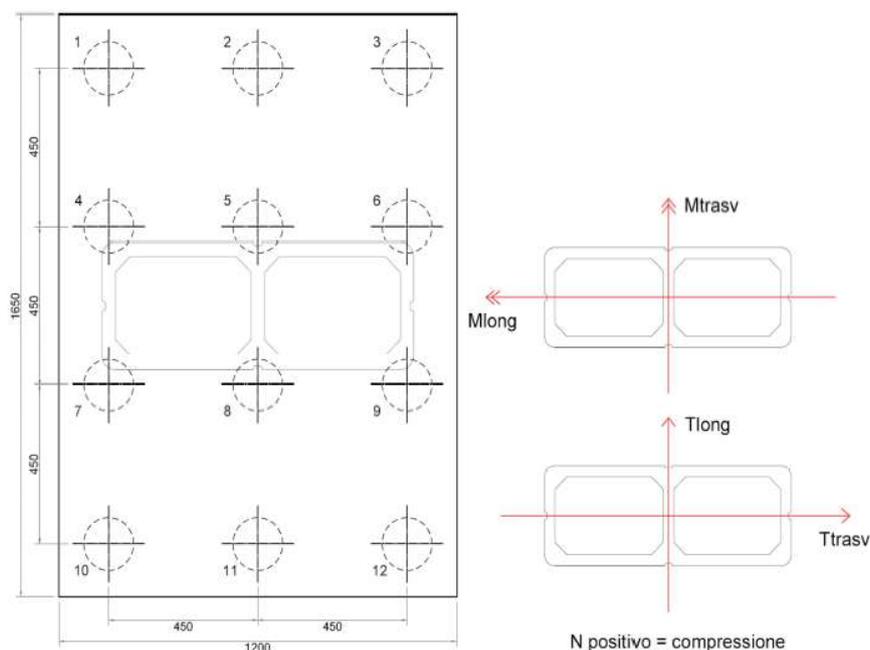
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	23630	8818	56996	19752	1470	8835
SLV_38	23630	8282	18500	65184	1380	8793
SLV_39	27333	3510	18500	19752	585	6886
SLV_40	23185	8810	57496	19690	1468	8791
SLV_41	23185	8280	19000	65122	1380	8749
SLV_42	26889	3503	19000	19690	584	6842
SLV_43	23080	8808	56930	20933	1468	8805
SLV_44	23080	8279	18343	66365	1380	8756
SLV_45	26784	3502	18343	20933	584	6850
				MAX	1470	8835

4.1.3.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	21193	8385	62696	21727	1398	8919
SLV_38	21193	7796	20350	71702	1299	8872
SLV_39	25266	2546	20350	21727	424	6775
SLV_40	20704	8376	63246	21659	1396	8870
SLV_41	20704	7793	20900	71634	1299	8824
SLV_42	24778	2539	20900	21659	423	6726
SLV_43	20588	8374	62623	23026	1396	8885
SLV_44	20588	7792	20177	73002	1299	8832
SLV_45	24662	2537	20177	23026	423	6735
				MAX	1398	8919

4.2 Viadotto VI10

4.2.1 Pila P3



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 25 di 34

4.2.1.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

SISMA SLV	Treno 1	37	35171	13078	3522	108069	34975	0
		38	35171	3981	11739	33958	115639	0
		39	40324	3981	3522	33958	34975	0
	Treno 2	40	34665	13067	3522	108736	34852	0
		41	34665	3971	11739	34624	115515	0
		42	39818	3971	3522	34624	34852	0
	Treno 3	43	34450	13063	3522	108002	36346	0
		44	34450	3967	11739	33890	117009	0
		45	39603	3967	3522	33890	36346	0

Figura 14 – Sollecitazioni di progetto “IN1711EI2CLVI10B3001A”

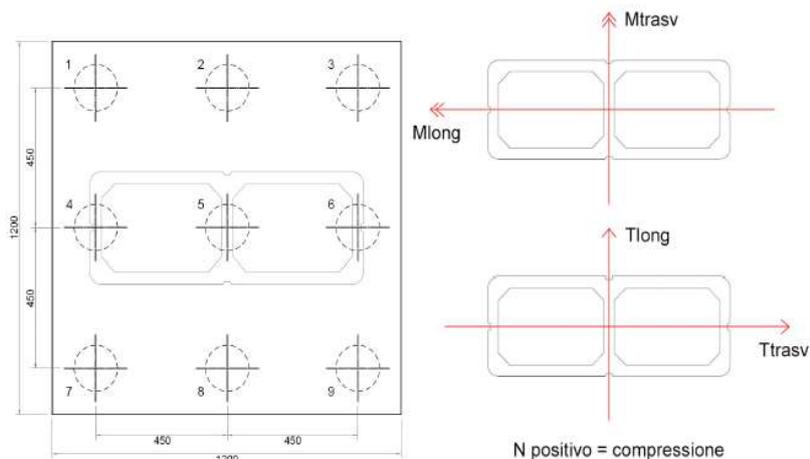
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	35171	13544	108069	34975	1129	6304
SLV_38	35171	12396	33958	115639	1033	6898
SLV_39	40324	5315	33958	34975	443	5086
SLV_40	34665	13533	108736	34852	1128	6273
SLV_41	34665	12392	34624	115515	1033	6867
SLV_42	39818	5308	34624	34852	442	5056
SLV_43	34450	13529	108002	36346	1127	6280
SLV_44	34450	12391	33890	117009	1033	6874
SLV_45	39603	5305	33890	36346	442	5063
				MAX	1129	6898

4.2.1.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	26313	11606	118876	38473	967	5903
SLV_38	26313	10343	37354	127203	862	6556
SLV_39	31981	2555	37354	38473	213	4564
SLV_40	25757	11594	119610	38337	966	5869
SLV_41	25757	10340	38086	127067	862	6522
SLV_42	31425	2546	38086	38337	212	4530
SLV_43	25520	11590	118802	39981	966	5877
SLV_44	25520	10338	37279	128710	862	6530
SLV_45	31188	2543	37279	39981	212	4538
				MAX	967	6556

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 26 di 34

4.2.2 Pila P6



4.2.2.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

SISMA SLV	Treno 1	37	29151	10143	2991	102401	35251	0
		38	29151	3091	9968	30907	116913	0
		39	33572	3091	2991	30907	35251	0
	Treno 2	40	28659	10133	2991	102861	35209	0
		41	28659	3081	9968	31368	116871	0
		42	33079	3081	2991	31368	35209	0
	Treno 3	43	28585	10132	2991	102346	36326	0
		44	28585	3080	9968	30853	117988	0
		45	33006	3080	2991	30853	36326	0

Figura 15 – Sollecitazioni di progetto “IN1711EI2CLVI10B3001A”

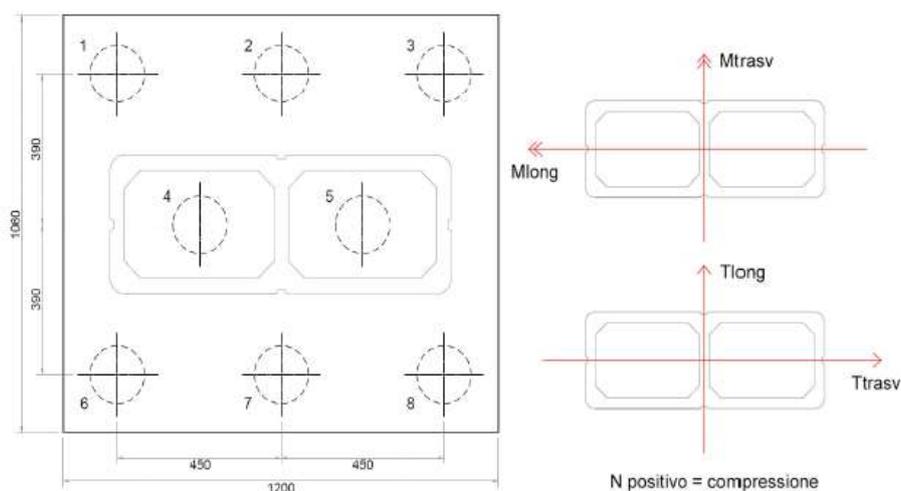
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	29151	10575	102401	35251	1175	8337
SLV_38	29151	10436	30907	116913	1160	8714
SLV_39	33572	4301	30907	35251	478	6181
SLV_40	28659	10565	102861	35209	1174	8298
SLV_41	28659	10433	31368	116871	1159	8675
SLV_42	33079	4294	31368	35209	477	6141
SLV_43	28585	10564	102346	36326	1174	8312
SLV_44	28585	10433	30853	117988	1159	8689
SLV_45	33006	4293	30853	36326	477	6155
				MAX	1175	8714

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
	Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B

4.2.2.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	24866	9717	112641	38776	1080	8371
SLV_38	24866	9564	33998	128604	1063	8785
SLV_39	29729	2816	33998	38776	313	5999
SLV_40	24325	9706	113147	38730	1078	8328
SLV_41	24325	9561	34505	128558	1062	8742
SLV_42	29187	2808	34505	38730	312	5955
SLV_43	24244	9705	112581	39959	1078	8343
SLV_44	24244	9561	33938	129787	1062	8758
SLV_45	29107	2807	33938	39959	312	5971
				MAX	1080	8785

4.2.3 Pila P19



4.2.3.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

SISMA SLV	Treno 1	37	24926	8769	2418	62605	21385	0
		38	24926	2678	8061	18945	70694	0
		39	28676	2678	2418	18945	21385	0
	Treno 2	40	24433	8759	2418	63070	21343	0
		41	24433	2669	8061	19410	70652	0
		42	28184	2669	2418	19410	21343	0
	Treno 3	43	24360	8757	2418	62556	22460	0
		44	24360	2667	8061	18896	71769	0
		45	28110	2667	2418	18896	22460	0

Figura 16 – Sollecitazioni di progetto “IN1711EI2CLVI10B3001A”

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 28 di 34	

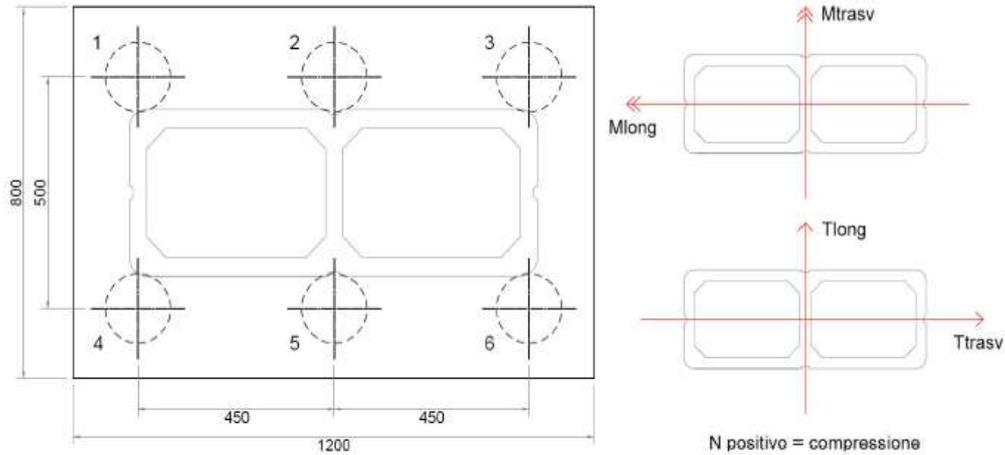
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	24926	9096	62605	21385	1137	6847
SLV_38	24926	8494	18945	70694	1062	7416
SLV_39	28676	3608	18945	21385	451	5450
SLV_40	24433	9087	63070	21343	1136	6803
SLV_41	24433	8491	19410	70652	1061	7373
SLV_42	28184	3601	19410	21343	450	5406
SLV_43	24360	9085	62556	22460	1136	6827
SLV_44	24360	8491	18896	71769	1061	7397
SLV_45	28110	3600	18896	22460	450	5430
				MAX	1137	7416

4.2.3.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	20939	8282	68866	23524	1035	6722
SLV_38	20939	7620	20840	77763	952	7348
SLV_39	25064	2245	20840	23524	281	5185
SLV_40	20396	8271	69377	23477	1034	6674
SLV_41	20396	7617	21351	77717	952	7300
SLV_42	24522	2238	21351	23477	280	5137
SLV_43	20316	8269	68812	24706	1034	6700
SLV_44	20316	7616	20786	78946	952	7326
SLV_45	24441	2236	20786	24706	280	5163
				MAX	1035	7348

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 29 di 34

4.2.4 Pila P25



4.2.4.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

SISMA SLV	Treno 1	37	21980	7509	2125	46447	17184	0
		38	21980	2300	7084	14097	56691	0
		39	25269	2300	2125	14097	17184	0
	Treno 2	40	21487	7499	2125	46912	17142	0
		41	21487	2291	7084	14562	56649	0
		42	24777	2291	2125	14562	17142	0
	Treno 3	43	21414	7497	2125	46398	18260	0
		44	21414	2289	7084	14048	57766	0
		45	24703	2289	2125	14048	18260	0

Figura 17 – Sollecitazioni di progetto “IN1711EI2CLVI10B3001A”

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	21980	7804	46447	17184	1301	7714
SLV_38	21980	7448	14097	56691	1241	7753
SLV_39	25269	3131	14097	17184	522	6106
SLV_40	21487	7794	46912	17142	1299	7661
SLV_41	21487	7445	14562	56649	1241	7699
SLV_42	24777	3125	14562	17142	521	6053
SLV_43	21414	7792	46398	18260	1299	7677
SLV_44	21414	7445	14048	57766	1241	7715
SLV_45	24703	3123	14048	18260	521	6068
				MAX	1301	7753

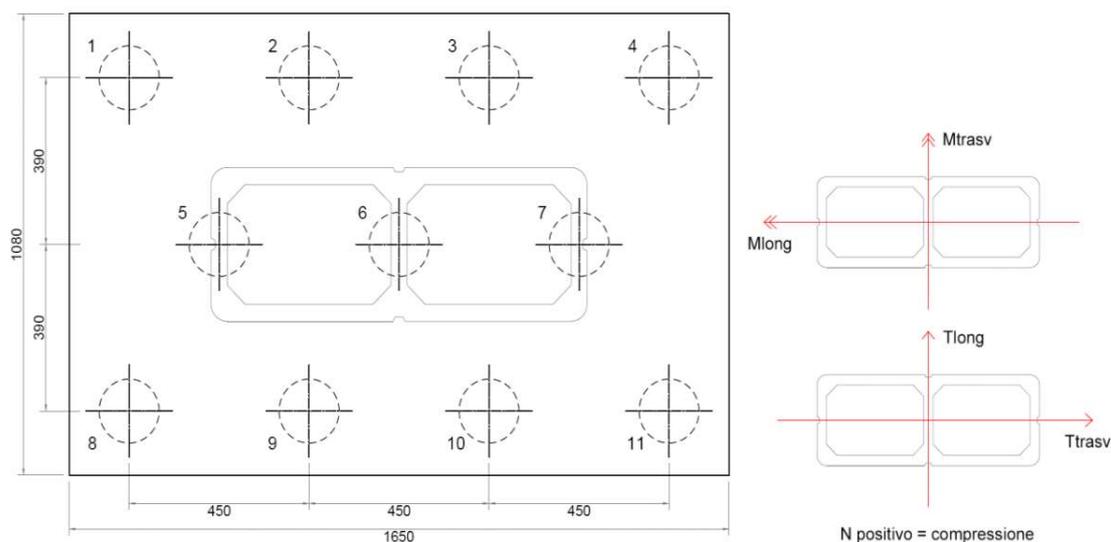
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 30 di 34

4.2.4.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	19378	7307	51092	18902	1218	7686
SLV_38	19378	6916	15507	62360	1153	7728
SLV_39	22996	2168	15507	18902	361	5917
SLV_40	18836	7297	51603	18856	1216	7627
SLV_41	18836	6913	16018	62314	1152	7669
SLV_42	22455	2160	16018	18856	360	5858
SLV_43	18755	7295	51038	20086	1216	7644
SLV_44	18755	6912	15453	63543	1152	7686
SLV_45	22373	2159	15453	20086	360	5875
MAX					1218	7728

4.3 Viadotto VI07

4.3.1 Pila P5



4.3.1.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

			N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	Tor
SISMA SLV	Treno 1	37	32399	10956	3234	105313	36254	0
		38	32399	3336	10780	31784	120240	0
		39	37169	3336	3234	31784	36254	0
	Treno 2	40	31906	10946	3234	105773	36212	0
		41	31906	3326	10780	32244	120198	0
		42	36677	3326	3234	32244	36212	0
	Treno 3	43	31833	10945	3234	105258	37386	0
		44	31833	3324	10780	31729	121372	0
		45	36603	3324	3234	31729	37386	0

Figura 18 – Sollecitazioni di progetto “IN1712EI2CLVI0703001B”

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 31 di 34

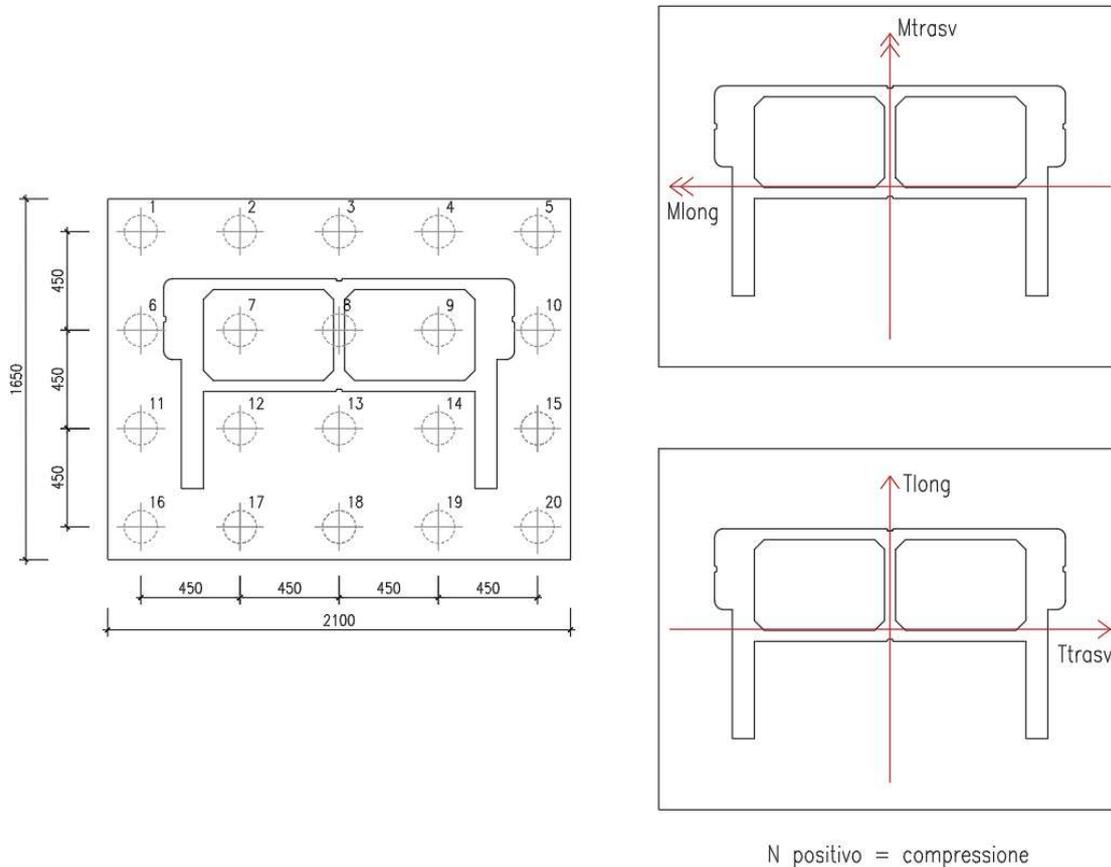
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	32399	11423	105313	36254	1038	7328
SLV_38	32399	11284	31784	120240	1026	7304
SLV_39	37176	4646	31784	36254	422	5405
SLV_40	31906	11414	105773	36212	1038	7297
SLV_41	31906	11281	32244	120198	1026	7273
SLV_42	36677	4639	32244	36212	422	5374
SLV_43	31833	11413	105258	37386	1038	7306
SLV_44	31833	11281	31729	121372	1026	7282
SLV_45	36603	4638	31729	37386	422	5383
MAX					1038	7328

4.3.1.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV_37	28956	9861	115844	39879	896	7453
SLV_38	28956	9708	34962	132264	883	7427
SLV_39	34211	2406	34962	39879	219	5338
SLV_40	28414	9850	116350	39833	895	7419
SLV_41	28414	9705	35468	132218	882	7393
SLV_42	33662	2398	35468	39833	218	5303
SLV_43	28334	9849	115784	41125	895	7429
SLV_44	28334	9704	34902	133509	882	7403
SLV_45	33581	2397	34902	41125	218	5314
MAX					896	7453

4.4 Viadotto VI09

4.4.1 Pila P13



4.4.1.1 Sollecitazioni di progetto da relazione di calcolo

		SOLLECITAZIONI INTRADOSSO PLINTO				
		N (kN)	Ht (kN)	HI (kN)	Mt (kNm)	MI (kNm)
analisi q=1.5	SLV-0.3EL+ET+0.3EZ	85561	35126	13147	-182937	187894
	SLV-EL+ET0.3+0.3EZ	87114	10086	40364	-49510	347550
	SLV-EZ-0.3EL-0.3ET	75304	10024	13562	-50235	194344
	SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-2	85488	-36731	13507	198032	188240
	SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-3	84136	-36826	-9708	197974	113145
	SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-4	92907	-36869	-9955	198536	108340
	SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-2	82605	9768	-37032	-49705	108751
	SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-3	81113	-11828	-36916	65099	106789
	SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-4	91354	-11828	-37172	65109	103779
	SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-2	104538	9882	12737	-48359	176262
	SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-3	103186	9787	-10478	-48418	103092
	SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-4	103164	-11767	-10370	65834	102926

Figura 19 – Sollecitazioni di progetto “IN1712EI2CLVI09B3001B”

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 33 di 34	

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50)					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ	85561	37506	187894	-182937	1875	8238
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ	87114	41605	347550	-49510	2080	8470
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET	75304	16864	194344	-50235	843	6317
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-2	85488	39136	188240	198032	1957	8405
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-3	84136	38084	113145	197974	1904	7567
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-4	92907	38189	108340	198536	1909	7962
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-2	82605	38299	108751	-49705	1915	5798
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-3	81113	38765	106789	65099	1938	5874
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-4	91354	39008	103779	65109	1950	6356
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-2	104538	16121	176262	-48359	806	7572
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-3	103186	14338	103092	-48418	717	6755
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-4	103164	15684	102926	65834	784	6945
MAX					2080	8470

4.4.1.2 Sollecitazioni con attrito plinto-terreno

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO PALIFICATA (q=1.50) x 1.10 - N _{plinto}					SOLL. PALO	
COMB.	N _{Ed} [kN]	V _{Ed} [kN]	M _{long} [kNm]	M _{trasv} [kNm]	V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ	81123	35495	206683	-201231	1775	8412
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ	82832	40004	382305	-54461	2000	8668
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET	69841	12790	213778	-55259	639	6299
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-2	81043	37288	207064	217835	1864	8596
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-3	79556	36131	124460	217771	1807	7674
SLV-0.3EL+ET+0.3EZ-4	89204	36247	119174	218390	1812	8109
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-2	77872	36367	119626	-54676	1818	5728
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-3	76231	36880	117468	71609	1844	5812
SLV-EL+ET0.3+0.3EZ-4	87496	37148	114157	71620	1857	6341
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-2	101998	11972	193888	-53195	599	7680
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-3	100511	10010	113401	-53260	501	6780
SLV-EZ-0.3EL-0.3ET-4	100487	11491	113219	72417	575	6990
MAX					2000	8668

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Pile – Nota integrativa	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2 CL VI 00 0 0 002	Rev. B	Foglio 34 di 34

5 Conclusioni

Nella seguente tabella sono riportate le sollecitazioni agenti sui pali calcolate adottando un fattore di struttura $q=1.50$ (approccio seguito nel PD e nel PE) e le sollecitazioni provenienti dagli elementi soprastanti (calcolate con $q=1.50$) amplificate per 1.10 ridotte però del contributo del plinto. Si può osservare che il taglio agente sui pali si riduce in tutti i casi analizzati. Lo sforzo normale in alcuni casi risulta maggiore ma gli incrementi maggiori sono dell'ordine del 2% e pertanto del tutto trascurabili.

	$N_{ed,q=1.50}$	$N_{ed,q=1.50/1.1}$	D	$V_{ed,q=1.50}$	$V_{ed,q=1.50/1.1}$	D
	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	
Pila P01 - V01	8234	8248	0.2%	1253	1156	-7.7%
Pila P03 - V01	6076	5652	-7.0%	1435	1296	-9.7%
Pila P19 - V01	8835	8919	0.9%	1470	1398	-4.9%
Pila P06 - V10	8714	8785	0.8%	1175	1080	-8.1%
Pila P03 - V10	6898	6556	-5.0%	1129	967	-14.3%
Pila P19 - V10	7416	7348	-0.9%	1137	1035	-9.0%
Pila P25 - V10	7753	7728	-0.3%	1301	1218	-6.4%
Pila P05 - VI07	7328	7453	1.7%	1038	896	-13.7%
Pila P13 - VI09	8470	8668	2.3%	2080	2000	-3.8%

Dunque, sulla base delle analisi effettuate, si può affermare che l'amplificazione dei carichi di un fattore pari a 1.10 è compensata dal contributo del meccanismo resistente di natura attrittiva del plinto e dalla riduzione dello sforzo normale agente sulla palificata in quanto il peso del plinto è scaricato sul terreno di fondazione.