

Commissario:



Contraente:



Progettista:



Project & Construction Management &  
Quality Assurance: Rina Consulting SpA



## VIADOTTO POLCEVERA

### PROGETTO ESECUTIVO di 2° LIVELLO



### RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO FONDAZIONE – PLINTO P7



Contraente	Project & Construction Management & Quality Assurance	Direttore Lavori
Data: _____	Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
N G 1 2	0 0	E	0 9	C L	V I 0 1 0 2	C 0 7	B

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	A. Vittozzi
A	Emissione esecutiva di 2° livello	F. Bianchi	15/04/2019	L. Utzeri	15/04/2019	A. Perego	15/04/2019	ITALFERR S.p.A. Dipartimento Civile e Gestione delle Infrastrutture Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783
B	Rimissione per modifica dimensioni pile	F. Bianchi	Giugno 2019	L. Utzeri	Giugno 2019	A. Perego	Giugno 2019	
C								
								Data Giugno 2019

File: NG1200E09CLVI0102C07B.docx

Contraente 		Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 2 di 77
<b>INDICE</b>						
1	PREMESSA.....					5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA E SOFTWARE .....					5
2.1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....					5
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO .....					5
2.3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....					5
2.4	SOFTWARE.....					6
3	MATERIALI .....					7
3.1	ACCIAIO.....					7
3.1.1	Acciaio per armatura strutture in c.a. ....					7
3.2	CALCESTRUZZO .....					7
3.2.1	Calcestruzzo magro per getti di livellamento .....					7
3.2.2	Calcestruzzo pali .....					7
4	SISMICITA' .....					8
5	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO .....					9
5.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA FONDALE .....					9
5.2	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO.....					10
6	CRITERI DI VERIFICA .....					10
7	SCARICHI IN FONDAZIONE.....					11
7.1	SCARICHI ALLA BASE DELLA PILA .....					11
7.1.1	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV).....					11
7.1.2	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU).....					12
7.1.3	Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE).....					12
7.2	SCARICHI A INTRADOSSO PLINTO .....					13
7.2.1	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV).....					13
7.2.2	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU).....					16
7.2.3	Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE).....					17
8	ANALISI DELL'INTERAZIONE FONDAZIONE-TERRENO .....					20

Contraente 		Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 3 di 77
8.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO GROUP.....					20
8.2	SINTESI DEI RISULTATI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO SLE (CARATTERISTICA).....					26
8.2.1	<i>Spostamenti SLE</i> .....					29
8.3	SINTESI DEI RISULTATI AGLI STATI LIMITE ULTIMI STATICI (SLU) .....					30
8.3.1	<i>Spostamenti SLU</i> .....					32
8.4	SINTESI DEI RISULTATI RELATIVI AGLI STATI LIMITE ULTIMI SISMICI (SLV) .....					33
8.4.1	<i>Spostamenti SLV</i> .....					35
9	VERIFICA AGLI SLU DI TIPO GEOTECNICO.....					37
9.1	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DEL PALO SINGOLO .....					37
9.2	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE GRUPPO DI PALI .....					38
9.3	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE DEL GRUPPO DI PALI.....					40
10	VERIFICA DEI PALI AGLI SLU E SLE DI TIPO STRUTTURALE.....					42
10.1	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI STATICHE A PRESSO-TENSO FLESSIONE .....					42
10.2	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI STATICHE A TAGLIO .....					43
10.3	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI SISMICHE A PRESSO-TENSO FLESSIONE.....					44
10.4	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI SISMICHE A TAGLIO.....					45
10.5	VERIFICHE AGLI SLE DI TIPO STR.....					45
10.5.1	<i>Verifica di apertura delle fessure</i> .....					45
10.5.2	<i>Verifica tensionale</i> .....					46
11	TABULATI DI INPUT MODELLI GROUP .....					48
11.1	TABULATI DI INPUT MODELLI SLU, COMBINAZIONI STATICHE .....					48
11.2	TABULATI DI INPUT MODELLI SLU, COMBINAZIONI SISMICHE .....					53
11.3	TABULATI DI INPUT MODELLI SLE .....					58
12	TABULATI VERIFICHE STRUTTURALI.....					67
12.1	VERIFICHE SLU COMBINAZIONI STATICHE .....					67
12.2	VERIFICHE SLU COMBINAZIONI SISMICHE .....					70
12.3	VERIFICHE SLE .....					72
12.3.1	<i>SLE combinazione Rara</i> .....					72

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00



Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
4 di 77

12.3.2 SLE combinazione frequente ..... 74

12.3.3 SLE combinazione quasi permanente ..... 76

Contraente		Progettista			
					
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 5 di 77

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta le verifiche geotecniche e strutturali dei pali della pila P7 del viadotto Polcevera.

Il presente documento sostituisce la precedente revisione, i cui contenuti vengono aggiornati a seguito della modifica delle dimensioni delle pile dell'impalcato principale e della rampa che sono state fissate – anche dopo confronto ed approvazione della Direzione Artistica – in 4.0m\*9.5m per tutte le 18 pile dell'impalcato principale e di 2.5m\*5.0m per le 3 pile della rampa.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA E SOFTWARE

### 2.1 Documentazione di riferimento

- Rif. [1] NG12 00 E 09 F6 VI0000 C01 - “Profilo Geotecnico”
- Rif. [2] NG12 00 E 09 F6 VI0000 C02 - “Profilo geotecnico ramo di svincolo”
- Rif. [3] NG12 00 E 09 BZ VI0102 C07 - “Armatura palo Pila P7”
- Rif. [4] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C013 - “Armatura plinto Pila P7 - Tav. 1”
- Rif. [5] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C014 - “Armatura plinto Pila P7 - Tav. 2”
- Rif. [6] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C25 - “Armatura plinto Pila P7 - Tav. 3”
- Rif. [7] NG12 00 E 09 BA VI0003 C02 - “Carpenteria fondazioni - Tav. 2”
- Rif. [8] NG12 00 E 09 GE VI0000 C01 - “Relazione Geotecnica Generale”
- Rif. [9] NG12 00 E 09 RH VI0000 C02 - “Criteri di caratterizzazione sismica e risposta sismica locale”
- Rif. [10] NG12 00 E 09 GE VI0002 C01 - “Relazione Criteri di Progettazione geotecnica”
- Rif. [11] NG12 00 E 09 GE VI0002 C02 - “Relazione geotecnica fondazioni”
- Rif. [12] NG12 00 E 09 CL VI0103 C08 - “Relazione di calcolo strutturale plinto - Pila P7”
- Rif. [13] NG12 00 E 09 TT VI0000 C02 - “Tabella materiali sottostrutture e opere fondali”

### 2.2 Normativa e Standard di Riferimento

- Rif. [14] Decreto Ministeriale del 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (GU n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8)
- Rif. [15] UNI EN 1992-1-1:2004 “Eurocodice 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings” e relativa appendice nazionale italiana
- Rif. [16] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- Rif. [17] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Rif. [18] UNI EN 206:2016 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- Rif. [19] UNI 11104: 2016 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.

### 2.3 Riferimenti bibliografici

- Rif. [20] Mandolini, A., Russo, G., Viggiani, C. (2005). “Piled foundations: Experimental investigations, analysis and design.” State-of-the-Art Rep. Proc., 16th ICSMGE, Osaka, Japan, Vol. 1, 177–213

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
6 di 77

## 2.4 Software

Rif. [21] Group, Ensoft Inc, versione 2016, release n.10

Rif. [22] GeoStru, RC-SEC 2018, Calcolo di sezioni in Cemento Armato

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
7 di 77

### 3 MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

#### 3.1 Acciaio

##### 3.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- allungamento caratteristico:  $\geq 7.5 \%$
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento:  $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

#### 3.2 Calcestruzzo

##### 3.2.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

Classe di resistenza: C12/15  
classe di esposizione: X0

##### 3.2.2 Calcestruzzo pali

Classe di resistenza: C30/37  
classe di consistenza: S4-S5  
classe di esposizione: XC2+XA1  
dimensione massima dell'inerte:  $D_{\max} = 32 \text{ mm}$   
copriferro minimo:  $c_{f,\min} \geq 75 \text{ mm}$

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
8 di 77

#### 4 SISMICITA'

L'azione sismica è valutata in accordo alle NTC2018 di cui al Rif. [14] (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione sismica di cui al Rif. [9]):

- vita nominale:  $V_N = 100$  anni
- classe d'uso: IV
- coefficiente d'uso:  $C_U = 2$
- periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R = V_N \times C_U$
- Coordinate geografiche di riferimento: ED50 dell'opera

Dall'analisi di risposta sismica locale (vedasi Rif. [9]) l'accelerazione massima orizzontale e verticale in superficie, comprensiva degli effetti stratigrafici e topografici, risulta rispettivamente pari a:

- $a_{\max,H} = 0.102g$ ;
- $a_{\max,V} = 0.053g$

Ai fini del dimensionamento delle strutture di fondazione l'azione sismica dovuta alle forze di inerzia dovute al sisma sono applicate come forze statiche equivalenti proporzionali al peso dei plinti e del terreno imbarcato:

- $F_h = a_{\max,H} \cdot W$ ;
- $F_v = a_{\max,V} \cdot W$ .



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

Foglio  
9 di 77

## 5 DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

### 5.1 Descrizione del sistema fondale

La fondazione è un plinto a 10 pali trivellati di diametro  $\phi=1500$  mm, lunghezza 44.0 m e interasse 3.70÷4.25 m; le dimensioni del plinto di fondazione sono 11.50x14.9x2.5 m (Figura 5-1).

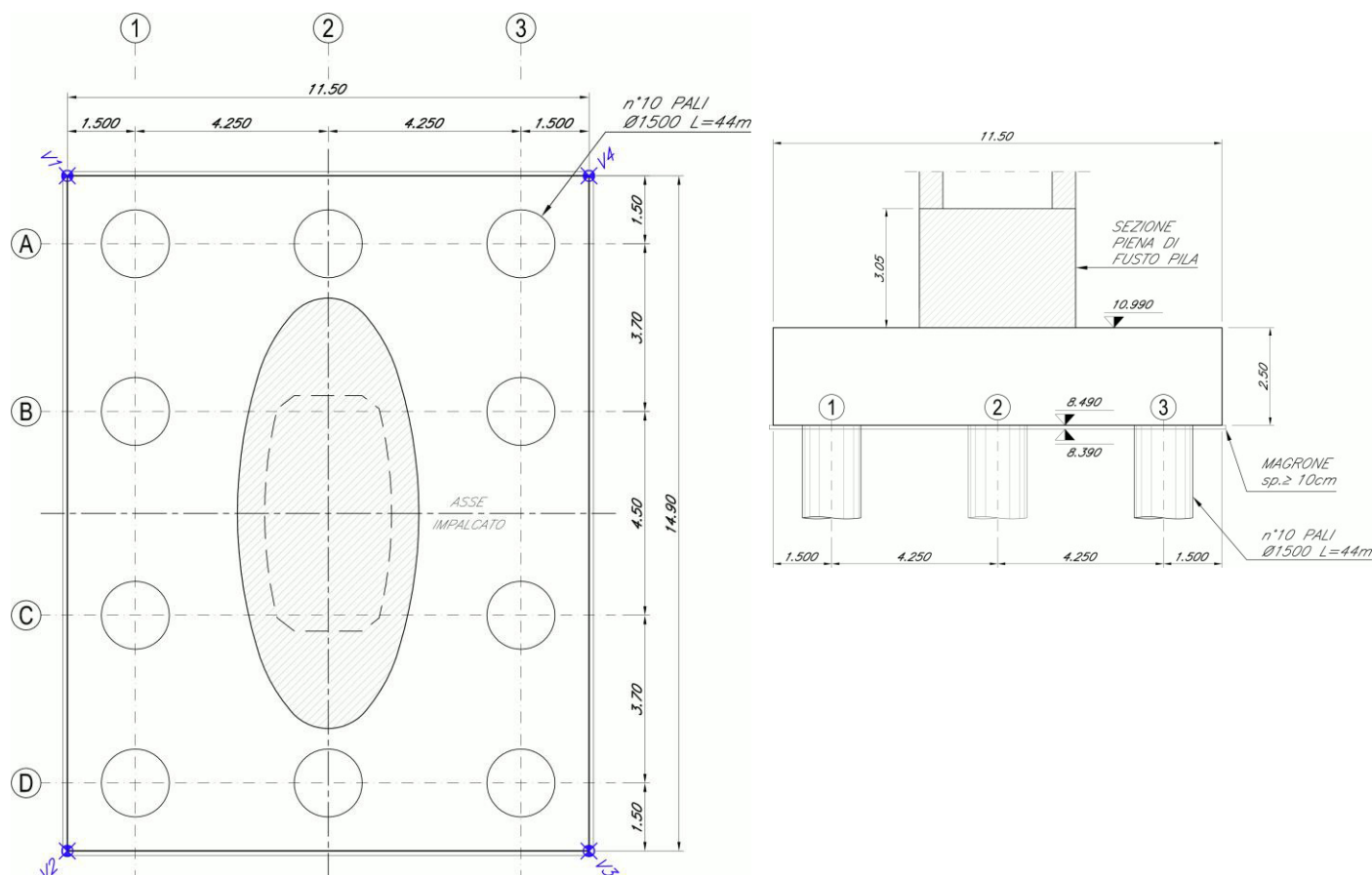




Figura 5-1 – Geometria di riferimento per il plinto su pali.

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07 Rev. B Foglio 10 di 77

## 5.2 Stratigrafia di riferimento

In accordo alla caratterizzazione geotecnica di cui al documento in Rif. [8] i parametri geotecnici di riferimento sono riportati nella seguente tabella. La falda è stata considerata a testa palo e il terreno a quota estradosso plinto la cui quota assoluta è 11.0 m.

Unità di rif.	Descrizione	Quota assoluta (m)	Profondità da intradosso plinto (m)
R	Riporto	8.8	-0.3
DG	Depositi alluvionali grossolani	-8.1	16.6
DAL	Depositi alluvionali fini	-19.1	27.6
DG	Depositi alluvionali grossolani	-27.4	35.9
ARGalt	Argilliti alterate	-29.0	37.5
ARG	Argilliti	< -29.0	> 37.5

**Tabella 5-1 – Stratigrafia**

Unità	$\gamma$ [kN/mc]	$\varphi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	$\sigma_{ci}$ [kPa]	$E_i$ [kPa]	mb	s	a	$E_{press}$ [kPa]	RQD
R	19	32								
DG	19.5	30								
DAL	19		65							
DG	19.5	30								
ARGalt	26.5			2 000	800 000	0.1540	1.560E-05	0.5530	138 000	15
ARG	26.5			8 000	3 200 000	0.5740	3.000E-04	0.5110	400 000	80

**Tabella 5-2 –Parametri geotecnici di riferimento.**

## 6 CRITERI DI VERIFICA

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d,$$



dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza.

Le verifiche sono sviluppate secondo l'approccio 2:

$$A1+M1+R3,$$

in cui è previsto un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali (STR) sia nelle verifiche geotecniche (GEO).

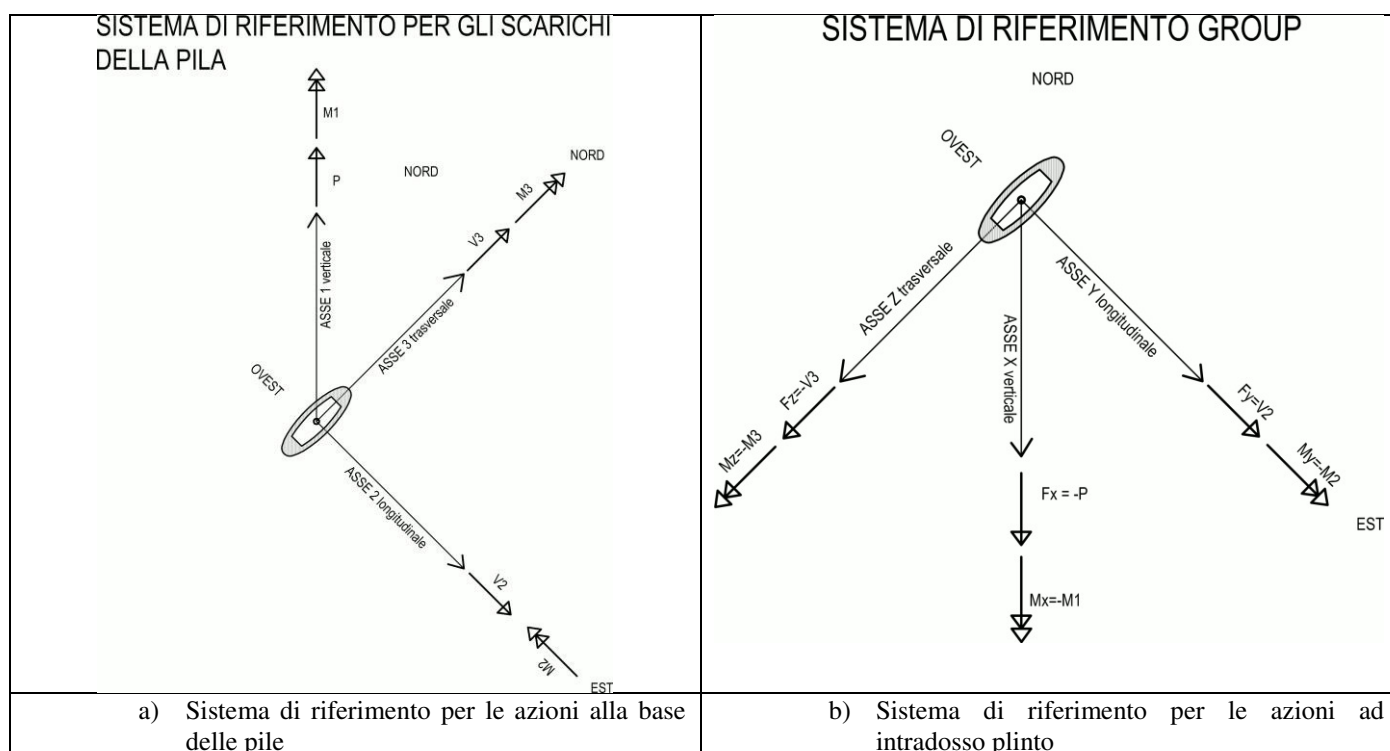
Per maggiori dettagli sui criteri di calcolo e verifica si rimanda alla relazione Rif. [10]. Per le verifiche a fessurazione si ricorda che sono svolte per condizioni ambientali aggressive e armature poco sensibili (vedasi § 9.4.1 di Rif. [10]).

Contraente 	Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 11 di 77

## 7 SCARICHI IN FONDAZIONE

Nel seguito a partire dagli scarichi a base pila derivanti dall'analisi strutturale complessiva del viadotto, si valutano le azioni ad intradosso plinto aggiungendo le azioni permanenti dovute al peso proprio del plinto e al terreno imbarcato e le azioni inerziali sul terreno imbarcato e plinto.

Gli scarichi dovuti alla struttura in elevazione sono riferiti alla terna di assi 1-2-3 di Figura 7-1a. Per l'analisi del plinto di fondazione le azioni sono riportate ad intradosso plinto e, per l'utilizzo nell'ambito del software Group (vedasi § 8) riferite agli assi x-y-z; la corrispondenza fra i due sistemi di riferimento è indicata in Figura 7-1b.




**Figura 7-1 – Assi di riferimento per gli scarichi in fondazione.**

### 7.1 Scarichi alla base della pila

Di seguito si riportano gli scarichi alla base della pila per le combinazioni di carico sismiche (SLV), statiche (SLU) e di esercizio (SLE).

#### 7.1.1 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV)

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi (SLV) connessi all'azione sismica e valutati considerando per la struttura in elevazione un fattore di struttura  $q=1$ .

Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 12 di 77

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
P7-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	35 860	2 364	-52 679	-482	-1 685	-4
P7-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	35 833	-2 056	48 545	624	17 371	7
P7-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	35 599	1 837	-66 170	-331	-3 306	-4
P7-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	36 090	-1 796	61 820	-443	-9 737	1
P7-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	36 963	-407	18 716	-2 747	-62 570	2
P7-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	36 061	381	-19 282	2 742	57 441	-5
P7-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	36 554	-437	19 975	-2 493	-65 822	-1
P7-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	36 131	495	-18 825	2 351	61 212	4
P7-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	37 180	848	-33 378	129	8 013	-32
P7-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	35 200	-207	25 160	-228	-13 459	31
P7-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	28 404	83	-8 113	294	7 558	-2
P7-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	42 437	-217	10 207	-110	-6 669	5

**Tabella 7-1 – Combinazioni sismiche SLV: azioni agenti a base pila.**

### 7.1.2 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU)

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi statici (SLU).

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
P7-V2max-SLUstr.6- v.16bmu3	48 786	1 852	-63 138	156	7 318	-2
P7-V2min-SLUstr.13- v.16bmu3	37 699	-1 778	60 111	-225	-10 015	1
P7-M3max-SLUstr.6- v.16bmu3	48 786	1 820	-64 387	156	7 318	-2
P7-M3min-SLUstr.13- v.16bmu3	37 699	-1 750	61 219	-225	-10 015	1
P7-V3max-SLUstr.5- v.16bmu3	47 470	-725	29 194	-3 264	-129 321	-12
P7-V3min-SLUstr.12- v.16bmu3	33 754	786	-31 398	3 207	127 094	10
P7-M2max-SLUstr.5- v.16bmu3	47 470	-725	29 194	-2 680	-152 608	-12
P7-M2min-SLUstr.12- v.16bmu3	33 754	786	-31 398	2 626	150 264	10
P7-Tmax-SLUstr.1- v.16bmu3	48 029	808	-32 442	-1 424	-69 654	-26
P7-Tmin-SLUstr.8- v.16bmu3	32 757	-755	30 128	1 372	67 429	25
P7-Pmax-SLUstr.8- v.16bmu3	28 379	302	-12 154	1 532	74 439	6
P7-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3	60 272	214	2 026	-70	-3 568	0

**Tabella 7-2 – Combinazioni statiche SLU: azioni agenti a base pila.**

### 7.1.3 Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE)

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per le combinazioni caratteristiche impiegate per gli stati limite di esercizio (SLE).

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07 Rev. B Foglio 13 di 77

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
P7-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3	36 010	475	-18 942	31	1 502	-1
P7-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3	36 951	-417	16 644	-89	-3 835	0
P7-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3	36 010	475	-18 942	31	1 502	-1
P7-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3	36 951	-417	16 644	-89	-3 835	0
P7-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3	36 553	-392	15 673	-100	-4 275	0
P7-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3	36 408	451	-17 981	42	1 943	-1
P7-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3	36 553	-392	15 673	-100	-4 275	0
P7-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3	36 408	451	-17 981	42	1 943	-1
P7-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3	36 408	451	-17 981	42	1 943	-1
P7-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3	34 415	-402	16 047	-94	-4 031	0
P7-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3	33 780	185	-7 458	-5	-99	0
P7-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3	37 027	-136	5 581	-47	-2 004	0
P7-V2max-SLEf.2- v.16bmu3	36 010	578	-20 894	33	1 596	-1
P7-V2min-SLEf.2- v.16bmu3	36 951	-520	18 597	-90	-3 930	0
P7-M3max-SLEf.3- v.16bmu3	35 951	562	-22 400	44	2 080	-1
P7-M3min-SLEf.3- v.16bmu3	37 000	-504	20 103	-102	-4 411	1
P7-V3max-SLEf.1- v.16bmu3	36 553	-392	15 684	-533	-4 319	0
P7-V3min-SLEf.1- v.16bmu3	36 408	451	-17 991	472	1 987	-1
P7-M2max-SLEf.2- v.16bmu3	36 200	-393	15 711	-478	-22 390	-1
P7-M2min-SLEf.2- v.16bmu3	36 051	450	-17 971	422	20 151	1
P7-Tmax-SLEf.1- v.16bmu3	36 408	451	-17 991	42	1 987	-6
P7-Tmin-SLEf.1- v.16bmu3	34 415	-402	16 057	-94	-4 071	6
P7-Pmax-SLEf.1- v.16bmu3	32 662	185	-7 454	-5	-133	0
P7-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3	40 427	-136	5 633	-47	-2 059	0
P7-V2max-SLEr.6- v.16bmu3	35 714	1 241	-42 092	101	4 700	-1
P7-V2min-SLEr.6- v.16bmu3	37 198	-1 180	39 784	-159	-7 029	1
P7-M3max-SLEr.6- v.16bmu3	35 714	1 218	-43 017	101	4 700	-1
P7-M3min-SLEr.6- v.16bmu3	37 198	-1 159	40 605	-159	-7 029	1
P7-V3max-SLEr.5- v.16bmu3	34 836	-479	19 180	-2 223	-86 269	-8
P7-V3min-SLEr.5- v.16bmu3	34 568	531	-21 251	2 172	84 396	7
P7-M2max-SLEr.5- v.16bmu3	34 836	-479	19 180	-1 790	-103 519	-8
P7-M2min-SLEr.5- v.16bmu3	34 568	531	-21 251	1 742	101 559	7
P7-Tmax-SLEr.1- v.16bmu3	35 289	538	-21 495	-951	-46 415	-18
P7-Tmin-SLEr.1- v.16bmu3	33 396	-493	19 692	905	44 583	18
P7-Pmax-SLEr.1- v.16bmu3	30 238	212	-8 550	1 012	49 267	4
P7-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3	44 157	142	1 213	-48	-2 327	0

**Tabella 7-3 – Combinazioni di esercizio SLE: azioni agenti a base pila.**

## 7.2 Scarichi a intradosso plinto

### 7.2.1 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV)

Nella Tabella 7-6 si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi (SLV) connessi all'azione sismica ottenuti:

- aggiungendo il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato (Tabella 7-5);
- aggiungendo la forza inerziale orizzontale del plinto e del terreno imbarcato adottando i coefficienti di combinazione indicati nella tabella seguente:

ID	Combinazione			Azione inerziale dir. X (asse -1) (sisma verticale)	Azione inerziale dir Y (asse 2) (sisma orizz. long.)	Azione inerziale dir. Z (asse -3) (sisma orizz. trasv.)
1	V2	max	SIS.TH.1	0.30	1.00	-0.30
2	V2	min	SIS.TH.1	-0.30	-1.00	0.30

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
14 di 77

3	M3	max	SIS.TH.1	-0.30	1.00	-0.30
4	M3	min	SIS.TH.1	0.30	-1.00	-0.30
5	V3	max	SIS.TH.1	0.30	-0.30	-1.00
6	V3	min	SIS.TH.1	-0.30	0.30	1.00
7	M2	max	SIS.TH.1	0.30	-0.30	-1.00
8	M2	min	SIS.TH.1	-0.30	0.30	1.00
9	T	max	SIS.TH.1	0.30	1.00	0.30
10	T	min	SIS.TH.1	-0.30	-0.30	-1.00
11	P	max	SIS.TH.1	-1.00	0.30	0.30
12	P	min	SIS.TH.1	1.00	-0.30	-0.30

**Tabella 7-4 – Azioni inerziali di plinto e terreno imbarcato.**

**VIADOTTO**

**ID PILA**

**VERIFICA**

**TIPO DI APPROCCIO**

VI01

P07

SLV - SISMICO

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

**DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

$L_y$	11.50 m	dimensione del plinto in direzione y
$L_z$	14.90 m	dimensione del plinto in direzione z
H	2.50 m	dimensione del plinto lungo x
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	29.95 m <sup>2</sup>	area sezione trasversale della pila

**ANALISI DEI CARICHI**

**a) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico verticale**

$\gamma_{cls}$	25.00 kN/m <sup>3</sup>	
PP	10 709 kN	peso proprio del plinto
$\gamma_{G1}$	1.00 -	coefficiente amplificativo
$PP_{sd,v}$	10 709 kN	valore azione di progetto

**b) PLINTO DI FONDAZIONE - Carichi inerziali**

$k_h \times \beta_m$	0.102 -	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
$k_v \times \beta_m$	0.053 -	accelerazione verticale massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	1 097 kN	azione inerziale del plinto in direzione orizzontale
$b_v$	1.25 m	braccio della forza $PP_{sd,h}$ da intradosso plinto
$PP_{sd,v}$	564 kN	azione inerziale del plinto in direzione verticale

**c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**

$\gamma_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	2 828 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$\gamma_{G1}$	1.00 -	coefficiente amplificativo
$ST_{sd,v}$	2 828 kN	valore azione di progetto

**d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carichi inerziali**

$k_h \times \beta_m$	0.102 -	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
$k_v \times \beta_m$	0.053 -	accelerazione verticale massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	290 kN	azione inerziale del terreno di ricoprimento in direzione orizzontale
$b_v$	3.00 m	braccio della forza $ST_{sd,h}$ da intradosso plinto
$ST_{sd,v}$	149 kN	azione inerziale del terreno di ricoprimento in direzione verticale

**Tabella 7-5 - SLV-Determinazione delle azioni dovute al peso proprio del plinto e del terreno imbarcato**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
15 di 77

ID	SISIMICO_SLV	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P7-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	49 612	3 751	-60 829	-897	-3 562	-4
2	P7-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	49 156	-3 442	55 925	1 040	19 603	8
3	P7-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	48 923	3 224	-73 001	-747	-4 805	-4
4	P7-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	49 842	-3 182	68 549	-858	-11 515	2
5	P7-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	50 714	-822	20 405	-4 133	-71 676	3
6	P7-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	49 384	798	-20 906	4 129	66 536	-4
7	P7-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	50 306	-853	21 740	-3 879	-74 293	0
8	P7-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	49 455	911	-20 733	3 738	69 330	5
9	P7-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	50 931	2 235	-37 737	546	9 009	-32
10	P7-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	48 524	-622	26 350	-1 614	-16 267	32
11	P7-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	41 228	499	-8 991	711	8 966	-1
12	P7-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 688	-633	11 423	-526	-7 617	6

Tabella 7-6 - Combinazioni sismiche SLV: azioni agenti ad intradosso plinto.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
16 di 77

## 7.2.2 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU)

Nella Tabella 7-8 si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi statici (SLU) amplificati con i coefficienti parziali A1, ottenuti:

- aggiungendo il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato (Tabella 7-7).

**VIADOTTO**

VI01

**ID PILA**

P07

**VERIFICA**

SLU - STATICO

**TIPO DI APPROCCIO**

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

### DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE

$L_y$	11.50 m	dimensione del plinto in direzione longitudinale (2)
$L_z$	14.90 m	dimensione del plinto in direzione trasversale all'asse del viadotto (3)
H	2.50 m	dimensione del plinto lungo z
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	29.95 m <sup>2</sup>	area sezione trasversale della pila

### ANALISI DEI CARICHI

#### **a) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico verticale**

$\gamma_{cls}$	25.00 kN/m <sup>3</sup>	
PP	10 709 kN	peso proprio del plinto
$\gamma_{G1}$	1.35 -	coefficiente A1
$PP_{sd,v}$	14 458 kN	valore azione di progetto

#### **b) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico orizzontale inerziale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto SLU
$b_1$	1.25 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

#### **c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**

$\gamma_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	2 828 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$\gamma_{G1}$	1.35 -	coefficiente A1
$ST_{sd,v}$	3 818 kN	valore azione di progetto

#### **d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico orizzontale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto della spinta sismica SLU in direzione longitudinale
$b_2$	3.00 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

**Tabella 7-7 - SLU-Determinazione delle azioni dovute al peso proprio del plinto e del terreno imbarcato.**



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
17 di 77

ID	STATICO - ax-	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P7-V2max-SLUstr.6- v.16bmu3	67 062	1 853	-67 768	157	7 709	-1
2	P7-V2min-SLUstr.13- v.16bmu3	55 975	-1 778	64 557	-225	-10 577	2
3	P7-M3max-SLUstr.6- v.16bmu3	67 062	1 821	-68 938	157	7 709	-1
4	P7-M3min-SLUstr.13- v.16bmu3	55 975	-1 749	65 595	-225	-10 577	2
5	P7-V3max-SLUstr.5- v.16bmu3	65 746	-724	31 006	-3 264	-137 482	-11
6	P7-V3min-SLUstr.12- v.16bmu3	52 030	786	-33 362	3 207	135 111	11
7	P7-M2max-SLUstr.5- v.16bmu3	65 746	-724	31 006	-2 680	-159 308	-11
8	P7-M2min-SLUstr.12- v.16bmu3	52 030	786	-33 362	2 627	156 830	11
9	P7-Tmax-SLUstr.1- v.16bmu3	66 305	808	-34 461	-1 424	-73 214	-25
10	P7-Tmin-SLUstr.8- v.16bmu3	51 033	-755	32 017	1 372	70 859	25
11	P7-Pmax-SLUstr.8- v.16bmu3	46 655	302	-12 908	1 533	78 270	7
12	P7-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3	78 548	214	1 493	-70	-3 742	1

**Tabella 7-8 - Combinazioni statiche SLU: azioni agenti ad intradosso plinto.**

### 7.2.3 Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE)

Dalla Tabella 7-10 alla Tabella 7-12 si riportano gli scarichi per le combinazioni a gli stati limite di esercizio ottenuti aggiungendo agli scarichi di Tabella 7-3 il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato (Tabella 7-9)

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

Foglio  
18 di 77

**VIADOTTO**

**ID PILA**

**VERIFICA**

**TIPO DI APPROCCIO**

VI01

P07

SLE

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

**DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

$L_y$	11.50 m	dimensione del plinto in direzione longitudinale (2)
$L_z$	14.90 m	dimensione del plinto in direzione trasversale all'asse del viadotto (3)
H	2.50 m	dimensione del plinto lungo z
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	29.95 m <sup>2</sup>	area sezione trasversale della pila

**ANALISI DEI CARICHI**

**a) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico verticale**

$V_{cls}$	25.00 kN/m <sup>3</sup>	
PP	10 709 kN	peso proprio del plinto
$V_{G1}$	1.00 -	coefficiente A1
$PP_{sd,v}$	10 709 kN	valore azione di progetto

**b) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico orizzontale inerziale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto SLE
$b_1$	1.25 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

**c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**

$V_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	2 828 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$V_{G1}$	1.00 -	coefficiente A1
$ST_{sd,v}$	2 828 kN	valore azione di progetto

**d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico orizzontale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto della spinta sismica SLU in direzione longitudinale
$b_2$	3.00 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

**Tabella 7-9 - SLE- Determinazione delle azioni dovute al peso proprio del plinto e del terreno imbarcato.**

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P7-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3	49 548	476	-20 131	32	1 581	0
2	P7-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3	50 488	-416	17 687	-89	-4 057	1
3	P7-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3	49 548	476	-20 131	32	1 581	0
4	P7-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3	50 488	-416	17 687	-89	-4 057	1
5	P7-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3	50 091	-392	16 655	-100	-4 524	1
6	P7-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3	49 945	451	-19 107	43	2 049	0
7	P7-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3	50 091	-392	16 655	-100	-4 524	1
8	P7-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3	49 945	451	-19 107	43	2 049	0
9	P7-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3	49 945	451	-19 107	43	2 049	0
10	P7-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3	47 953	-402	17 054	-94	-4 266	1
11	P7-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3	47 317	185	-7 919	-4	-110	0
12	P7-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3	50 565	-136	5 922	-47	-2 122	1

**Tabella 7-10 - Combinazioni di esercizio SLE-quasi permanente: azioni agenti ad intradosso plinto.**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B



Foglio  
19 di 77

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
13	P7-V2max-SLEf.2- v.16bmu3	49 548	579	-22 339	33	1 678	0
14	P7-V2min-SLEf.2- v.16bmu3	50 488	-519	19 896	-90	-4 155	1
15	P7-M3max-SLEf.3- v.16bmu3	49 488	563	-23 805	45	2 192	0
16	P7-M3min-SLEf.3- v.16bmu3	50 538	-503	21 363	-102	-4 666	1
17	P7-V3max-SLEf.1- v.16bmu3	50 091	-392	16 665	-532	-5 651	1
18	P7-V3min-SLEf.1- v.16bmu3	49 945	451	-19 118	473	3 168	0
19	P7-M2max-SLEf.2- v.16bmu3	49 737	-392	16 694	-478	-23 585	-1
20	P7-M2min-SLEf.2- v.16bmu3	49 589	451	-19 096	423	21 207	2
21	P7-Tmax-SLEf.1- v.16bmu3	49 945	451	-19 118	43	2 093	-6
22	P7-Tmin-SLEf.1- v.16bmu3	47 953	-402	17 063	-94	-4 305	7
23	P7-Pmax-SLEf.1- v.16bmu3	46 200	185	-7 915	-4	-145	0
24	P7-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3	53 965	-136	5 974	-47	-2 176	1

Tabella 7-11 - Combinazioni di esercizio SLE-frequente: azioni agenti ad intradosso plinto.

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
25	P7-V2max-SLEr.6- v.16bmu3	49 252	1 242	-45 195	102	4 953	-1
26	P7-V2min-SLEr.6- v.16bmu3	50 736	-1 179	42 734	-158	-7 425	1
27	P7-M3max-SLEr.6- v.16bmu3	49 252	1 218	-46 062	102	4 953	-1
28	P7-M3min-SLEr.6- v.16bmu3	50 736	-1 159	43 503	-158	-7 425	1
29	P7-V3max-SLEr.5- v.16bmu3	48 374	-478	20 378	-2 222	-91 825	-7
30	P7-V3min-SLEr.5- v.16bmu3	48 106	532	-22 579	2 173	89 828	7
31	P7-M2max-SLEr.5- v.16bmu3	48 374	-478	20 378	-1 789	-107 993	-7
32	P7-M2min-SLEr.5- v.16bmu3	48 106	532	-22 579	1 743	105 915	7
33	P7-Tmax-SLEr.1- v.16bmu3	48 827	538	-22 840	-950	-48 791	-18
34	P7-Tmin-SLEr.1- v.16bmu3	46 934	-492	20 924	905	46 846	18
35	P7-Pmax-SLEr.1- v.16bmu3	43 776	212	-9 079	1 013	51 798	5
36	P7-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3	57 695	142	859	-47	-2 446	1

Tabella 7-12 - Combinazioni di esercizio SLE-caratteristica: azioni agenti ad intradosso plinto.

Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL V10102 C07	Rev. B	Foglio 20 di 77

## 8 ANALISI DELL'INTERAZIONE FONDAZIONE-TERRENO

L'analisi di interazione terreno-fondazione è stata sviluppata con il software GROUP della Ensoft. Se si considera un palo ad asse verticale, immerso in un terreno inizialmente le tensioni normali agenti sulla superficie laterale del palo presentano una distribuzione assialsimmetrica, la cui risultante è nulla. Quando il palo è soggetto, in testa, ad una forza orizzontale e/o ad una coppia applicata, si induce una traslazione  $y$  all'interno del terreno. Il diagramma delle tensioni del terreno, conseguentemente, si modifica; le tensioni normali poste di fronte al palo aumentano ed il terreno tende ad allontanarsi dal palo in direzione radiale. Le tensioni normali poste a tergo del palo, viceversa, diminuiscono, mentre il terreno tende a spostarsi verso il palo, ancora lungo una direzione radiale. Lungo i bordi del palo, le tensioni orizzontali presentano una componente normale ed una tangenziale. La risultante  $p$  [F/L] di tali azioni sarà posta nella direzione dello spostamento del palo ed avrà verso opposto ad esso.

Ad un certo livello di carico, in prossimità del piano campagna, il terreno posto a tergo del palo tende a distaccarsi dallo stesso; il terreno posto di fronte al palo, invece, tende a raggiungere la condizione di collasso. A profondità maggiori, il terreno tende a scorrere defluendo lungo il bordo del palo, senza un distacco relativo a tergo. Alla luce di queste considerazioni risulta evidente come la reazione del terreno  $p$  dipenda sia dall'entità dello spostamento  $y$  raggiunto dal palo sia dalla quota di riferimento  $z$ .

Di conseguenza, la risposta di un palo verticale ad un carico orizzontale crescente, in termini di curva carichi – spostamenti, oppure in termini di carichi – momenti flettenti massimi, è di tipo non lineare. Con il software GROUP in funzione della natura e caratteristiche dei terreni è possibile rappresentare tramite le curve  $p$ - $y$  questo comportamento non lineare.

Il programma considera inoltre che il comportamento di un palo soggetto ad azioni orizzontali all'interno di un gruppo differisce da quello di un palo singolo ed isolato. In un gruppo di pali caricato da azioni orizzontali i fenomeni di interazione reciproca palo – terreno – palo determinano, complessivamente, una diminuzione della rigidità del sistema.

La diversità di comportamento si manifesta mediante un differente valore dello sforzo di taglio agente in testa a ciascun palo, differenti valori di momento flettente, diversa ubicazione del valore massimo di momento al variare della profondità (nell'ipotesi in cui il vincolo in testa al palo non sia un incastro). La modalità di risposta di ciascun palo è funzione essenzialmente dalla posizione geometrica che questo occupa all'interno del gruppo. Precisamente, la risposta del singolo palo all'interno del gruppo è condizionata:

- dalla fila di appartenenza all'interno del gruppo (effetto ombra o shadowing);
- dalla posizione all'interno della singola fila (effetto di bordo).

### 8.1 Descrizione del modello di calcolo GROUP

Nella Figura 8-1 e Figura 8-2 sono riportate alcune viste del modello che riproduce esattamente la disposizione in pianta dei pali assunti incastrati a livello del plinto di fondazione. In questo modello non si considera la reazione del terreno nell'intorno del plinto.

In Figura 8-3 è riportata la corrispondenza fra la numerazione dei pali di Group e il grigliato di riferimento di cui ai disegni di carpenteria plinti.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
21 di 77

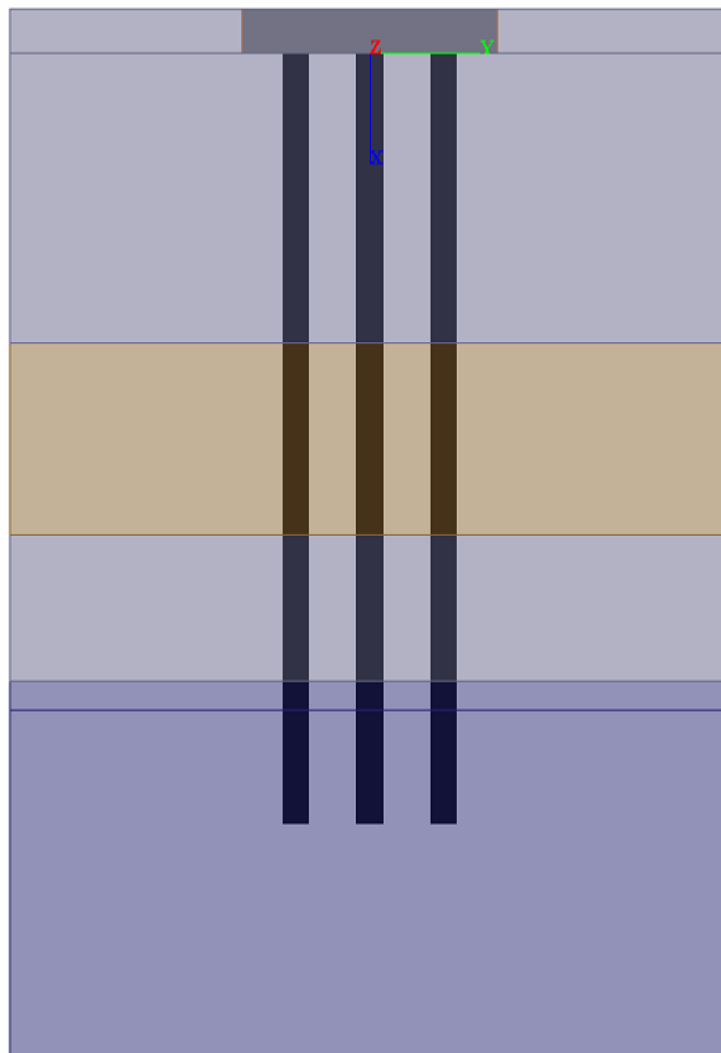


Figura 8-1 - Vista frontale del modello GROUPv2016.

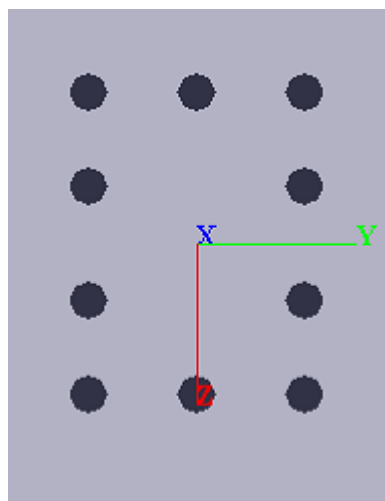


Figura 8-2 - Vista planimetrica del modello GROUPv2016.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
22 di 77

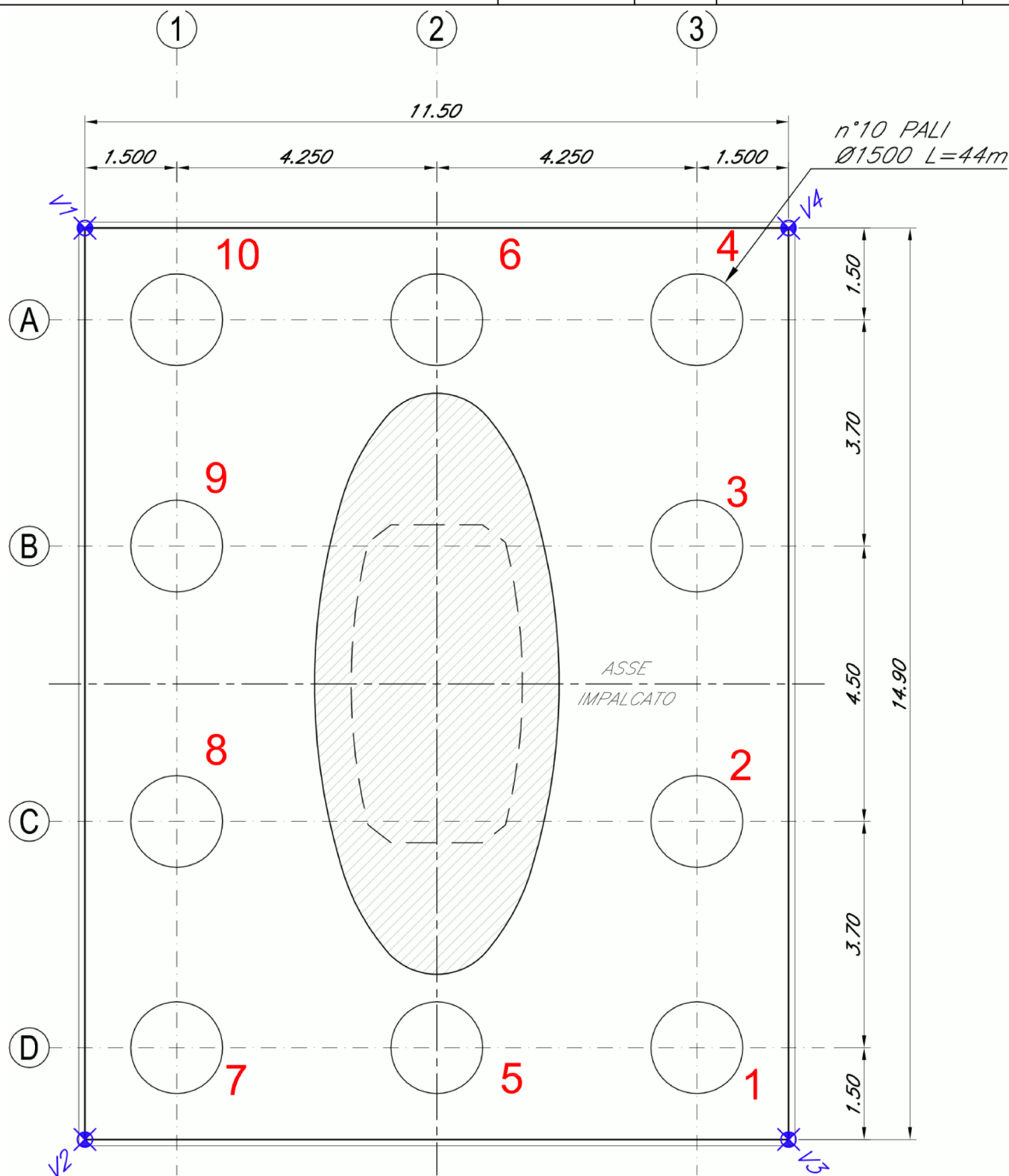


Figura 8-3 - Numerazione dei pali nel modello Group (in rosso)

In accordo alla caratterizzazione geotecnica riportata nel §5.2 nelle seguenti figure si riporta la stratigrafia di calcolo implementata nel software e i parametri geotecnici assegnati agli strati. I parametri di rigidezza del terreno sono stati assunti in accordo ai criteri illustrati nella relazione Rif. [10] § 8.1 per “sand”, “Stiff Clay with Free Water” e “weak rock” e riepilogati nella tabella seguente in cui con  $q_s$  e  $q_b$  si è indicata la portanza laterale e di base inserita in group e determinata sulla base delle curve di capacità portante di cui al § 9.1. Per il parametro  $k_{rm}$  che interviene nella costruzione delle curve p-y per le weak rock è stato usato il valore 0.0005 corrispondente al valore maggiore del range  $0.0005 \div 0.00005$  suggerito dal manuale di Group che caratterizza un comportamento meno rigido.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

Foglio  
23 di 77

Unità	p-y model	$\phi'$ (°)	cu kPa	Dr %	k (kPa)	K <sub>rm</sub>	$\sigma_{ci}$ (kPa)	E <sub>press</sub> (kPa)	RQD	qs (kPa)	qb (kPa)
R	"sand"	32		40	16 300					-	-
DG	"sand"	30			25 000					14-59.3	301-1275
DAL	"Stiff Clay with Free Water"		65		55 000					47.2-69.9	956-1164
DG	"sand"	30		60	25 000					87.7-110.6	1887-2379
ARGalt	"weak rock"					0.0005	2 000	138 000	15	112.4	1056-1105
ARG	"weak rock"					0.0005	8 000	800 000	80	250	4498-5876

**Tabella 8-1 – Parametri di input modello group**

Soil Layers					
Layer	Soil Type	Depth for Top of Soil Layer (m)	Depth for Bottom of Soil Layer (m)	Properties of Layer	
1	API Sand (O'Neil)	-2.5	0.01	1: API Sand	
2	API Sand (O'Neil)	0.01	16.6	2: API Sand	
3	Stiff Clay with Free Water (Reese)	16.6	27.55	3: Stiff Clay with Free Water	
4	API Sand (O'Neil)	27.55	35.9	4: API Sand	
5	Weak Rock (Reese)	35.9	37.5	5: Weak Rock	
6	Weak Rock (Reese)	37.5	57.5	6: Weak Rock	

**Figura 8-4 - Stratigrafia modello GROUP-v2016.**

API Sand 1					
1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight	Friction Angle	p-y Modulus, k	Ultimate Unit Side Friction	Ultimate Unit Tip Resistance
	(kN/m <sup>3</sup> )	(DEG.)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
1	19	32	16300	0	0
2	19	32	16300	13.7	345

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate value for p-y Modulus, k, if zero input value is entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-5 - Layer no.1 (R sopra falda)**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

Foglio  
24 di 77

**API Sand 2**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Friction Angle (DEG.)	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9.5	30	25000	14	300
2	9.5	30	25000	59.3	1275

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate value for p-y Modulus, k, if zero input value is entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-6 - Layer no.2 (DG)**

**Stiff Clay with Free Water 3**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Undrained Cohesion, c (kN/m <sup>2</sup> )	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Strain Factor E50	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9	65	55000	0.007	47.2	956
2	9	65	55000	0.007	69.9	1164

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k, and Strain Factor E50:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for p-y Modulus, k, and Strain Factor E50 if zero input values are entered.


Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-7 - Layer no.3 (DAL)**




Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL V10102 C07 Rev. B Foglio 25 di 77


**API Sand 4**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Friction Angle (DEG.)	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9.5	30	25000	87.7	1887
2	9.5	30	25000	110.6	2379

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.  
 p-y Modulus, k:  
 - Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate value for p-y Modulus, k, if zero input value is entered.  
 Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 - The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.  
 - The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.  
 - Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.


**Figura 8-8 - Layer no.4 (DG)**


**Weak Rock 5**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Uniaxial Compressive Strength, qu, (kN/m <sup>2</sup> )	Initial Modulus of Rock Mass, (kN/m <sup>2</sup> )	Strain Factor, k <sub>rm</sub>	RQD, (%)	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	16.5	2000	138000	0.0005	15	112.4	1056
2	16.5	2000	138000	0.0005	15	112.4	1105

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.  
 This p-y model is best used for cohesive intermediate geomaterials like claystones and silstones with uniaxial compressive strengths ranging from 500 kPa to 5000 kPa (75 to 750 psi).  
 Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 - The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.  
 - The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.  
 - Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.



**Figura 8-9 – Layer no.5 (ARGalt)**


**Weak Rock 6**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Uniaxial Compressive Strength, qu, (kN/m <sup>2</sup> )	Initial Modulus of Rock Mass, (kN/m <sup>2</sup> )	Strain Factor, k <sub>rm</sub>	RQD, (%)	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	16.5	8000	400000	0.0005	80	250	4498
2	16.5	8000	400000	0.0005	80	250	5876

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.  
 This p-y model is best used for cohesive intermediate geomaterials like claystones and silstones with uniaxial compressive strengths ranging from 500 kPa to 5000 kPa (75 to 750 psi).  
 Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 - The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.  
 - The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.  
 - Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-10 - Layer no.6 (ARG)**

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL V10102 C07 Rev. B Foglio 26 di 77

## 8.2 Sintesi dei risultati agli stati limite di esercizio SLE (caratteristica)

Nella Tabella 8-2 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo. Dalla Tabella 8-3÷Tabella 8-5 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo per ciascuna combinazione delle azioni allo SLE: Quasi permanente, Frequente e Rara.

In Figura 8 13 sono diagrammati gli involucri dell'andamento con la profondità del momento flettente e del taglio.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
Massima Compressione	0.00	10	31	8 069	37	219
Min Compressione / Max Trazione	3.52	10	32	1 298	341	1
Massimo Momento	3.52	10	31	7 840	378	6
Massimo Taglio	0.00	2	1	5 554	10	55

Tabella 8-2 - Combinazioni SLE: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
Massima Compressione	0.00	10	2	5 664	10	49
Min Compressione / Max Trazione	3.52	1	10	4 039	82	2
Massimo Momento	3.52	2	1	5 369	105	1
Massimo Taglio	0.00	2	1	5 554	10	55

Tabella 8-3 - Combinazioni SLE – Quasi Permanente: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
Massima Compressione	0.00	10	19	6 048	28	71
Min Compressione / Max Trazione	3.52	10	20	3 707	113	3
Massimo Momento	0.00	4	13	5 564	1	66
Massimo Taglio	0.00	10	17	5 659	112	75

Tabella 8-4 - Combinazioni SLE – Frequente: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
Massima Compressione	0.00	10	31	8 069	37	219
Min Compressione / Max Trazione	3.52	10	32	1 298	341	1
Massimo Momento	3.52	10	31	7 840	378	6
Massimo Taglio	0.00	10	29	7 718	215	266

Tabella 8-5 - Combinazioni SLE – Rara: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
27 di 77

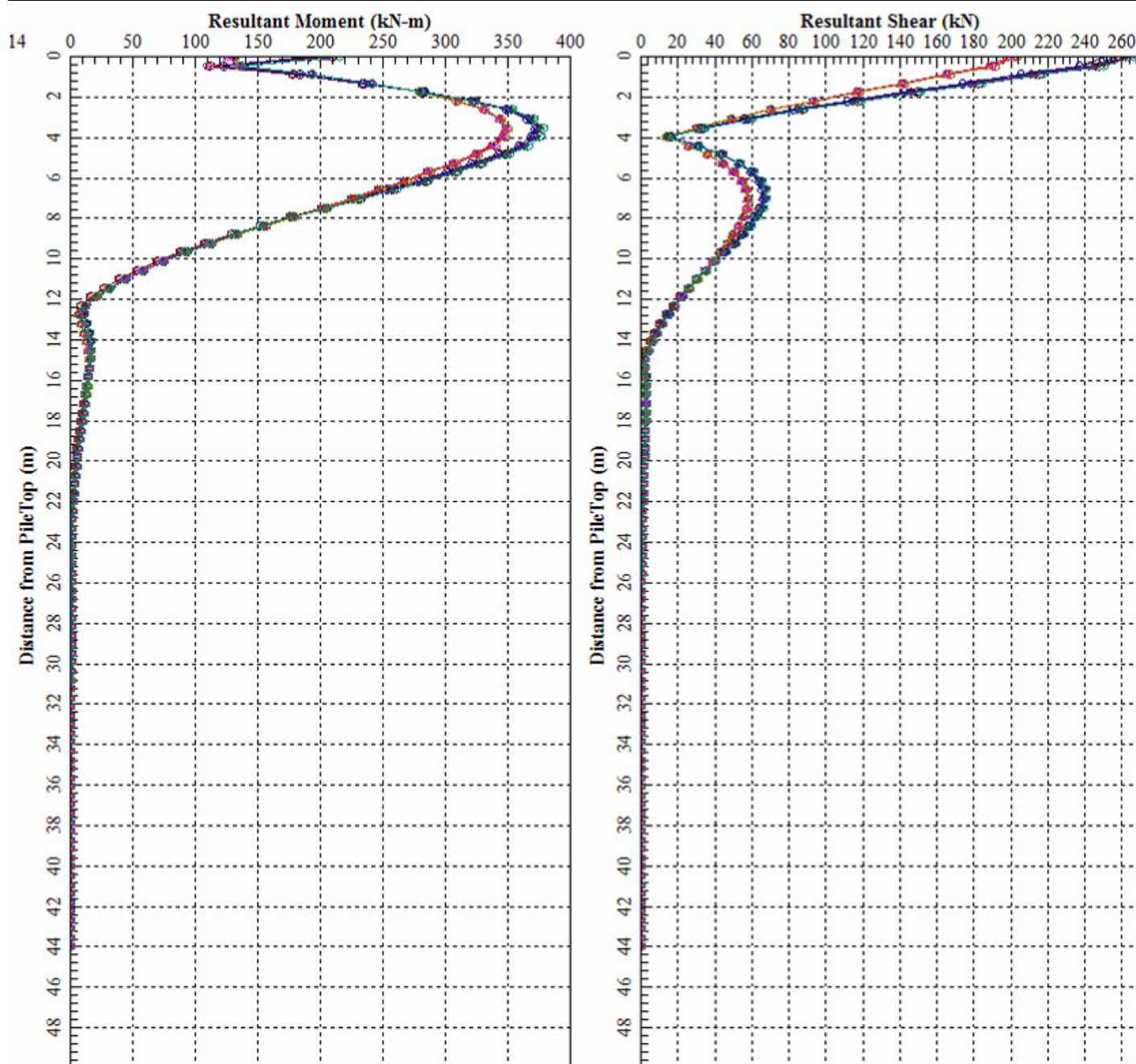


Figura 8-11 - Combinazioni SLE: Involuppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
28 di 77

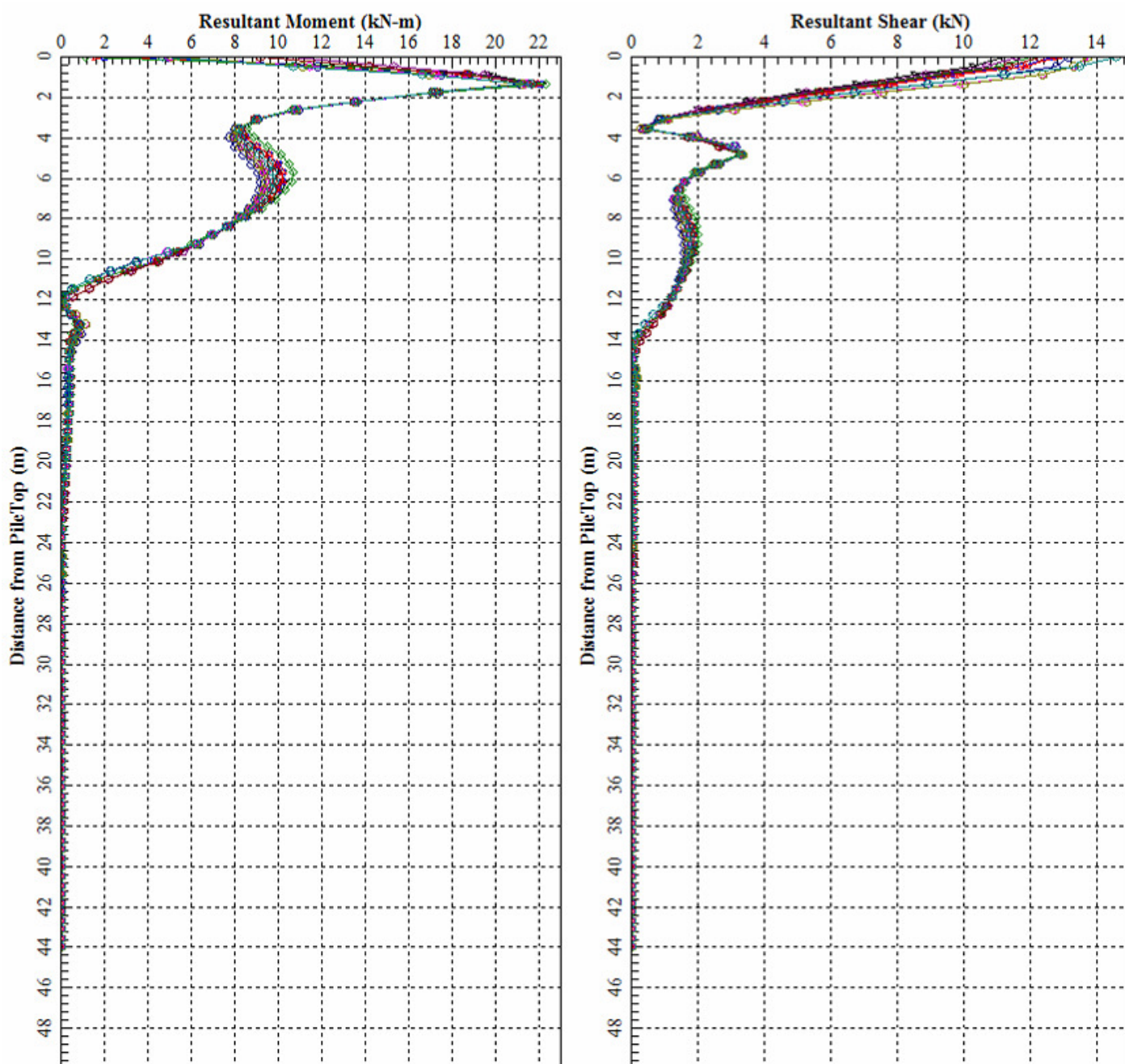


Figura 8-12 - Combinazioni SLE: Involuppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
29 di 77

### 8.2.1 Spostamenti SLE

Nella Tabella 8-6 si riportano gli spostamenti e le rotazioni ad intradosso plinto e sommità pila; in rosso sono evidenziati i valori massimi e in viola quelli minimi. Gli spostamenti orizzontali (direzione y-2) e direzione z-3) tengono già conto dell'interazione fra pali e sono quindi rappresentativi degli spostamenti orizzontali del gruppo di pali; lo spostamento verticale non tiene conto dell'effetto gruppo.



Il coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo  $E_G$  viene valutato in accordo a Mandolini et al. (2005) ed è riportato in Tabella 8-7 (vedasi relazione generale sui criteri Rif. [10] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 3.52E-03 \times 3.09 = 0.0108 \text{ m} = 10.9 \text{ mm.}$$

H plinto [m] 2.5 H pila [m] 38

Combinazione	Spost. Verticale lungo Asse 1 (X) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]	Rotazione attorno all'Asse 2 (Y) [Rad]	Rotazione attorno all'Asse 3 (Z) [Rad]	Spostamento a testa Pila	
						Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	2.99E-03	3.58E-04	2.03E-05	4.35E-06	-8.75E-05	3.90E-03	1.97E-04
2	3.05E-03	-3.14E-04	-5.43E-05	-1.12E-05	7.71E-05	-3.44E-03	-5.10E-04
3	2.99E-03	3.58E-04	2.03E-05	4.35E-06	-8.75E-05	3.90E-03	1.97E-04
4	3.05E-03	-3.14E-04	-5.43E-05	-1.12E-05	7.71E-05	-3.44E-03	-5.10E-04
5	3.03E-03	-2.96E-04	-6.07E-05	-1.25E-05	7.25E-05	-3.23E-03	-5.68E-04
6	3.02E-03	3.39E-04	2.68E-05	5.66E-06	-8.32E-05	3.71E-03	2.56E-04
7	3.03E-03	-2.96E-04	-6.07E-05	-1.25E-05	7.25E-05	-3.23E-03	-5.68E-04
8	3.02E-03	3.39E-04	2.68E-05	5.66E-06	-8.32E-05	3.71E-03	2.56E-04
9	3.02E-03	3.39E-04	2.68E-05	5.66E-06	-8.32E-05	3.71E-03	2.56E-04
10	2.89E-03	-3.01E-04	-5.70E-05	-1.17E-05	7.36E-05	-3.28E-03	-5.31E-04
11	2.85E-03	1.39E-04	-1.96E-06	-3.10E-07	-3.40E-05	1.52E-03	-1.45E-05
12	3.05E-03	-1.04E-04	-2.85E-05	-5.87E-06	2.58E-05	-1.15E-03	-2.66E-04
13	2.99E-03	4.13E-04	2.13E-05	4.62E-06	-9.77E-05	4.37E-03	2.08E-04
14	3.05E-03	-3.70E-04	-5.53E-05	-1.15E-05	8.73E-05	-3.91E-03	-5.22E-04
15	2.99E-03	4.23E-04	2.84E-05	6.05E-06	-1.04E-04	4.62E-03	2.73E-04
16	3.06E-03	-3.80E-04	-6.24E-05	-1.29E-05	9.32E-05	-4.16E-03	-5.87E-04
17	3.03E-03	-2.96E-04	-2.04E-04	-1.83E-05	7.25E-05	-3.23E-03	-9.44E-04
18	3.02E-03	3.40E-04	1.69E-04	1.14E-05	-8.32E-05	3.71E-03	6.30E-04
19	3.01E-03	-2.97E-04	-3.04E-04	-6.50E-05	7.28E-05	-3.25E-03	-2.94E-03
20	3.00E-03	3.40E-04	2.70E-04	5.84E-05	-8.32E-05	3.71E-03	2.64E-03
21	3.02E-03	3.40E-04	2.71E-05	5.78E-06	-8.32E-05	3.71E-03	2.61E-04
22	2.89E-03	-3.01E-04	-5.72E-05	-1.18E-05	7.37E-05	-3.28E-03	-5.36E-04
23	2.78E-03	1.39E-04	-2.20E-06	-4.06E-07	-3.39E-05	1.51E-03	-1.86E-05
24	3.27E-03	-1.06E-04	-2.91E-05	-6.12E-06	2.64E-05	-1.18E-03	-2.77E-04
25	2.99E-03	8.62E-04	6.45E-05	1.37E-05	-1.99E-04	8.93E-03	6.21E-04
26	3.08E-03	-8.19E-04	-9.85E-05	-2.07E-05	1.89E-04	-8.49E-03	-9.39E-04
27	2.99E-03	8.63E-04	6.45E-05	1.37E-05	-2.03E-04	9.07E-03	6.21E-04
28	3.08E-03	-8.21E-04	-9.85E-05	-2.07E-05	1.92E-04	-8.62E-03	-9.39E-04
29	2.96E-03	-3.70E-04	-1.32E-03	-2.57E-04	8.99E-05	-4.01E-03	-1.17E-02
30	2.95E-03	4.10E-04	1.29E-03	2.51E-04	-9.95E-05	4.44E-03	1.15E-02
31	2.98E-03	-3.70E-04	-1.28E-03	-2.98E-04	9.02E-05	-4.02E-03	-1.33E-02
32	2.96E-03	4.11E-04	1.25E-03	2.92E-04	-9.98E-05	4.45E-03	1.31E-02
33	2.96E-03	4.10E-04	-6.19E-04	-1.34E-04	-9.99E-05	4.46E-03	-6.06E-03
34	2.84E-03	-3.73E-04	5.90E-04	1.28E-04	9.09E-05	-4.05E-03	5.77E-03
35	2.64E-03	1.62E-04	6.56E-04	1.40E-04	-3.90E-05	1.74E-03	6.33E-03
36	3.52E-03	3.71E-05	-3.13E-05	-6.98E-06	2.17E-06	-5.10E-05	-3.14E-04

Tabella 8-6 - Combinazioni SLE: spostamenti e rotazioni.

Contraente	Progettista				
	 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 30 di 77

B (y)	10.00	m	larghezza
L (z)	13.40	m	lunghezza
D	44.00	m	profondità
i	4.00	m	interasse pali
n°	10.00		numero pali
E <sub>G</sub>	3.09		Coefficiente amplificativo del cedimento per effetto gruppo

**Tabella 8-7 - Coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo.**

### 8.3 Sintesi dei risultati agli stati limite ultimi statici (SLU)

Nella Tabella 8-8 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo in cui esse si verificano.

In Figura 8-14 sono diagrammati gli involucri dell'andamento con la profondità del momento flettente e del taglio.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	10	7	11 287	40	329
<b>Min Compressione / Max Compressione</b>	3.52	10	8	26	517	3
<b>Massimo Momento</b>	3.52	10	7	11 023	597	6
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	10	5	10 827	269	392

**Tabella 8-8 - Combinazioni SLU: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
31 di 77

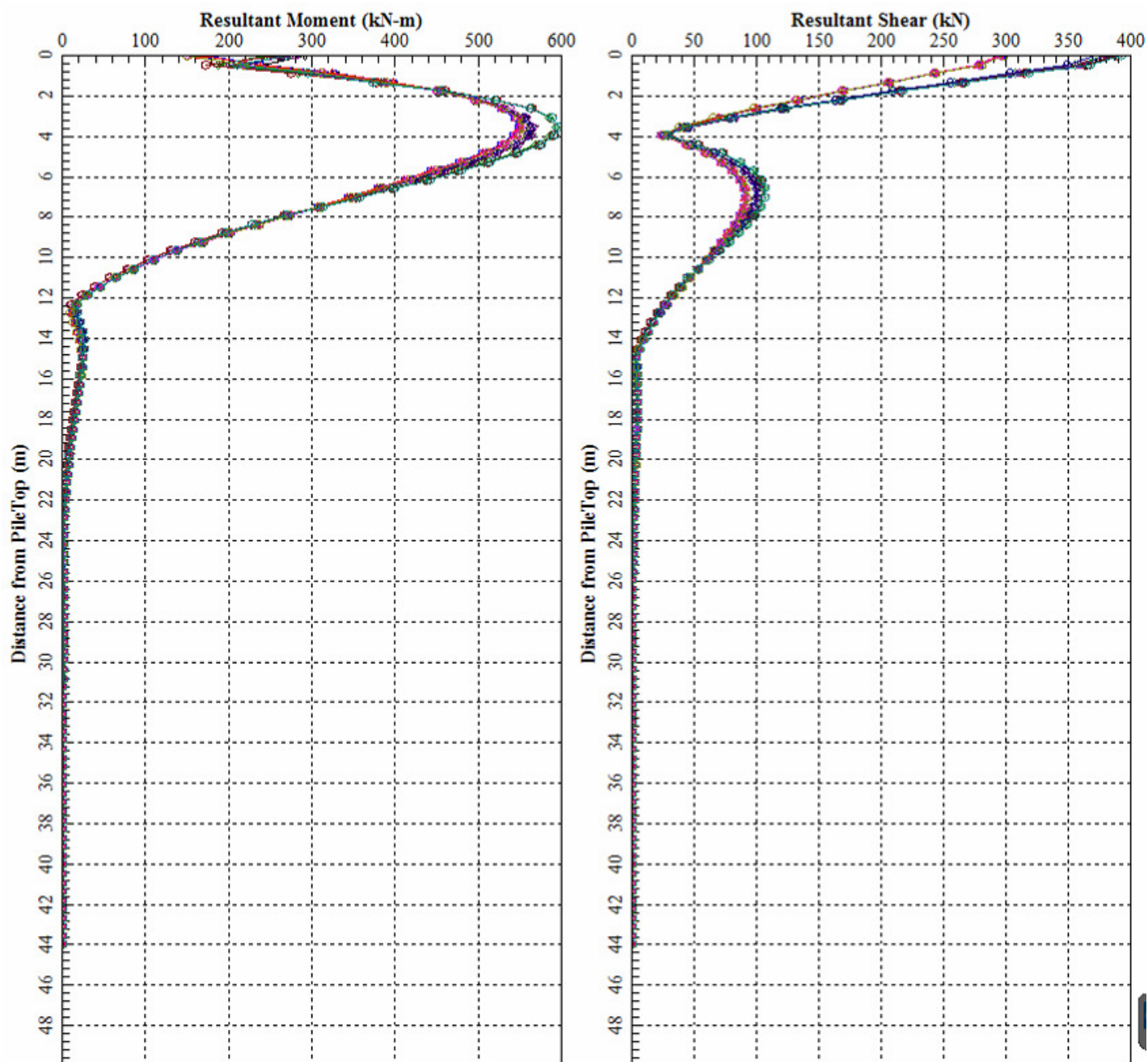


Figura 8-13 - Combinazione statica SLU: inviluppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
32 di 77

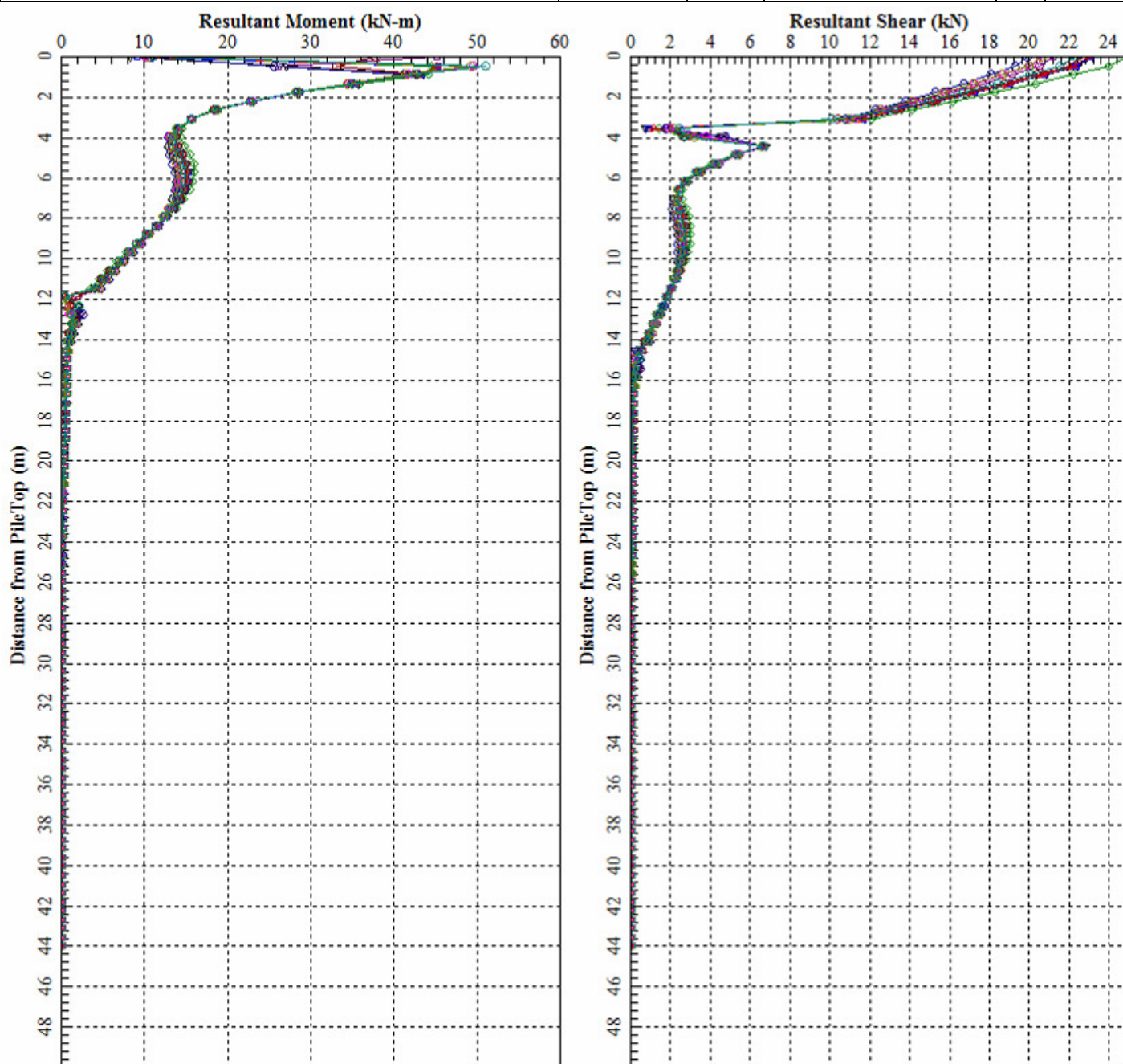


Figura 8-14 - Combinazione statica SLU: inviluppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

### 8.3.1 Spostamenti SLU

Nella Tabella 8-9 si riportano gli spostamenti e le rotazioni ad intradosso plinto e sommità pila; in rosso sono evidenziati i valori massimi e in viola quelli minimi. Gli spostamenti orizzontali (direzione y-2) e direzione z-3) tengono già conto dell'interazione fra pali e sono quindi rappresentativi degli spostamenti orizzontali del gruppo di pali; lo spostamento verticale non tiene conto dell'effetto gruppo.

Il coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo  $E_G$  viene valutato in accordo a Mandolini et al. (2005) ed è riportato in Tabella 8-7 (vedasi relazione generale sui criteri Rif. [10] § 8.4), risulta:



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12Lotto  
00Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07Rev.  
BFoglio  
33 di 77

$$\delta_{\max} = 4.98E-03 \times 3.09 = 0.0153 \text{ m} = 15.4 \text{ mm.}$$

H plinto [m]

2.5

H pila [m]

38

Combinazione	Spost. Verticale lungo Asse 1 (X) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]	Rotazione attorno all'Asse 2 (Y) [Rad]	Rotazione attorno all'Asse 3 (Z) [Rad]	Spostamento a testa Pila	
						Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	4.21E-03	1.35E-03	1.04E-04	2.29E-05	-3.23E-04	1.44E-02	1.03E-03
2	3.45E-03	-1.26E-03	-1.42E-04	-3.03E-05	2.94E-04	-1.31E-02	-1.37E-03
3	4.21E-03	<b>1.36E-03</b>	1.04E-04	2.30E-05	<b>-3.28E-04</b>	<b>1.46E-02</b>	1.03E-03
4	3.45E-03	<b>-1.26E-03</b>	-1.42E-04	-3.03E-05	<b>2.98E-04</b>	<b>-1.33E-02</b>	-1.37E-03
5	4.20E-03	-5.85E-04	<b>-2.03E-03</b>	-4.13E-04	1.45E-04	-6.46E-03	-1.87E-02
6	3.26E-03	6.16E-04	<b>1.94E-03</b>	3.86E-04	-1.50E-04	6.71E-03	1.76E-02
7	4.23E-03	-5.85E-04	-1.99E-03	<b>-4.71E-04</b>	1.45E-04	-6.47E-03	<b>-2.11E-02</b>
8	3.29E-03	6.17E-04	1.90E-03	<b>4.42E-04</b>	-1.51E-04	6.73E-03	<b>1.98E-02</b>
9	4.15E-03	6.46E-04	-9.70E-04	-2.18E-04	-1.62E-04	7.21E-03	-9.80E-03
10	3.12E-03	-5.79E-04	9.03E-04	1.98E-04	1.42E-04	-6.33E-03	8.91E-03
11	<b>2.84E-03</b>	2.32E-04	1.00E-03	2.15E-04	-5.64E-05	2.52E-03	9.70E-03
12	<b>4.98E-03</b>	5.29E-05	-5.01E-05	-1.18E-05	4.54E-06	-1.31E-04	-5.27E-04

Tabella 8-9 - Combinazioni SLU: spostamenti e rotazioni.

#### 8.4 Sintesi dei risultati relativi agli stati limite ultimi sismici (SLV)

Nella Tabella 8-10 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo in cui esse si verificano.

In Figura 8-16 sono diagrammati gli involucri dell'andamento con la profondità del momento flettente e del taglio.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	10	7	7 654	729	459
<b>Min Compressione / Max Compressione</b>	0.00	1	7	2 238	546	343
<b>Massimo Momento</b>	0.00	1	6	7 373	828	485
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	10	5	7 613	808	486

Tabella 8-10 - Combinazioni sismiche SLV: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
34 di 77

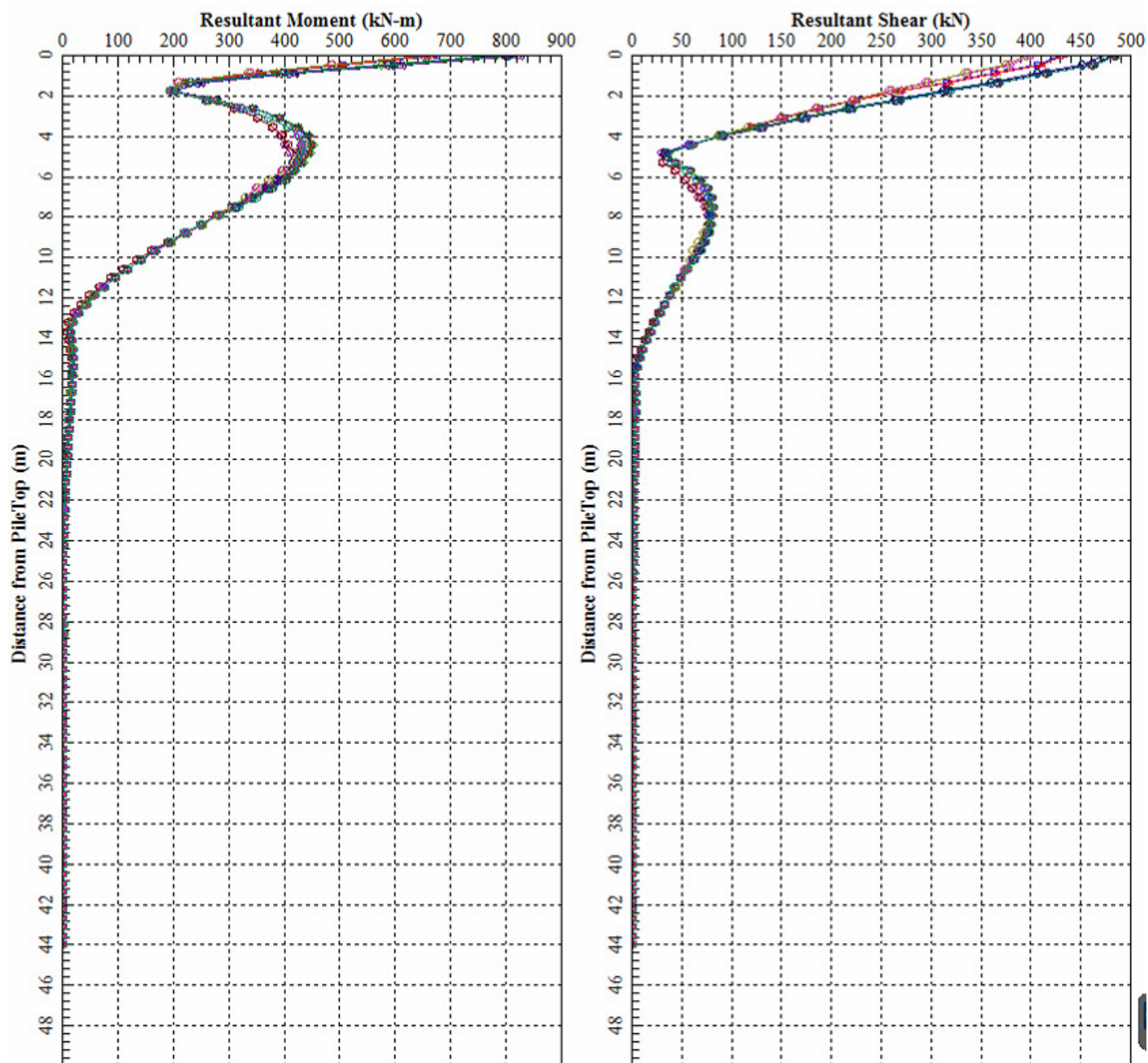


Figura 8-15 - Combinazione sismica SLV: Involuppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
35 di 77

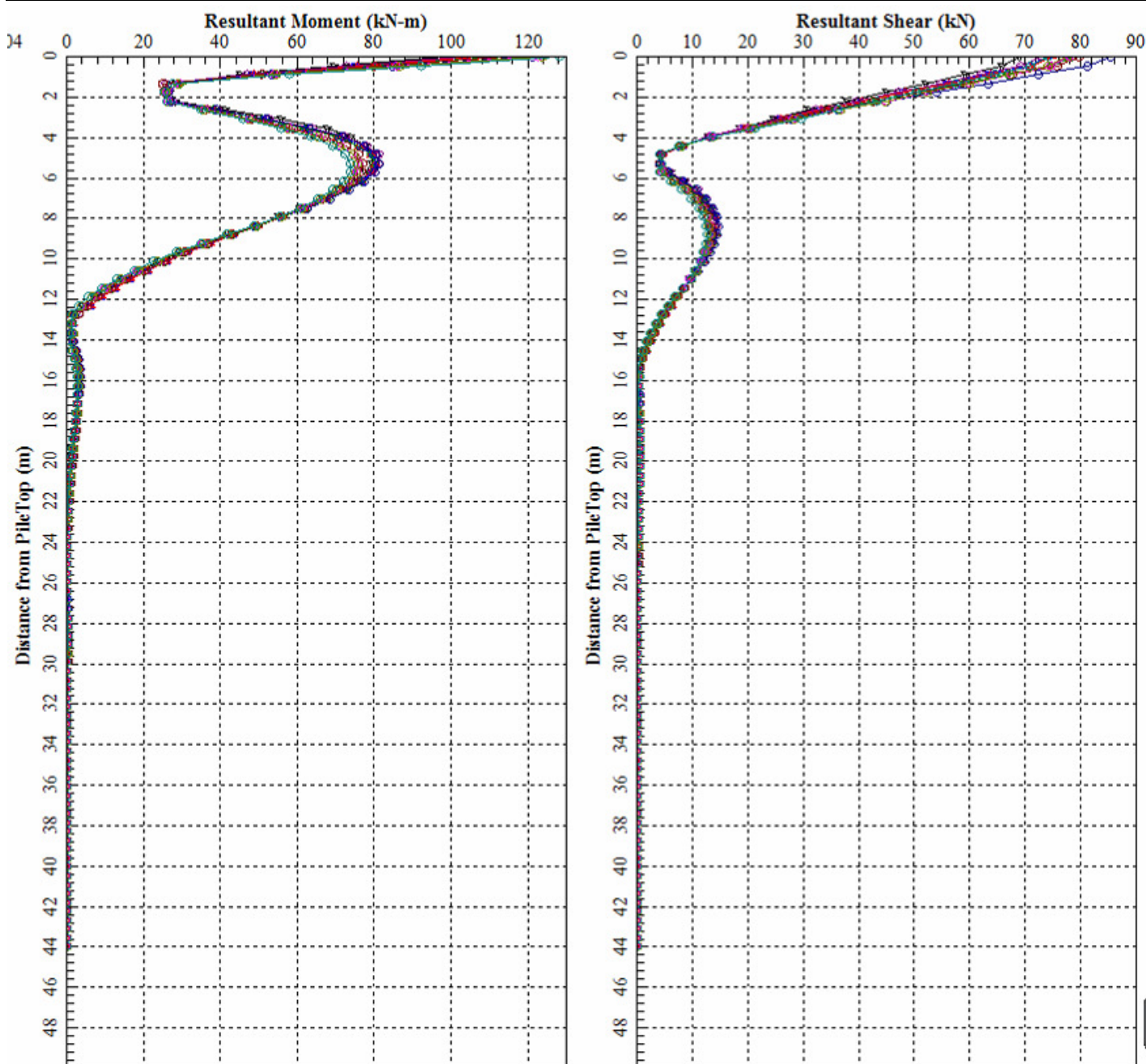


Figura 8-16 - Combinazione sismica SLV: Involuppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

#### 8.4.1 Spostamenti SLV

Nella Tabella 8-11 si riportano gli spostamenti e le rotazioni ad intradosso plinto e sommità pila; in rosso sono evidenziati i valori massimi e in viola quelli minimi. Gli spostamenti orizzontali (direzione y-2) e direzione z-3) tengono già conto dell'interazione fra pali e sono quindi rappresentativi degli spostamenti orizzontali del gruppo di pali; lo spostamento verticale non tiene conto dell'effetto gruppo.

Il coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo  $E_G$  viene valutato in accordo a Mandolini et al. (2005) ed è riportato in Tabella 8-7 (vedasi relazione generale sui criteri Rif. [10] § 8.4), risulta:

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
36 di 77

$$\delta_{\max} = 3.45E-03 \times 3.09 = 0.0106 \text{ m} = 10.7 \text{ mm.}$$

H plinto [m]

2.5

H pila [m]

38

Combinazione	Spost. Verticale lungo Asse 1 (X) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]	Rotazione attorno all'Asse 2 (Y) [Rad]	Rotazione attorno all'Asse 3 (Z) [Rad]	Spostamento a testa Pila	
						Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	3.03E-03	<b>1.85E-03</b>	-3.08E-04	-1.53E-05	-2.91E-04	1.36E-02	-9.29E-04
2	3.00E-03	-1.69E-03	4.58E-04	5.87E-05	2.67E-04	-1.25E-02	2.84E-03
3	3.00E-03	1.80E-03	-2.68E-04	-1.76E-05	<b>-3.36E-04</b>	<b>1.54E-02</b>	-9.82E-04
4	3.06E-03	<b>-1.74E-03</b>	-3.48E-04	-3.63E-05	<b>3.18E-04</b>	<b>-1.46E-02</b>	-1.82E-03
5	3.10E-03	-4.87E-04	<b>-1.81E-03</b>	-2.18E-04	9.40E-05	-4.29E-03	-1.06E-02
6	3.01E-03	4.82E-04	<b>1.77E-03</b>	2.03E-04	-9.53E-05	4.34E-03	9.99E-03
7	3.08E-03	-5.10E-04	-1.74E-03	<b>-2.23E-04</b>	9.98E-05	-4.55E-03	<b>-1.08E-02</b>
8	3.02E-03	5.18E-04	1.66E-03	<b>2.08E-04</b>	-9.58E-05	4.40E-03	<b>1.01E-02</b>
9	3.09E-03	1.11E-03	2.32E-04	2.75E-05	-1.80E-04	8.38E-03	1.35E-03
10	2.93E-03	-4.70E-04	-6.16E-04	-5.31E-05	1.14E-04	-5.11E-03	-2.77E-03
11	<b>2.47E-03</b>	2.51E-04	2.81E-04	2.74E-05	-4.11E-05	1.91E-03	1.39E-03
12	<b>3.45E-03</b>	-3.25E-04	-2.17E-04	-2.42E-05	5.52E-05	-2.56E-03	-1.20E-03

**Tabella 8-11 - Combinazioni SLV: spostamenti e rotazioni.**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
37 di 77

## 9 VERIFICA AGLI SLU DI TIPO GEOTECNICO

### 9.1 Verifica di capacità portante verticale del palo singolo

La verifica di capacità portata verticale per il singolo palo è stata condotta in accordo ai criteri descritti nel documento di cui al Rif. [10]§ 5-9.2.2; vedasi anche la relazione Rif. [11].

In Figura 9-1 si riporta, per i pali di lunghezza 44.0 m, la capacità portante a compressione ( $R_{c,d}$ ) e a trazione ( $R_{t,d}$ ) del palo isolato secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

COMPRESSIONE						
DA2. Capacità portante compressione A1+M1+R3						
L m	$R_{c,s,cal}$ kN	$R_{c,s,cal}/1.25$ kN	$R_{c,b,cal}$ kN	$W'_p$ kN	$R_{c,calc}$ kN	$R_{c,d}$ kN
44	18 284	14 628	8 809	1 166	25 927	11 675

TRAZIONE					
DA2. Capacità portante trazione A1+M1+R3					
L m	$R_{t,s,cal}$ kN	$R_{t,b,cal}$ kN	$W'_p$ kN	$R_{t,calc}$ kN	$R_{t,d}$ kN
44	14 628		1 166	15 794	8 050

**Tabella 9-1 - Capacità portante a compressione e a trazione dei pali di fondazione secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).**

Il carico assiale massimo sui pali è riportato nella tabella seguente (vedasi anche Tabella 8-8 e Tabella 8-10).

	$E_d$ [kN]
Massima compressione, $N_{cd,max}$ [kN]	11 287 (SLU)
Massima trazione, $N_{td,max}$ [kN]	- (SLU)

**Tabella 9-2 - Combinazioni SLU e SLV: Sollecitazioni massime di compressione e trazione sui pali.**

Si verifica inoltre che lo sforzo assiale massimo in esercizio (Tabella 9-3) sia inferiore della resistenza laterale di calcolo ( $R_{c,s,cal}$ ) divisa per un fattore pari a 1.25 (Tabella 9-1).

	$E_d$ [kN]
Massima compressione esercizio	8 069 (SLE)

**Tabella 9-3 - Combinazioni SLE: Sollecitazione massima di compressione.**

Nella Tabella 9-4 e grafico di Figura 9-1 si riassumono i risultati delle verifiche di capacità portante.

	$E_d$ [kN]		$R_d$ [kN]	
Massima Compressione	11 287 (SLU)	≤	11 675	VERIFICATO
Massima trazione	- (SLU)	≤	8 050	VERIFICATO
Massima compressione esercizio	8 069 (SLE)	≤	14 628	VERIFICATO

**Tabella 9-4 - Sintesi delle verifiche di capacità portante**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
38 di 77

### VI01-P7 - DA2 - Capacità Portante A1+M1+R3 - Palo diametro 1500mm

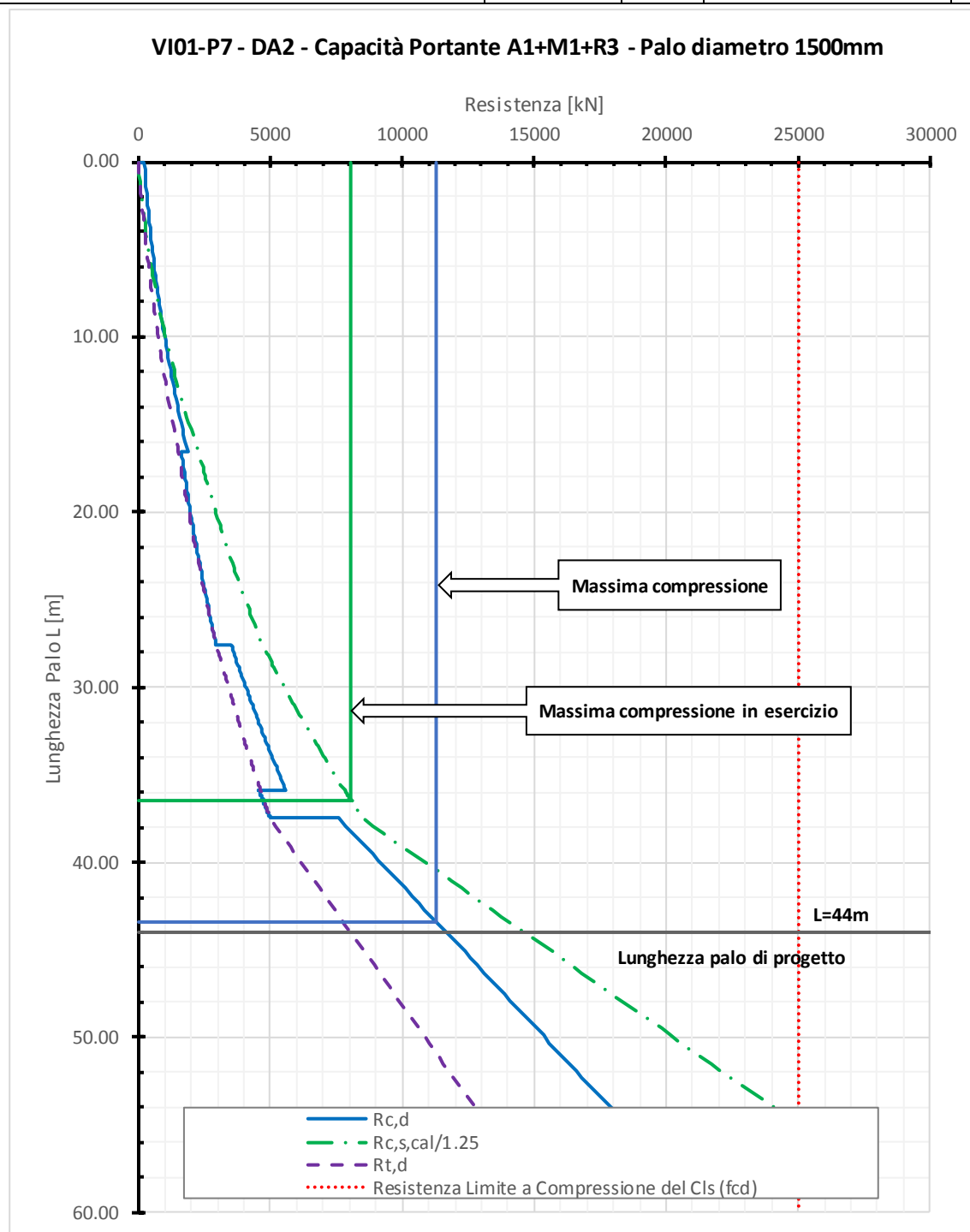




Figura 9-1 - Curve di capacità portante del palo singolo

## 9.2 Verifica di capacità portante verticale gruppo di pali

La verifica di capacità portata verticale del blocco è stata condotta in accordo ai criteri descritti nel documento di cui al Rif. [10]§ 7.1.

Nella seguente tabella si riporta la capacità portante del blocco valutata secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).



Contraente	Progettista				
					
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 39 di 77

## Capacità portante verticale del blocco (BS 8004:2015)

### A1+M1+R3

B (y)	10.00	m	larghezza	
L (z)	13.40	m	lunghezza	
D	44.00	m	profondità	
Ø	1.50	m	diametro palo	
Area	1.77	m <sup>2</sup>	area palo	
n°	10		numero pali	
γ <sub>R, cap. port.</sub>	2.30		coefficiente di sicurezza globale per capacità portante	
<b>Strato 1: DG</b>				16.6 m
φ <sub>laterale</sub>	30.00	°	angolo di resistenza al taglio	
k <sub>0</sub>	0.5		coefficiente di spinta a riposo	
σ' <sub>v</sub>	126.89	kPa	pressione verticale efficace media sulle superficie laterale	
s <sub>block</sub>	0.70		fattore di forma	
q <sub>s,k</sub>	26	kPa	portanza laterale	
A <sub>s1</sub>	777	m <sup>2</sup>	area laterale	
<b>Strato 2: DAL</b>				10.95 m
s <sub>block</sub>	0.70		fattore di forma	
c <sub>u,s,k</sub>	65	kPa	coesione non drenata	
q <sub>s,k</sub>	46	kPa	portanza laterale	
A <sub>s2</sub>	512	m <sup>2</sup>	area laterale	
<b>Strato 3: DG</b>				8.35 m
φ <sub>laterale</sub>	30.00	°	angolo di resistenza al taglio	
k <sub>0</sub>	0.5		coefficiente di spinta a riposo	
σ' <sub>v</sub>	343.54	kPa	pressione verticale efficace media sulle superficie laterale	
s <sub>block</sub>	0.70		fattore di forma	
q <sub>s,k</sub>	70	kPa	portanza laterale	
A <sub>s4</sub>	391	m <sup>2</sup>	area laterale	
<b>Strato 4: ARGalt</b>				1.6 m
ξ <sub>3</sub>	1.00	-	fattore di confidenza	
s <sub>block</sub>	0.70		fattore di forma	
q <sub>s</sub>	112.4	kPa	adesione laterale palo singolo	
q <sub>s,k</sub>	79	kPa	portanza laterale caratteristica	
A <sub>s4</sub>	75	m <sup>2</sup>	area laterale	
<b>Strato 5: ARG</b>				6.5 m
ξ <sub>3</sub>	1.00	-	fattore di confidenza	
s <sub>block</sub>	0.70		fattore di forma	
q <sub>s</sub>	250	kPa	adesione laterale palo singolo	
q <sub>s,k</sub>	175	kPa	portanza laterale caratteristica	
A <sub>s5</sub>	304	m <sup>2</sup>	area laterale	
q <sub>b</sub>	4978	kPa	portanza limite palo singolo alla base	
q <sub>b,k</sub>	4978		portanza alla base caratteristica	
A <sub>b</sub>	134	m <sup>2</sup>	area della base	
R <sub>block,c,d</sub>	346 443	kN	resistenza di progetto	

Tabella 9-5 - Capacità portante del blocco (Approccio 2 A1+M1+R3).

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
40 di 77

Dalle sollecitazioni riportate in Tabella 7-6 e in Tabella 7-8 si ricava il carico verticale massimo ad intradosso plinto che risulta inferiore alla portanza del blocco.

	<b>E<sub>d</sub> [kN]</b>
<b>Carico verticale massimo, N<sub>Rd,max</sub> [kN]</b>	78 548 (SLU)

**Tabella 9-6 - Combinazioni SLU e SLV: Carico verticale massimo ad intradosso plinto.**

### 9.3 Verifica di capacità portante orizzontale del gruppo di pali

La verifica di capacità portata orizzontale del gruppo di pali è stata condotta con i criteri descritti nel documento di cui al Rif. [10] § costruendo il dominio di resistenza sulla base dei tagli resistenti nelle due direzioni determinati riducendo il carico p delle curve p-y del fattore:

$$\frac{1}{(\xi \cdot \gamma_T)} = \frac{1}{(1.7 \cdot 1.3)} = 0.45.$$

Nell'analisi si tiene conto anche dell'interazione fra i pali (effetto ombra) in accordo a Reese & Van Impe.

Nella tabella seguente si riportano i valori del taglio resistente ( $V_{rdy}$ ,  $V_{rdz}$ ) nelle direzioni  $\pm y$  e  $\pm z$ :

<b>V<sub>rdy</sub> (+)</b>	Taglio resistente in direzione +y	11 000 [kN]
<b>V<sub>rdy</sub> (-)</b>	Taglio resistente in direzione -y	-11 000 [kN]
<b>V<sub>rdz</sub> (+)</b>	Taglio resistente in direzione +z	11 000 [kN]
<b>V<sub>rdz</sub> (-)</b>	Taglio resistente in direzione -z	-11 000 [kN]

**Tabella 9-7 – Taglio resistente del gruppo di pali in direzione y e z.**

Nella figura seguente all'intorno del dominio di rottura sono rappresentati i valori dei tagli sollecitanti di Tabella 7-8 per gli SLU e di Tabella 7-6 per lo SLV da cui risulta che:

$$V_{Ed,max} \leq V_{Rd}.$$



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
41 di 77

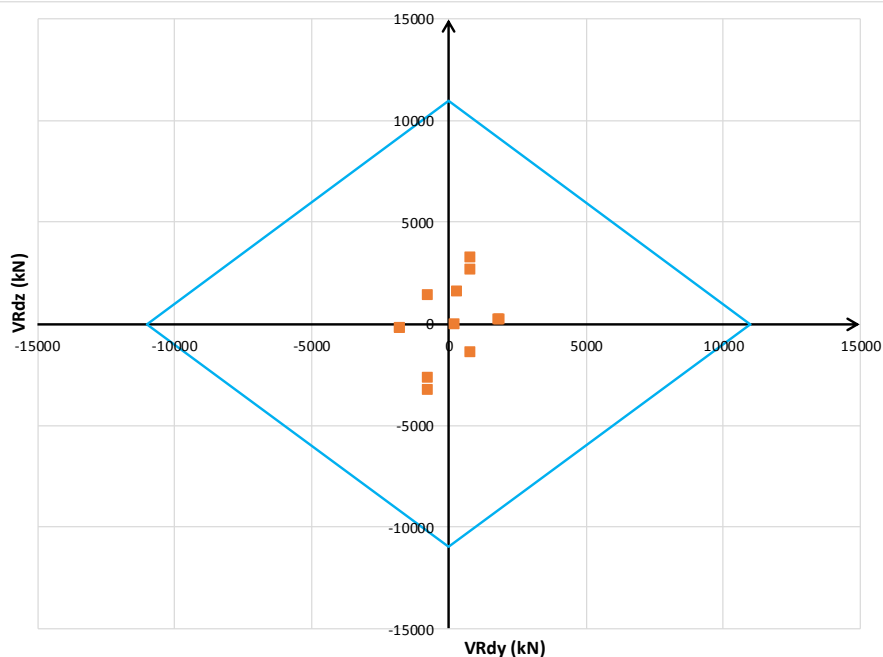


Figura 9-2 - Dominio di resistenza per la verifica alle azioni orizzontali per combinazione SLU

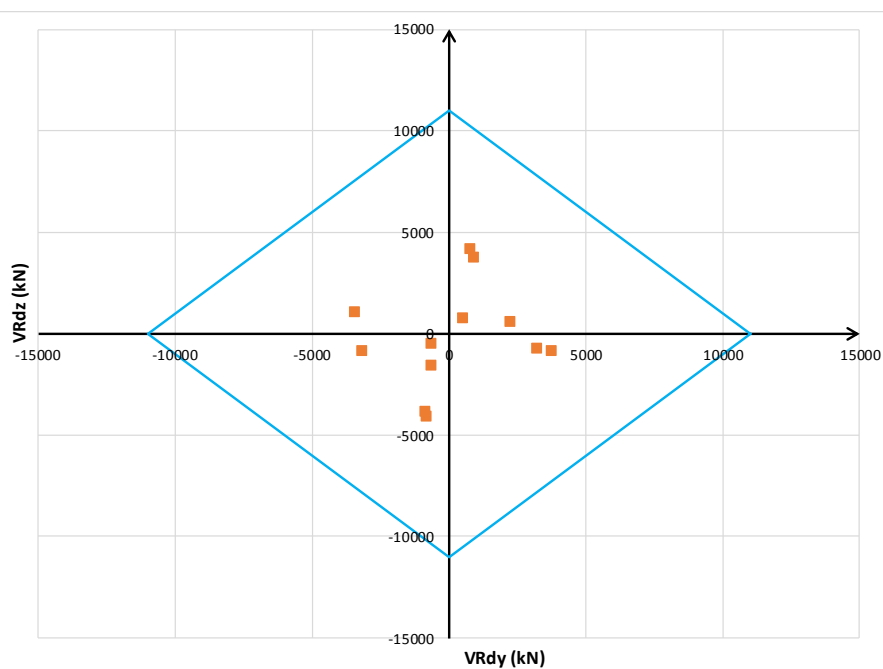


Figura 9-3 - Dominio di resistenza per la verifica alle azioni orizzontali per combinazione SLV

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
42 di 77

## 10 VERIFICA DEI PALI AGLI SLU E SLE DI TIPO STRUTTURALE

Nel seguito si riportano le verifiche strutturali nei confronti del raggiungimento della resistenza strutturale dei pali di fondazione la cui armatura di riferimento (gabbia n.1) è riportata nella figura seguente.

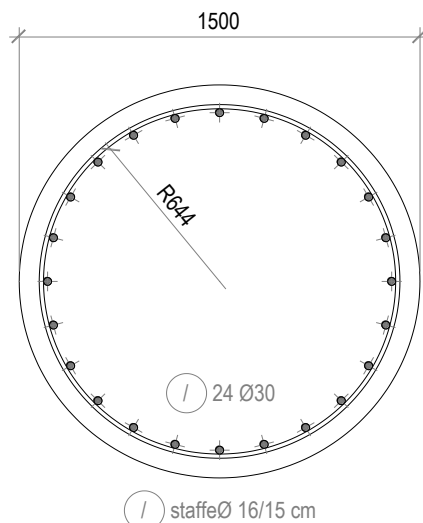


Figura 10-1 - Armatura palo.

Numero Gabbia	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura a taglio
1-2	12.00	24Ø30	Ø16/150
3	12.00	24Ø26	Ø12/150
4	12.00	24Ø24	Ø12/150
5	3.70	24Ø24	Ø12/150

Tabella 10-1 - Armatura prevista a flessione per il palo di fondazione.

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLU, SLV e allo SLE. Le stesse sono state effettuate con l'ausilio del programma di calcolo RC-SEC (Rif. [22]).

### 10.1 Verifica allo SLU in condizioni statiche a presso-tenso flessione

La verifica a presso-tenso flessione di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni statiche SLU di Tabella 8-8; come risulta dalla Figura 8-13, Figura 8-14 a profondità maggiori di 14.0 m da testa palo, le sollecitazioni flessionali si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- FS: Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra  $(N_{Rd}, M_{Rd})$  e  $(N_{sd}, M_{sd})$  con  $N_{Rd}$  e  $M_{Rd}$  valori di resistenza a sforzo normale e flessionale.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

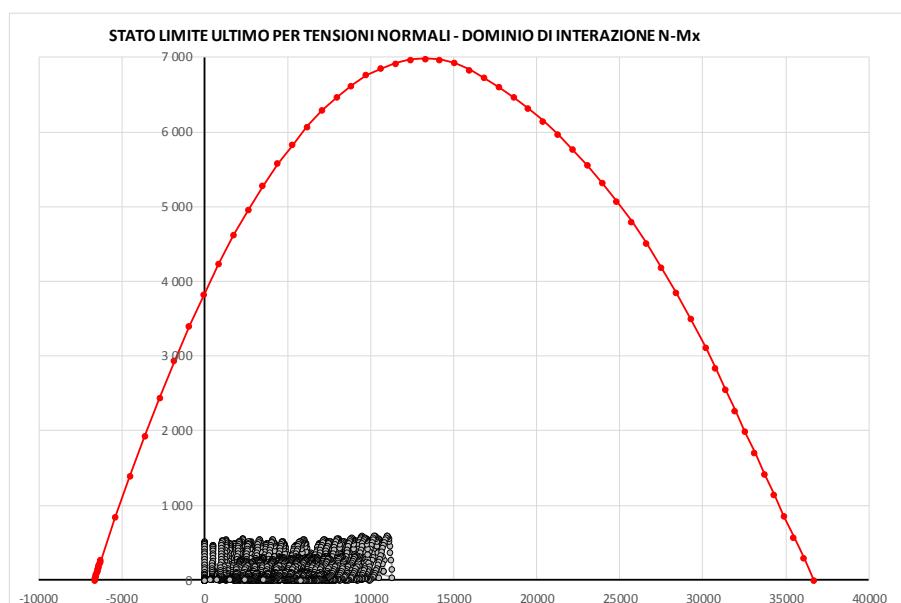
Foglio  
43 di 77

	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	FS [-]
<b>Massima Compressione</b>	10	7	11 287	40	172.63
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	10	8	26	517	7.47
<b>Massimo Momento</b>	10	7	11 023	597	11.53
<b>Massimo Taglio</b>	10	5	10 827	269	25.52

**Tabella 10-2- Verifiche a presso/tenso-flessione agli SLU per le condizioni di carico più gravose**

Le verifiche risultano soddisfatte.

In Figura 10-2 viene riportato il dominio di interazione N-M all'interno del quale sono state graficate tutte le coppie sollecitanti N-M di ogni palo e per ogni combinazione di carico SLU. Le sollecitazioni graficate sono relative all'intervallo compreso tra la quota di testa palo e la profondità di 19.10m (fine della seconda gabbia di armatura). Tutti i punti N-M sono all'interno del dominio, pertanto la verifica è soddisfatta.



**Figura 10-2 – Dominio di interazione N-M per la combinazione SLU**

## 10.2 Verifica allo SLU in condizioni statiche a taglio

La verifica a taglio di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni statiche SLU di Tabella 8-8; come risulta dalla Figura 8-13, Figura 8-14 a profondità maggiori di 14.0 m da testa palo le sollecitazioni taglienti si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- V<sub>sd</sub>: sollecitazione di taglio agente nella sezione di interesse;
- V<sub>Rd</sub>: resistenza a taglio di progetto;

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
44 di 77

- FS: Misura sicurezza = rapporto tra  $V_{Rd}$  e  $V_{Sd}$  con  $V_{Rd}$  valore di resistenza a taglio.

	Palo	ID	$V_{Sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	FS [-]
Massima Compressione	10	7	329	2 423	7.37
Min Compressione / Max Trazione	10	8	3	2 986	1 170.57
Massimo Momento	10	7	6	2 432	374.33
Massimo Taglio	10	5	392	2 439	6.22

**Tabella 10-3 - Verifiche a taglio agli SLU per le condizioni di carico più gravose**

Le verifiche risultano soddisfatte.

### 10.3 Verifica allo SLU in condizioni sismiche a presso-tenso flessione

La verifica a presso-tenso flessione di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni sismiche SLV di Tabella 8-10; come risulta dalla Figura 8-15, Figura 8-16, a profondità maggiori di 14.0 m da testa palo, le sollecitazioni flessionali si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{Sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{Sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- FS: Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra  $(N_{Rd}, M_{Rd})$  e  $(N_{Sd}, M_{Sd})$  con  $N_{Rd}$  e  $M_{Rd}$  valori di resistenza a sforzo normale e flessionale valutati in campo sostanzialmente elastico.

	Palo	ID	$N_{Sd}$ [kN]	$M_{Sd}$ [kNm]	FS [-]
Massima Compressione	10	7	7 654	729	7.57
Min Compressione / Max Trazione	1	7	2 238	546	6.64
Massimo Momento	1	6	7 373	828	6.57
Massimo Taglio	10	5	7 613	808	6.82

**Tabella 10-4 - Verifiche a presso/tenso-flessione agli SLU per le condizioni di carico più gravose**

Le verifiche risultano soddisfatte.

In Figura 10-3 viene riportato il dominio di interazione  $N-M'_{yd}$  in campo sostanzialmente elastico, all'interno del quale sono state graficate tutte le coppie sollecitanti  $N-M$  di ogni palo e per ogni combinazione di carico SLV. Le sollecitazioni graficate sono relative all'intervallo compreso tra la quota di testa palo e la profondità di 19.10m (fine della seconda gabbia di armatura). Tutti i punti  $N-M$  sono all'interno del dominio, pertanto la verifica è soddisfatta.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
45 di 77

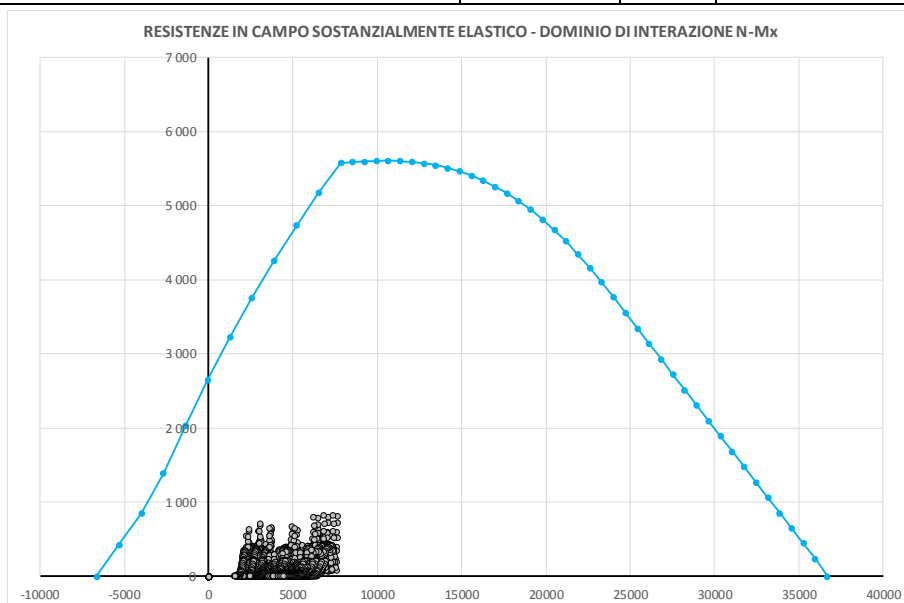


Figura 10-3– Dominio di interazione N-M per la combinazione SLV in campo sostanzialmente elastico

#### 10.4 Verifica allo SLU in condizioni sismiche a taglio

La verifica a taglio di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni sismiche SLV di Tabella 8-10; come risulta dalla Figura 8-15, Figura 8-16, a profondità maggiori di 14.0 m da testa palo, le sollecitazioni taglianti si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $V_{sd}$ : sollecitazione di taglio agente nella sezione di interesse;
- $V_{Rd}$ : resistenza a taglio di progetto;
- FS: Misura sicurezza = rapporto tra  $V_{Rd}$  e  $V_{sd}$  con  $V_{Rd}$  valore di resistenza a taglio.

	Palo	ID	$V_{sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	FS [-]
Massima Compressione	10	7	459	2 465	5.38
Min Compressione / Max Trazione	1	7	343	2 645	7.71
Massimo Momento	1	6	485	2 472	5.10
Massimo Taglio	10	5	486	2 466	5.07



Tabella 10-5 - Verifiche a taglio agli SLU per le condizioni di carico più gravose

Le verifiche risultano soddisfatte.

#### 10.5 Verifiche agli SLE di tipo STR

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLE.

##### 10.5.1 Verifica di apertura delle fessure

Contraente 	Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 46 di 77

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- $w_{k,lim}$ : valore limite di apertura della fessura per condizioni ambientali aggressive, vedasi “Relazione dei Criteri di Progettazione Geotecnica” (Rif. [10]);
- $w_k$ : valore calcolato di apertura della fessura;
- $\sigma_{s,max}$ : massima tensione di trazione determinata nelle barre d’armatura (>0 se di compressione).

SLE-FREQUENTE							
	Palo	ID	$N_{sd}$ [kN]	$M_{sd}$ [kNm]	$w_{k,lim}$ [mm]	$w_k$ [mm]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]
Massima Compressione	10	19	6 048	28	0.20	0.00	44.00
Min. Compressione / Max. Trazione	10	20	3 707	113	0.20	0.00	23.90
Massimo Momento	4	13	5 564	1	0.20	0.00	41.30
Massimo Taglio	10	17	5 659	112	0.20	0.00	38.40

**Tabella 10-6 - Verifica apertura delle fessure combinazione SLE frequente**

Le verifiche risultano soddisfatte.

SLE-QUASI PERMANENTE						
	Palo	ID	$N_{sd}$ [kN]	$M_{sd}$ [kNm]	$w_{k,lim}$ [mm]	$w_k$ [mm]
Massima Compressione	10	2	5 664	10	0.20	0.00
Min. Compressione / Max. Trazione	1	10	4 039	82	0.20	0.00
Massimo Momento	2	1	5 369	105	0.20	0.00
Massimo Taglio	2	1	5 554	10	0.20	0.00

**Tabella 10-7 - Verifica apertura delle fessure combinazione SLE quasi permanente**

Le verifiche risultano soddisfatte.

### 10.5.2 Verifica tensionale

In Tabella 10-8 sono riportati i massimi valori delle tensioni lato conglomerato e barre d’armatura agenti sulla sezione di verifica. Nel seguente prospetto sono riportati i valori di:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- $\sigma_{c,max}$ : massima tensione di compressione determinata nel conglomerato (>0 se di compressione);
- $\sigma_{c,min}$ : minima tensione di compressione determinata nel conglomerato (>0 se di compressione);

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
47 di 77

- $\sigma_{s,max}$ : massima tensione di trazione determinata nelle barre d'armatura ( $>0$  se di compressione).

#### SLE-RARA

	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	$\sigma_{c,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,min}$ [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]
Massima Compressione	10	31	8 069	37	4.08	3.90	58.7
Min. Compressione / Max. Trazione	10	32	1 298	341	1.51	0.00	-1.70
Massimo Momento	10	31	7 840	378	4.82	2.94	46.10
Massimo Taglio	10	29	7 718	215	4.35	3.28	50.40

Tabella 10-8 - Massimi valori di tensione lato conglomerato e lato barre d'armatura agli SLE-RARA

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto:

- allo SLE in combinazione di carico rara le massime tensioni rispettivamente su calcestruzzo e barre d'armatura risultano inferiori ai limiti imposti dalle vigenti NTC18 pari a:
  - $\sigma_{c,lim}=0.60 \cdot f_{ck} = 18.0$  MPa;
  - $\sigma_{s,lim}=0.80 \cdot f_{yk} = 360.0$  MPa.

#### SLE-QUASI PERMANENTE

	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	$\sigma_{c,max}$ [MPa]	$\sigma_{c,min}$ [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]
Massima Compressione	10	2	5 664	10	2.83	2.78	41.70
Min. Compressione / Max. Trazione	1	10	4 039	82	2.20	1.79	27.30
Massimo Momento	2	1	5 369	105	2.92	2.39	36.50
Massimo Taglio	2	1	5 554	10	2.77	2.72	40.90

Tabella 10-9 - Massimi valori di tensione lato conglomerato agli SLE-QUASI PERMANENTE

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto:

- allo SLE in combinazione di carico quasi permanente le massime tensioni sul calcestruzzo risultano inferiori ai limiti imposti dalle vigenti NTC18 pari a:
  - $\sigma_{c,lim}=0.45 \cdot f_{ck} = 13.50$  MPa.

Contraente  	Progettista  				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 48 di 77

## 11 TABULATI DI INPUT MODELLI GROUP

Di seguito si riportano i tabulati di input dei modelli sviluppati con il software Group (vedasi Rif. [21])

### 11.1 Tabulati di input modelli SLU, combinazioni statiche

```

VI01 - Pila 7
GROUP2016.10.13
* Analysis Parameters
2 3 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1
* Pile Cap Dimensions
0 0 2.5 0 0 0
* Load Cases
12 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2max-SLUstr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
67062 1853 -67768 157 7709 -1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2min-SLUstr.13- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55975 -1778 64557 -225 -10577 2 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3max-SLUstr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
67062 1821 -68938 157 7709 -1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3min-SLUstr.13- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55975 -1749 65595 -225 -10577 2 0 0 0

```



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
49 di 77

```

0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3max-SLUstr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
65746 -724 31006 -3264 -137482 -11 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3min-SLUstr.12- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
52030 786 -33362 3207 135111 11 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2max-SLUstr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
65746 -724 31006 -2680 -159308 -11 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2min-SLUstr.12- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
52030 786 -33362 2627 156830 11 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmax-SLUstr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
66305 808 -34461 -1424 -73214 -25 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
50 di 77

```

0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmin-SLUstr.8- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
51033 -755 32017 1372 70859 25 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmax-SLUstr.8- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
46655 302 -12908 1533 78270 7 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
78548 214 1493 -70 -3742 1 0 0 0
0
0
* Load Combinations
0 0 0 1 0
* Distributed Load Sets
0
* Pile Group Configuration
10
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 -5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
51 di 77

```

0 -4.25 5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 -5.95 0 90 0 -2.5
* Pile Properties
1
0 1
100 44 2
0 44 1
* Pile Cross Sections
1
0 0 1 0
Ø1500
1500 0 1 1 0 0 0.1 0.1
13000000 1767145.9 2.4850489E11 2.4850489E11 4.9700978E11 6461127.1 0 0 30000000 0 0
0 0 0 0 1
None
* Soil Layers
6
0 8
-2.5 0.01
2 10
19 40 32 16300 600000 0.007 0 0 0 0
19 40 32 16300 600000 0.007 0 13.7 345 0
1 8
0.01 16.6
2 10
9.5 40 30 25000 600000 0.007 0 14 300 0
9.5 40 30 25000 600000 0.007 0 59.3 1275 0
2 2
16.6 27.55
2 10
9 65 30 55000 1000000 0.007 0 47.2 956 0
9 65 30 55000 1000000 0.007 0 69.9 1164 0
3 8
27.55 35.9
2 10
9.5 65 30 25000 0 0.007 0.5 87.7 1887 0
9.5 65 30 25000 0 0.007 0.5 110.6 2379 0
4 9
35.9 37.5
2 10
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1056 0
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1105 0
5 9
37.5 57.5
2 10
16.5 8000 30 16300 400000 0.0005 80 250 4498 0
16.5 8000 30 16300 400000 0.0005 80 250 5876 0
* Generated LD curves
1
1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12


Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
52 di 77

\* Generated TR curves  
1  
1  
\* User defined MC curves  
1  
1 1  
0  
1 1  
0 0  
\* Internally Generated MC curves  
1  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
\* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth  
1  
1 1  
0 1 1  
\* End of file

Contraente  	Progettista  				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07	Rev. B	Foglio 53 di 77

## 11.2 Tabulati di input modelli SLU, combinazioni sismiche

```

VI01 - Pila 7
GROUP2016.10.13
* Analysis Parameters
2 3 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1
* Pile Cap Dimensions
0 0 2.5 0 0 0
* Load Cases
12 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49612 3751 -60829 -897 -3562 -4 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49156 -3442 55925 1040 19603 8 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
48923 3224 -73001 -747 -4805 -4 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49842 -3182 68549 -858 -11515 2 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
54 di 77

```

1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
50714 -822 20405 -4133 -71676 3 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
49384 798 -20906 4129 66536 -4 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
50306 -853 21740 -3879 -74293 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
49455 911 -20733 3738 69330 5 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
50931 2235 -37737 546 9009 -32 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
55 di 77

0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

48524 -622 26350 -1614 -16267 32 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P7-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3

1 0 0 0 1 0 0 0

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

1

0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

41228 499 -8991 711 8966 -1 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P7-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3

1 0 0 0 1 0 0 0

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

1

0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

56688 -633 11423 -526 -7617 6 0 0 0

0

0

\* Load Combinations

0 0 0 1 0

\* Distributed Load Sets

0

\* Pile Group Configuration

10

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 4.25 5.95 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 4.25 2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 4.25 -2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 4.25 -5.95 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 5.95 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 -5.95 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 -4.25 5.95 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 -4.25 2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
56 di 77

```

0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 -5.95 0 90 0 -2.5
* Pile Properties
1
0 1
100 44 2
0 44 1
* Pile Cross Sections
1
0 0 1 0
Ø1500
1500 0 1 1 0 0 0.1 0.1
13000000 1767145.9 2.4850489E11 2.4850489E11 4.9700978E11 6461127.1 0 0 30000000 0 0
0 0 0 0 1
None
* Soil Layers
6
0 8
-2.5 0.01
2 10
19 40 32 16300 600000 0.007 0 0 0 0
19 40 32 16300 600000 0.007 0 13.7 345 0
1 8
0.01 16.6
2 10
9.5 40 30 25000 600000 0.007 0 14 300 0
9.5 40 30 25000 600000 0.007 0 59.3 1275 0
2 2
16.6 27.55
2 10
9 65 30 55000 1000000 0.007 0 47.2 956 0
9 65 30 55000 1000000 0.007 0 69.9 1164 0
3 8
27.55 35.9
2 10
9.5 65 30 25000 0 0.007 0.5 87.7 1887 0
9.5 65 30 25000 0 0.007 0.5 110.6 2379 0
4 9
35.9 37.5
2 10
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1056 0
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1105 0
5 9
37.5 57.5
2 10
16.5 8000 30 16300 400000 0.0005 80 250 4498 0
16.5 8000 30 16300 400000 0.0005 80 250 5876 0
* Generated LD curves
1
1
* Generated TR curves
1
1
* User defined MC curves
1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
57 di 77

1 1  
0  
1 1  
0 0  
\* Internally Generated MC curves  
1  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
\* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth  
1  
1 1  
0 1 1  
\* End of file

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
58 di 77

### 11.3 Tabulati di input modelli SLE

```

VI01 - Pila 7
GROUP2016.10.13
* Analysis Parameters
2 3 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1
* Pile Cap Dimensions
0 0 2.5 0 0 0
* Load Cases
36 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49548 476 -20131 32 1581 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
50488 -416 17687 -89 -4057 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49548 476 -20131 32 1581 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
50488 -416 17687 -89 -4057 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
59 di 77

```

1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
50091 -392 16655 -100 -4524 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
49945 451 -19107 43 2049 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
50091 -392 16655 -100 -4524 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
49945 451 -19107 43 2049 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
49945 451 -19107 43 2049 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
60 di 77

```

0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
47953 -402 17054 -94 -4266 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
47317 185 -7919 -4 -110 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
50565 -136 5922 -47 -2122 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2max-SLEf.2- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49548 579 -22339 33 1678 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2min-SLEf.2- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
50488 -519 19896 -90 -4155 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3max-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49488 563 -23805 45 2192 0 0 0 0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
61 di 77

```

0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M3min-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
50538 -503 21363 -102 -4666 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3max-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
50091 -392 16665 -532 -5651 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V3min-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49945 451 -19118 473 3168 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2max-SLEf.2- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49737 -392 16694 -478 -23585 -1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2min-SLEf.2- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49589 451 -19096 423 21207 2 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
62 di 77

```

0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmax-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49945 451 -19118 43 2093 -6 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmin-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
47953 -402 17063 -94 -4305 7 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmax-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
46200 185 -7915 -4 -145 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
53965 -136 5974 -47 -2176 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2max-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
49252 1242 -45195 102 4953 -1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-V2min-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0

```



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
63 di 77

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0  
1  
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1  
1  
50736 -1179 42734 -158 -7425 1 0 0 0  
0  
0  
0 1 0 0 100000000 100 100  
0.0001 0.0001 1 1  
P7-M3max-SLEr.6- v.16bmu3  
1 0 0 0 1 0 0 0  
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0  
1  
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1  
1  
49252 1218 -46062 102 4953 -1 0 0 0  
0  
0  
0 1 0 0 100000000 100 100  
0.0001 0.0001 1 1  
P7-M3min-SLEr.6- v.16bmu3  
1 0 0 0 1 0 0 0  
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0  
1  
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1  
1  
50736 -1159 43503 -158 -7425 1 0 0 0  
0  
0  
0 1 0 0 100000000 100 100  
0.0001 0.0001 1 1  
P7-V3max-SLEr.5- v.16bmu3  
1 0 0 0 1 0 0 0  
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0  
1  
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1  
1  
48374 -478 20378 -2222 -91825 -7 0 0 0  
0  
0  
0 1 0 0 100000000 100 100  
0.0001 0.0001 1 1  
P7-V3min-SLEr.5- v.16bmu3  
1 0 0 0 1 0 0 0  
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0  
1  
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1  
1  
48106 532 -22579 2173 89828 7 0 0 0  
0  
0  
0 1 0 0 100000000 100 100  
0.0001 0.0001 1 1  
P7-M2max-SLEr.5- v.16bmu3  
1 0 0 0 1 0 0 0  
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0  
1  
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
64 di 77

```

1
48374 -478 20378 -1789 -107993 -7 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-M2min-SLEr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
48106 532 -22579 1743 105915 7 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmax-SLEr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
48827 538 -22840 -950 -48791 -18 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Tmin-SLEr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
46934 -492 20924 905 46846 18 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmax-SLEr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
43776 212 -9079 1013 51798 5 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P7-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
57695 142 859 -47 -2446 1 0 0 0
0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
65 di 77

```

0
* Load Combinations
0 0 0 1 0
* Distributed Load Sets
0
* Pile Group Configuration
10
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 4.25 -5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 5.95 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -4.25 -5.95 0 90 0 -2.5
* Pile Properties
1
0 1
100 44 2
0 44 1
* Pile Cross Sections
1
0 0 1 0
Ø1500
1500 0 1 1 0 0 0.1 0.1
13000000 1767145.9 2.4850489E11 2.4850489E11 4.9700978E11 6461127.1 0 0 30000000 0 0
0 0 0 0 1
None
* Soil Layers
6
0 8
-2.5 0.01
2 10
19 40 32 16300 600000 0.007 0 0 0 0
19 40 32 16300 600000 0.007 0 13.7 345 0
1 8

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
66 di 77

```

0.01 16.6
2 10
9.5 40 30 25000 600000 0.007 0 14 300 0
9.5 40 30 25000 600000 0.007 0 59.3 1275 0
2 2
16.6 27.55
2 10
9 65 30 55000 1000000 0.007 0 47.2 956 0
9 65 30 55000 1000000 0.007 0 69.9 1164 0
3 8
27.55 35.9
2 10
9.5 65 30 25000 0 0.007 0.5 87.7 1887 0
9.5 65 30 25000 0 0.007 0.5 110.6 2379 0
4 9
35.9 37.5
2 10
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1056 0
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1105 0
5 9
37.5 57.5
2 10
16.5 8000 30 16300 400000 0.0005 80 250 4498 0
16.5 8000 30 16300 400000 0.0005 80 250 5876 0
* Generated LD curves
1
1
* Generated TR curves
1
1
* User defined MC curves
1
1 1
0
1 1
0 0
* Internally Generated MC curves
1
1 1
0
0
1 1
0 0
1 1
0
0
1 1
0 0
* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth
1
1 1
0 1 1
* End of file

```

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C07 Rev. B Foglio 67 di 77

## 12 TABULATI VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo relativi alle verifiche strutturali dei pali prodotti dal software RC-SEC relativi alle seguenti verifiche:

- verifiche SLU a pressoflessione e taglio per le combinazioni statiche
- verifiche SLU a pressoflessione e taglio per le combinazioni sismiche
- verifiche SLE di apertura delle fessure e tensioni per le combinazioni rara, frequente e quasi permanente.

Per quanto riguarda le sollecitazioni sui pali riportate nei tabulati si rimanda ai § 8.2, 8.3, 8.3, 8.4.

### 12.1 Verifiche SLU combinazioni statiche

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Pilastro
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd:	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
ACCIAIO -	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	11287.00	40.00	329.00	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

Foglio  
68 di 77

2	26.00	517.00	3.00	0.00
3	11023.00	597.00	6.00	0.00
4	10827.00	269.00	392.00	0.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm <sup>2</sup> ]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	11287.00	40.00	11286.84	6905.24	172.631	.6	---	---	169.6 (53.0)
2	S	26.00	517.00	26.24	3862.26	7.471	44.2	---	---	169.6 (53.0)
3	S	11023.00	597.00	11022.97	6883.85	11.531	1.6	---	---	169.6 (53.0)
4	S	10827.00	269.00	10827.15	6867.16	25.528	2.3	---	---	169.6 (53.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	75.0	0.00300	64.4	-0.00306	-64.4
2	0.00350	75.0	0.00230	64.4	-0.01232	-64.4
3	0.00350	75.0	0.00299	64.4	-0.00314	-64.4
4	0.00350	75.0	0.00299	64.4	-0.00321	-64.4

### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	16	mm
Passo staffe:	15.0	cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	26.8	cm <sup>2</sup> /m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm <sup>2</sup> /m]

### VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
69 di 77

bw|z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw  z	Ctg	Acw	ASt
1	S	329.00	4610.45	2423.46	136.2  92.4	2.500	1.250	3.6
2	S	3.00	4010.07	2986.15	120.0  113.9	2.500	1.001	0.0
3	S	6.00	4632.00	2432.70	136.3  92.8	2.500	1.250	0.1
4	S	392.00	4647.89	2439.53	136.4  93.0	2.500	1.250	4.3



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
70 di 77

## 12.2 Verifiche SLU combinazioni sismiche

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Normativa di riferimento:

N.T.C.

Tipologia sezione:

Sezione predefinita di Pilastro

Forma della sezione:

Circolare

Percorso sollecitazione:

A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati:

Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm²)
Coprif. (dal baric. barre):	10.6	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7654.00	729.00	459.00	0.00
2	2238.00	546.00	343.00	0.00
3	7373.00	828.00	485.00	0.00
4	7613.00	808.00	486.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C07

Rev.  
B

Foglio  
71 di 77

N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
As Tot. Area complessiva armature long. pilastro [cm<sup>2</sup>]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	7654.00	729.00			7.579	5.0	---	---	169.6 (53.0)
2	S	2238.00	546.00			6.644	21.9	---	---	169.6 (53.0)
3	S	7373.00	828.00			6.571	5.7	---	---	169.6 (53.0)
4	S	7613.00	808.00			6.823	5.1	---	---	169.6 (53.0)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00197	75.0	0.00167	64.4	-0.00196	-64.4
2	0.00120	75.0	0.00096	64.4	-0.00196	-64.4
3	0.00193	75.0	0.00164	64.4	-0.00196	-64.4
4	0.00197	75.0	0.00167	64.4	-0.00196	-64.4

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 16 mm  
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]  
N.Bracci staffe: 2  
Area staffe/m : 26.8 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm<sup>2</sup>/m]

#### VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
bw|z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	AST
1	S	459.00	4707.86	2465.32	136.7  94.0	2.500	1.250	5.0
2	S	343.00	4326.67	2645.12	136.2  100.9	2.500	1.074	3.5
3	S	485.00	4706.78	2472.30	136.8  94.3	2.500	1.245	5.3
4	S	486.00	4710.21	2466.33	136.7  94.0	2.500	1.250	5.3

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
72 di 77

## 12.3 Verifiche SLE

### 12.3.1 SLE combinazione Rara

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Pilastro
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
ACCIAIO -	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	8069.00	37.00
2	1298.00	341.00
3	7840.00	378.00
4	7718.00	215.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
---	-----	----

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
73 di 77

Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.8 cm  
Interferro massimo barre longitudinali: 16.8 cm [deve essere < 30.0]

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.08	-75.0	3.90	75.0	58.7	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	1.51	-75.0	0.00	75.0	-1.7	64.4	26.5	1337	21.2	----
3	S	4.82	-75.0	2.94	75.0	46.1	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	4.35	-75.0	3.28	75.0	50.4	64.4	0.0	0	0.0	----

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
K2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
srm Distanza massima in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00029	0.00031		----	----	----	----	----	0.00
2	S	-0.00002	0.00011		0.50	0.60	0.000005 (0.000005)	631	0.003 (990.00)	4781.10
3	S	0.00022	0.00036		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00025	0.00033		----	----	----	----	----	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
74 di 77

### 12.3.2 SLE combinazione frequente

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita di Pilastro  
Forma della sezione: Circolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C30/37
Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	6048.00	28.00 (0.00)
2	3707.00	113.00 (0.00)
3	5564.00	1.00 (0.00)
4	5659.00	112.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
75 di 77

## COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.06	-75.0	2.92	75.0	44.0	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	2.11	-75.0	1.55	75.0	23.9	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	2.75	-75.0	2.75	75.0	41.3	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	3.08	-75.0	2.52	75.0	38.4	64.4	0.0	0	0.0	----

## COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compressione: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00022	0.00023		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00012	0.00016		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00021	0.00021		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00019	0.00023		----	----	----	----	----	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
76 di 77

### 12.3.3 SLE combinazione quasi permanente

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita di Pilastro  
Forma della sezione: Circolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C30/37
Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 150.0 cm  
Barre circonferenza: 24Ø30 (169.6 cm<sup>2</sup>)  
Coprif.(dal baric. barre): 10.6 cm

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	5664.00	10.00 (0.00)
2	4039.00	82.00 (0.00)
3	5369.00	105.00 (0.00)
4	5554.00	10.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.8 cm  
Interferro massimo barre longitudinali: 16.8 cm [deve essere < 30.0]

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C07B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C07

Rev.  
B

Foglio  
77 di 77

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.83	-75.0	2.78	75.0	41.7	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	2.20	-75.0	1.79	75.0	27.3	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	2.92	-75.0	2.39	75.0	36.5	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	2.77	-75.0	2.72	75.0	40.9	64.4	0.0	0	0.0	----

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00021	0.00021		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00013	0.00017		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00018	0.00022		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00020	0.00021		----	----	----	----	----	0.00