

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 P8



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 8	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	Data 27/06/2019
B	Rimissione per modifica dimensioni pile	F. Bianchi	27/06/2019	L. Utzeri	27/06/2019	A. Perego	27/06/2019	
C								

File: NG1200E09CLV10102C08B.doc

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Opere Civili e Gestione delle Infrastrutture  
Dott. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° 420783

Contraente 		Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 2 di 78
<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	<i>Acciaio per armatura strutture in c.a.</i> .....					7
3.2	CALCESTRUZZO .....					7
3.2.1	<i>Calcestruzzo magro per getti di livellamento</i> .....					7
3.2.2	<i>Calcestruzzo pali</i> .....					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	<i>Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV)</i> .....					11
7.1.2	<i>Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU)</i> .....					12
7.1.3	<i>Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE)</i> .....					12
7.2	SCARICHI A INTRADOSSO PLINTO .....					13
7.2.1	<i>Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV)</i> .....					13
7.2.2	<i>Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU)</i> .....					16
7.2.3	<i>Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE)</i> .....					17
8	ANALISI DELL'INTERAZIONE FONDAZIONE-TERRENO .....					20

Contraente 		Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 3 di 78
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	Spostamenti SLE.....					29
8.3	SINTESI DEI RISULTATI AGLI STATI LIMITE ULTIMI STATICI (SLU) .....					30
8.3.1	Spostamenti SLU.....					32
8.4	SINTESI DEI RISULTATI RELATIVI AGLI STATI LIMITE ULTIMI SISMICI (SLV) .....					33
8.4.1	Spostamenti SLV.....					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	Verifica di apertura delle fessure .....					45
10.5.2	Verifica tensionale .....					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.....					68
12.1	VERIFICHE SLU COMBINAZIONI STATICHE .....					68
12.2	VERIFICHE SLU COMBINAZIONI SISMICHE .....					71
12.3	VERIFICHE SLE .....					73
12.3.1	SLE combinazione Rara.....					73

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12



Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
4 di 78

12.3.2 SLE combinazione frequente .....	75
12.3.3 SLE combinazione quasi permanente .....	77

Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 5 di 78

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta le verifiche geotecniche e strutturali dei pali della pila P8 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 C08 - “Armatura palo Pila P8”
- Rif. [4] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C015 - “Armatura plinto Pila P8 - Tav. 1”
- Rif. [5] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C016 - “Armatura plinto Pila P8 - Tav. 2”
- Rif. [6] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C026 - “Armatura plinto Pila P8 - Tav. 3”
- Rif. [7] NG12 00 E 09 GE VI0000 C01 - “Relazione Geotecnica Generale”
- Rif. [8] NG12 00 E 09 RH VI0000 C02 - “Criteri di caratterizzazione sismica e risposta sismica locale”
- Rif. [9] NG12 00 E 09 GE VI0002 C01 - “Relazione Criteri di Progettazione geotecnica”
- Rif. [10] NG12 00 E 09 GE VI0002 C02 - “Relazione geotecnica fondazioni”
- Rif. [11] NG 12 00 E 09 CL VI0103 C09 - “Relazione di calcolo strutturale plinto - Pila P8”
- Rif. [12] NG 12 00 E 09 TT VI0000 C02 - “Tabella materiali sottostrutture e opere fondali”

### 2.2 Normativa e Standard di Riferimento

- Rif. [13] 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. [14] 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. [15] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- Rif. [16] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Rif. [17] UNI EN 206:2016 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- Rif. [18] UNI 11104: 2016 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.

### 2.3 Riferimenti bibliografici

- Rif. [19] 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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
6 di 78

## 2.4 Software

Rif. [20] Group, Ensoft Inc, versione 2016, release n.10

Rif. [21] GeoStru, RC-SEC 2018, Calcolo di sezioni in Cemento Armato

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
7 di 78

### 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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
8 di 78

#### 4 SISMICITA'

L'azione sismica è valutata in accordo alle NTC2018 di cui al Rif. [13] (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione sismica di cui al Rif. [8]):

- 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. [8]) l'accelerazione massima orizzontale e verticale in superficie, comprensiva degli effetti stratigrafici e topografici, risulta rispettivamente pari a:

- $a_{\max,H} = 0.102g$ ;
- $a_{\max,V} = 0.057g$

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. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

Foglio  
9 di 78

## 5 DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

### 5.1 Descrizione del sistema fondale

La fondazione è un plinto a 14 pali trivellati di diametro  $\phi=1500$  mm, lunghezza 45.0 m e interasse 4.50 m; le dimensioni del plinto di fondazione sono 10.80x21.00x3.0 m (Figura 5-1).

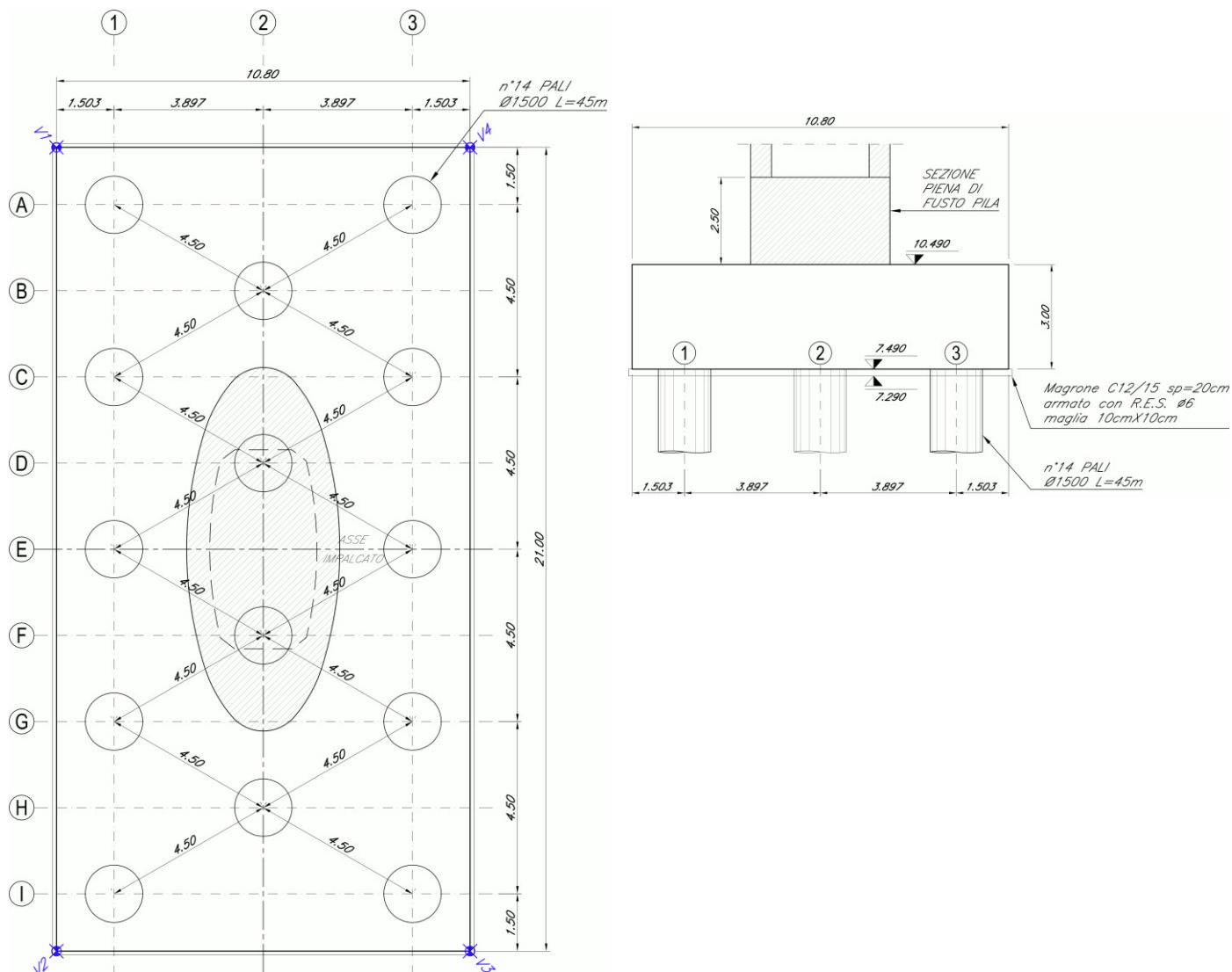



Figura 5-1 – Geometria di riferimento per il plinto su pali.

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08 Rev. B Foglio 10 di 78

## 5.2 Stratigrafia di riferimento

In accordo alla caratterizzazione geotecnica di cui al documento in Rif. [6] i parametri geotecnici di riferimento sono riportati nella seguente tabella. Nel modello Group la falda è stata considerata a testa palo e il terreno a quota estradosso plinto la cui quota assoluta è 10.5 m.

Unità di rif.	Descrizione	Quota assoluta (m)	Profondità da intradosso plinto (m)
R	Riporto	9.3	-1.8
DG	Depositi alluvionali grossolani	-6.6	14.1
DAL	Depositi alluvionali fini	-19.4	26.9
DG	Depositi alluvionali grossolani	-27.0	34.5
ARGalt	Argilliti alterate	-28.5	36.0
ARG	Argilliti	< -28.5	> 36.0

**Tabella 5-1 – Stratigrafia**

Unità	$\gamma$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	$c_u$ [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. [9]. Per le verifiche a fessurazione si ricorda che sono svolte per condizioni ambientali aggressive e armature poco sensibili (vedasi § 9.4.1 di Rif. [9]).

Contraente 	Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 11 di 78

**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.

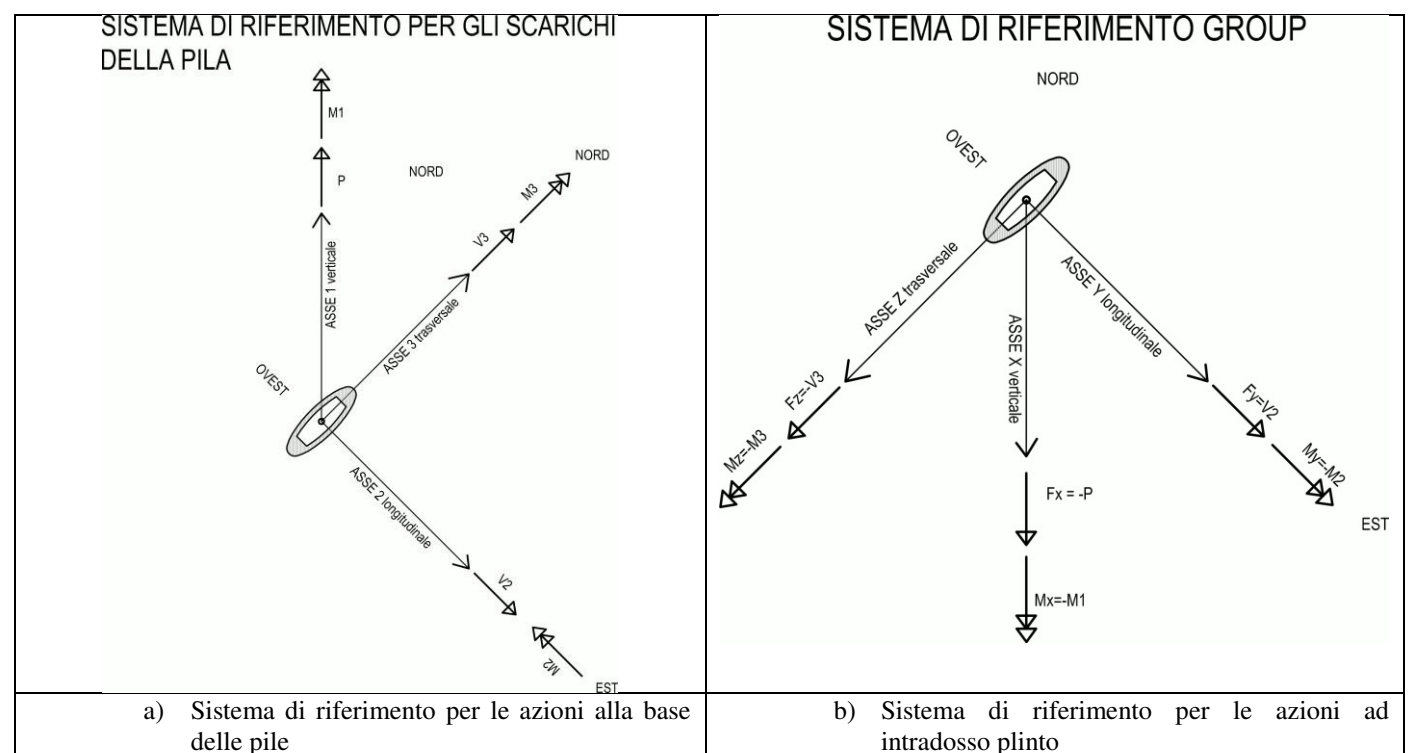


Figura 7-1 – Assi di riferimento per gli scarichi in fondazione.

**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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
12 di 78

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
P8-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 910	2 946	-72 392	-533	-6 714	-15
P8-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 457	-2 863	72 623	-480	-20 670	12
P8-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	57 220	2 007	-87 351	86	-2 117	-32
P8-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	57 004	-2 276	89 973	399	12 468	9
P8-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 941	-1 244	50 000	-2 782	-79 853	7
P8-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 299	514	-26 521	2 902	81 925	15
P8-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 686	-908	37 848	-2 430	-85 495	-2
P8-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	56 066	735	-27 534	2 755	82 915	19
P8-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	55 664	1 033	-37 964	-440	-9 326	-74
P8-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	54 621	-613	51 387	247	6 398	72
P8-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	50 643	-620	20 875	402	10 008	19
P8-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	61 290	144	8 225	-177	-4 233	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
P8-V2max-SLUstr.13- v.16bmu3	56 551	2 480	-90 000	313	13 770	-27
P8-V2min-SLUstr.6- v.16bmu3	78 838	-2 935	108 177	-245	-11 307	27
P8-M3max-SLUstr.13- v.16bmu3	56 551	2 443	-91 479	313	13 770	-27
P8-M3min-SLUstr.6- v.16bmu3	78 838	-2 870	110 783	-245	-11 307	27
P8-V3max-SLUstr.12- v.16bmu3	51 749	-1 509	61 746	-3 624	-158 220	-47
P8-V3min-SLUstr.5- v.16bmu3	72 296	1 135	-47 598	3 670	160 223	46
P8-M2max-SLUstr.12- v.16bmu3	51 749	-1 509	61 746	-3 031	-183 167	-47
P8-M2min-SLUstr.5- v.16bmu3	72 296	1 135	-47 598	3 074	185 260	46
P8-Tmax-SLUstr.1- v.16bmu3	73 982	974	-41 206	-1 523	-83 022	-116
P8-Tmin-SLUstr.8- v.16bmu3	50 708	-1 401	57 398	1 579	84 878	115
P8-Pmax-SLUstr.12- v.16bmu3	47 427	-518	22 028	2 833	149 621	69
P8-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3	92 870	679	-20 562	99	5 477	-6

**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. NG1200E09CLVI0102C08B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08 Rev. B Foglio 13 di 78

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
P8-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3	56 706	555	-23 056	120	5 032	-9
P8-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3	56 995	-912	37 287	-62	-2 748	9
P8-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3	56 706	555	-23 056	120	5 032	-9
P8-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3	56 995	-912	37 287	-62	-2 748	9
P8-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3	57 068	-869	35 568	-68	-2 984	9
P8-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3	56 633	512	-21 334	126	5 269	-9
P8-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3	57 068	-869	35 568	-68	-2 984	9
P8-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3	56 633	512	-21 334	126	5 269	-9
P8-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3	55 951	524	-21 792	123	5 170	-9
P8-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3	54 520	-908	37 068	-64	-2 801	9
P8-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3	54 472	-446	18 625	-3	-221	3
P8-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3	57 167	90	-4 481	57	2 375	-3
P8-V2max-SLEf.3- v.16bmu3	56 674	698	-28 876	139	5 832	-11
P8-V2min-SLEf.3- v.16bmu3	57 035	-1 054	43 112	-81	-3 549	11
P8-M3max-SLEf.3- v.16bmu3	56 674	698	-28 876	139	5 832	-11
P8-M3min-SLEf.3- v.16bmu3	57 035	-1 054	43 112	-81	-3 549	11
P8-V3max-SLEf.2- v.16bmu3	56 315	-882	36 125	-508	-25 628	-1
P8-V3min-SLEf.1- v.16bmu3	56 633	512	-21 382	567	5 382	-9
P8-M2max-SLEf.2- v.16bmu3	56 315	-882	36 125	-508	-25 628	-1
P8-M2min-SLEf.2- v.16bmu3	55 880	533	-22 176	562	27 771	0
P8-Tmax-SLEf.1- v.16bmu3	55 951	524	-21 838	123	5 282	-30
P8-Tmin-SLEf.1- v.16bmu3	54 520	-908	37 113	-64	-2 909	30
P8-Pmax-SLEf.2- v.16bmu3	53 719	-425	17 812	433	22 317	13
P8-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3	61 933	90	-4 645	57	2 506	-3
P8-V2max-SLEr.6- v.16bmu3	56 544	1 601	-57 906	218	9 564	-18
P8-V2min-SLEr.6- v.16bmu3	57 194	-1 978	72 172	-161	-7 293	18
P8-M3max-SLEr.6- v.16bmu3	56 544	1 573	-59 001	218	9 564	-18
P8-M3min-SLEr.6- v.16bmu3	57 194	-1 930	74 103	-161	-7 293	18
P8-V3max-SLEr.5- v.16bmu3	53 342	-1 061	43 481	-2 451	-105 156	-32
P8-V3min-SLEr.5- v.16bmu3	52 833	740	-30 664	2 493	106 731	31
P8-M2max-SLEr.5- v.16bmu3	53 342	-1 061	43 481	-2 012	-123 635	-32
P8-M2min-SLEr.5- v.16bmu3	52 833	740	-30 664	2 052	125 277	31
P8-Tmax-SLEr.1- v.16bmu3	53 740	636	-26 514	-1 013	-55 084	-82
P8-Tmin-SLEr.1- v.16bmu3	52 219	-998	40 921	1 062	57 009	81
P8-Pmax-SLEr.5- v.16bmu3	49 963	-409	17 364	1 898	100 177	46
P8-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3	67 600	445	-12 826	67	3 486	-4

**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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
14 di 78

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	-1.00	0.30
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

P08

SLV - SISMICO

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

**DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

$L_y$	10.80 m	dimensione del plinto in direzione y
$L_z$	21.00 m	dimensione del plinto in direzione z
H	3.00 m	dimensione del plinto lungo x
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	21.49 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	17 010 kN	peso proprio del plinto
$\gamma_{G1}$	1.00 -	coefficiente amplificativo
$PP_{sd,v}$	17 010 kN	valore azione di progetto

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

$k_h \times \beta_m$	0.102 -	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
$k_v \times \beta_m$	0.057 -	accelerazione verticale massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	1 739 kN	azione inerziale del plinto in direzione orizzontale
$b_v$	1.50 m	braccio della forza $PP_{sd,h}$ da intradosso plinto
$PP_{sd,v}$	962 kN	azione inerziale del plinto in direzione verticale

**c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**

$\gamma_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	4 106 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$\gamma_{G1}$	1.00 -	coefficiente amplificativo
$ST_{sd,v}$	4 106 kN	valore azione di progetto

**d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carichi inerziali**

$k_h \times \beta_m$	0.102 -	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
$k_v \times \beta_m$	0.057 -	accelerazione verticale massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	420 kN	azione inerziale del terreno di ricoprimento in direzione orizzontale
$b_v$	3.50 m	braccio della forza $ST_{sd,h}$ da intradosso plinto
$ST_{sd,v}$	232 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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
15 di 78

ID	SISIMICO_SLV	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P8-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	78 385	5 104	-85 305	-1 180	-9 537	-15
2	P8-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	77 216	-5 021	85 290	-1 127	-23 332	13
3	P8-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	78 695	4 166	-97 449	734	-637	-31
4	P8-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	77 763	-4 434	100 877	1 047	14 888	9
5	P8-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	78 415	-1 891	54 955	-4 940	-92 274	8
6	P8-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	77 058	1 162	-29 285	5 061	94 709	16
7	P8-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	78 161	-1 555	41 795	-4 588	-96 861	-2
8	P8-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	76 825	1 383	-30 961	4 914	95 257	20
9	P8-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	77 139	3 191	-45 138	-1 087	-11 868	-73
10	P8-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	75 380	-2 771	57 303	895	8 363	72
11	P8-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	70 566	-1 267	23 958	1 050	12 437	19
12	P8-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	83 601	792	6 572	-824	-5 987	6

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
16 di 78

## 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**

P08

**VERIFICA**

SLU - STATICO

**TIPO DI APPROCCIO**

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

### DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE

$L_y$	10.80 m	dimensione del plinto in direzione longitudinale (2)
$L_z$	21.00 m	dimensione del plinto in direzione trasversale all'asse del viadotto (3)
H	3.00 m	dimensione del plinto lungo z
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	21.49 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	17 010 kN	peso proprio del plinto
$V_{G1}$	1.35 -	coefficiente A1
$PP_{sd,v}$	22 964 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
$b_1$	1.50 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	4 106 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$V_{G1}$	1.35 -	coefficiente A1
$ST_{sd,v}$	5 543 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
$b_2$	3.50 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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
17 di 78

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P8-V2max-SLUstr.13- v.16bmu3	85 059	2 480	-97 440	314	14 710	-27
2	P8-V2min-SLUstr.6- v.16bmu3	107 345	-2 935	116 983	-244	-12 042	28
3	P8-M3max-SLUstr.13- v.16bmu3	85 059	2 443	-98 807	314	14 710	-27
4	P8-M3min-SLUstr.6- v.16bmu3	107 345	-2 870	119 394	-244	-12 042	28
5	P8-V3max-SLUstr.12- v.16bmu3	80 256	-1 508	66 272	-3 623	-169 092	-47
6	P8-V3min-SLUstr.5- v.16bmu3	100 804	1 136	-51 003	3 671	171 234	47
7	P8-M2max-SLUstr.12- v.16bmu3	80 256	-1 508	66 272	-3 031	-192 261	-47
8	P8-M2min-SLUstr.5- v.16bmu3	100 804	1 136	-51 003	3 075	194 483	47
9	P8-Tmax-SLUstr.1- v.16bmu3	102 489	975	-44 128	-1 523	-87 592	-115
10	P8-Tmin-SLUstr.8- v.16bmu3	79 215	-1 401	61 603	1 579	89 615	115
11	P8-Pmax-SLUstr.12- v.16bmu3	75 934	-518	23 583	2 833	158 120	69
12	P8-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3	121 377	680	-22 600	99	5 774	-6

**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. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

Foglio  
18 di 78

**VIADOTTO**

**ID PILA**

**VERIFICA**

**TIPO DI APPROCCIO**

VI01

P08

SLE

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

**DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

$L_y$	10.80 m	dimensione del plinto in direzione longitudinale (2)
$L_z$	21.00 m	dimensione del plinto in direzione trasversale all'asse del viadotto (3)
H	3.00 m	dimensione del plinto lungo z
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	21.49 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	17 010 kN	peso proprio del plinto
$V_{G1}$	1.00 -	coefficiente A1
$PP_{sd,v}$	17 010 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
$b_1$	1.50 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	4 106 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$V_{G1}$	1.00 -	coefficiente A1
$ST_{sd,v}$	4 106 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
$b_2$	3.50 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	P8-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3	77 823	556	-24 721	120	5 392	-9
2	P8-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3	78 112	-911	40 023	-62	-2 935	9
3	P8-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3	77 823	556	-24 721	120	5 392	-9
4	P8-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3	78 112	-911	40 023	-62	-2 935	9
5	P8-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3	78 185	-868	38 175	-68	-3 189	9
6	P8-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3	77 750	513	-22 870	126	5 646	-9
7	P8-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3	78 185	-868	38 175	-68	-3 189	9
8	P8-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3	77 750	513	-22 870	126	5 646	-9
9	P8-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3	77 068	525	-23 363	124	5 541	-9
10	P8-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3	75 637	-907	39 791	-63	-2 993	10
11	P8-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3	75 589	-445	19 962	-3	-230	4
12	P8-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3	78 284	90	-4 749	58	2 547	-3

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B



Foglio  
19 di 78

ID	STATICO - max	<i>F<sub>x</sub></i> kN	<i>F<sub>y</sub></i> kN	<i>M<sub>z</sub></i> kN	<i>F<sub>z</sub></i> kNm	<i>M<sub>y</sub></i> kNm	<i>M<sub>x</sub></i> kNm
13	P8-V2max-SLEf.3- v.16bmu3	77 791	698	-30 969	139	6 249	-10
14	P8-V2min-SLEf.3- v.16bmu3	78 151	-1 054	46 276	-81	-3 793	11
15	P8-M3max-SLEf.3- v.16bmu3	77 791	698	-30 969	139	6 249	-10
16	P8-M3min-SLEf.3- v.16bmu3	78 151	-1 054	46 276	-81	-3 793	11
17	P8-V3max-SLEf.2- v.16bmu3	77 432	-882	38 773	-508	-27 152	0
18	P8-V3min-SLEf.1- v.16bmu3	77 750	513	-22 918	568	7 084	-9
19	P8-M2max-SLEf.2- v.16bmu3	77 432	-882	38 773	-508	-27 152	0
20	P8-M2min-SLEf.2- v.16bmu3	76 996	533	-23 775	563	29 458	1
21	P8-Tmax-SLEf.1- v.16bmu3	77 068	525	-23 410	124	5 652	-30
22	P8-Tmin-SLEf.1- v.16bmu3	75 637	-907	39 836	-63	-3 100	30
23	P8-Pmax-SLEf.2- v.16bmu3	74 836	-424	19 087	434	23 618	13
24	P8-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3	83 050	90	-4 913	58	2 678	-3

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

ID	STATICO - max	<i>F<sub>x</sub></i> kN	<i>F<sub>y</sub></i> kN	<i>M<sub>z</sub></i> kN	<i>F<sub>z</sub></i> kNm	<i>M<sub>y</sub></i> kNm	<i>M<sub>x</sub></i> kNm
25	P8-V2max-SLEr.6- v.16bmu3	77 661	1 601	-62 707	218	10 218	-18
26	P8-V2min-SLEr.6- v.16bmu3	78 310	-1 978	78 108	-160	-7 775	18
27	P8-M3max-SLEr.6- v.16bmu3	77 661	1 574	-63 720	218	10 218	-18
28	P8-M3min-SLEr.6- v.16bmu3	78 310	-1 930	79 893	-160	-7 775	18
29	P8-V3max-SLEr.5- v.16bmu3	74 459	-1 061	46 664	-2 450	-112 508	-31
30	P8-V3min-SLEr.5- v.16bmu3	73 949	741	-32 885	2 494	114 212	31
31	P8-M2max-SLEr.5- v.16bmu3	74 459	-1 061	46 664	-2 011	-129 671	-31
32	P8-M2min-SLEr.5- v.16bmu3	73 949	741	-32 885	2 053	131 433	31
33	P8-Tmax-SLEr.1- v.16bmu3	74 857	636	-28 421	-1 013	-58 123	-81
34	P8-Tmin-SLEr.1- v.16bmu3	73 336	-998	43 915	1 063	60 196	81
35	P8-Pmax-SLEr.5- v.16bmu3	71 079	-409	18 592	1 899	105 871	46
36	P8-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3	88 717	445	-14 159	68	3 688	-4

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

Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLV10102C08B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL V10102 C08	Rev. B	Foglio 20 di 78

## 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 rigidezza 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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
21 di 78

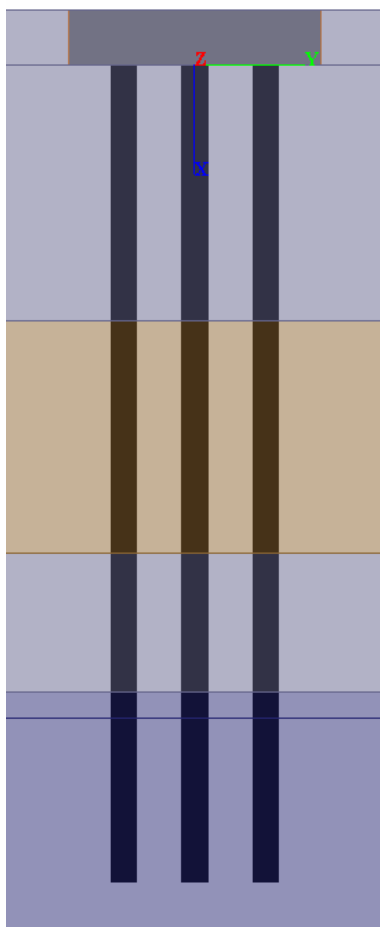


Figura 8-1 - Vista frontale del modello GROUPv2016.

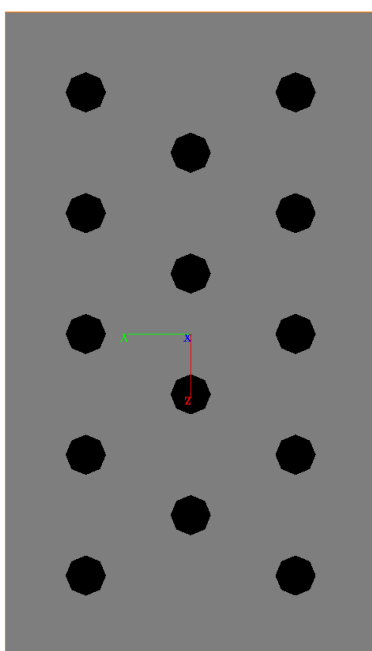


Figura 8-2 - Vista planimetrica del modello GROUPv2016.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
22 di 78

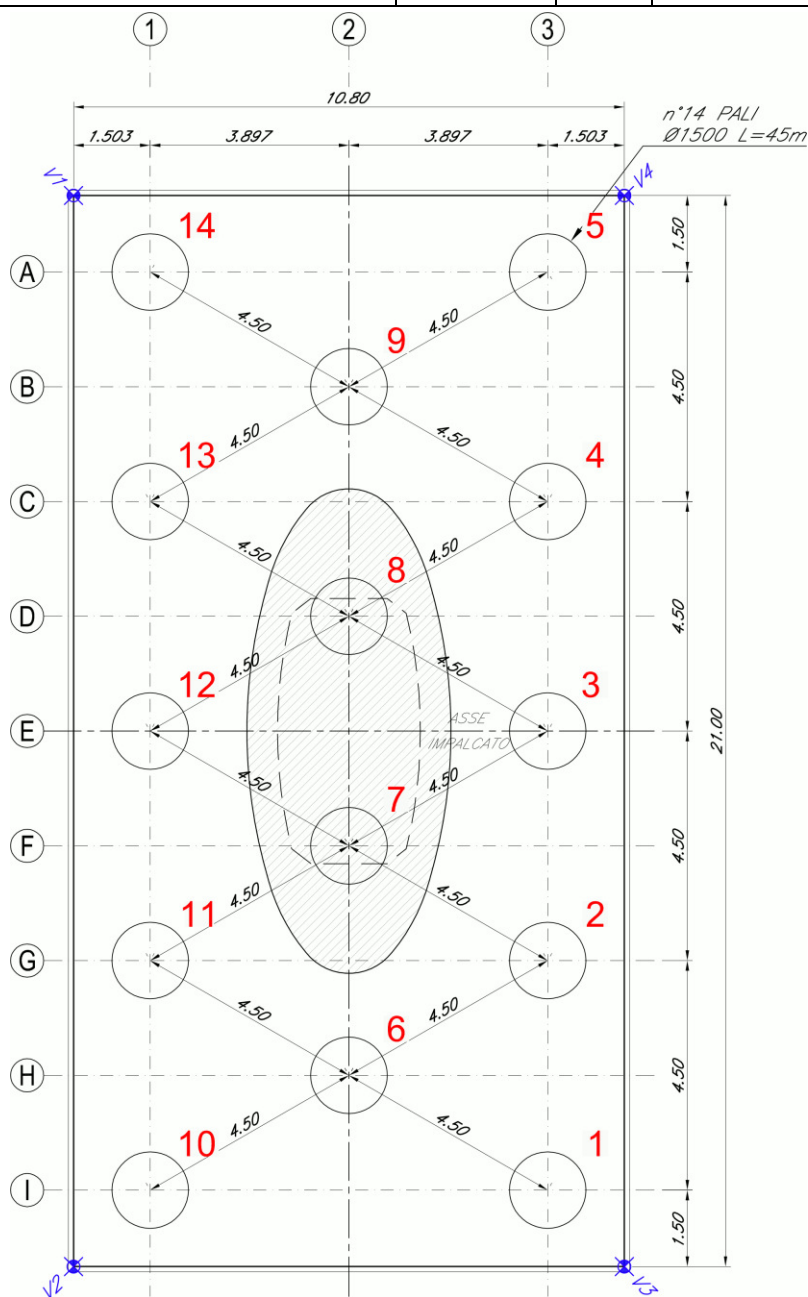


Figura 8-3 - Numerazione dei pali nel modello Group (in rosso)

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. [9] § 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÷0.00005 suggerito dal manuale di Group che caratterizza un comportamento meno rigido.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

Foglio  
23 di 78

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		60	25 000					17-55.4	366-1191
DAL	"Stiff Clay with Free Water"		65		55 000					44.1-70.6	918-1161
DG	"sand"	30		60	25 000					88.6-109.5	1907-2355
ARGalt	"weak rock"					0.0005	2 000	138 000	15	112.4	1049-1093
ARG	"weak rock"					0.0005	8 000	400 000	80	250	4468-5117

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

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)	-3	0.01	1: API Sand
2	API Sand (O'Neil)	0.01	14.1	2: API Sand
3	Stiff Clay with Free Water (Reese)	14.1	26.9	3: Stiff Clay with Free Water
4	API Sand (O'Neil)	26.9	34.5	4: API Sand
5	Weak Rock (Reese)	34.5	35.95	5: Weak Rock
6	Weak Rock (Reese)	35.95	57	6: Weak Rock

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

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	19	32	16300	1	1
2	19	32	16300	1	1

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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
24 di 78

### 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	17	366
2	9.5	30	25000	55.4	1191

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	44.1	918
2	9	65	55000	0.007	70.6	1161

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. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

Foglio  
25 di 78

#### 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	88.6	1907
2	9.5	30	25000	109.5	2355

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	1049
2	16.5	2000	138000	0.0005	15	112.4	1093

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	4468
2	16.5	8000	400000	0.0005	80	250	5117



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. NG1200E09CLVI0102C08B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 26 di 78

## 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 8-11 e in Figura 8-12 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	14	31	8 629	196	228
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	3.60	1	31	1 594	282	23
<b>Massimo Momento</b>	3.15	14	28	7 460	401	5
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	14	29	8 374	316	264

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)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	14	2	6 616	56	94
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	2.70	1	10	4 225	184	3
<b>Massimo Momento</b>	3.15	14	2	6 412	199	4
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	14	2	6 616	56	94

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)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	14	17	6 952	70	105
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	2.70	1	17	3 928	184	14
<b>Massimo Momento</b>	3.15	14	14	6 579	230	5
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	14	14	6 786	65	108

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)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	14	31	8 629	196	228
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	3.60	1	31	1 594	282	23
<b>Massimo Momento</b>	3.15	14	28	7 460	401	5
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	14	29	8 374	316	264

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
27 di 78

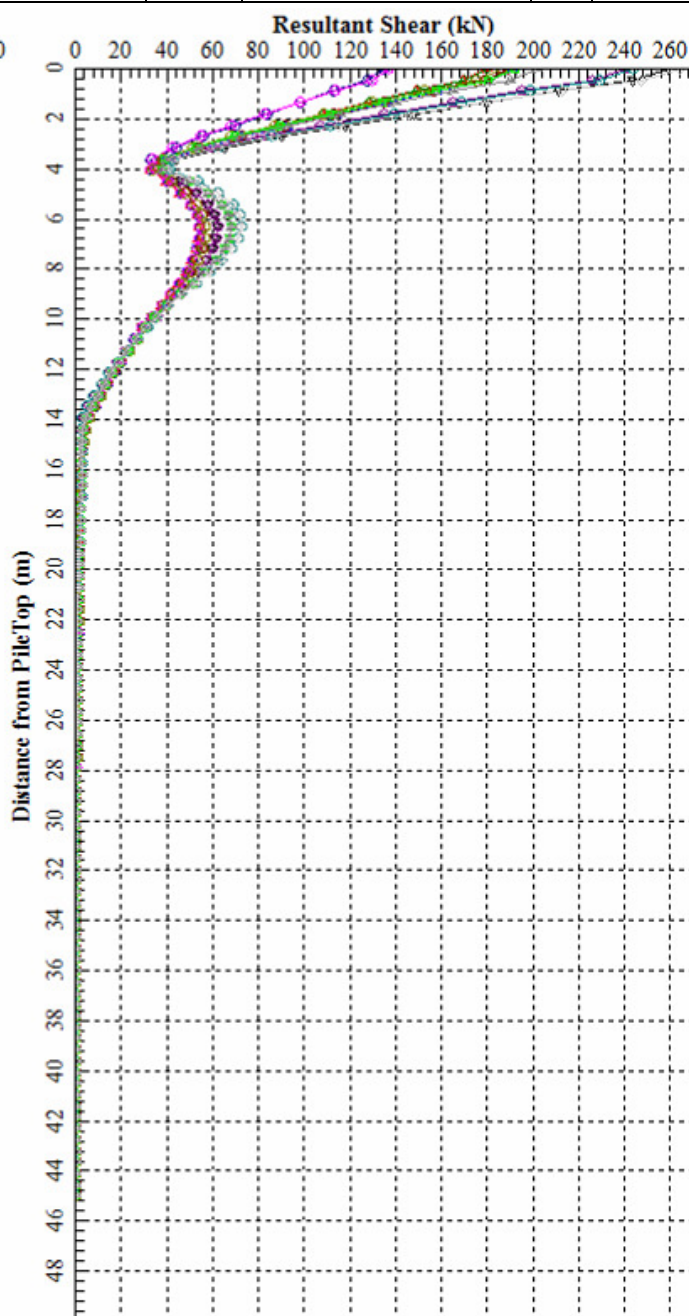
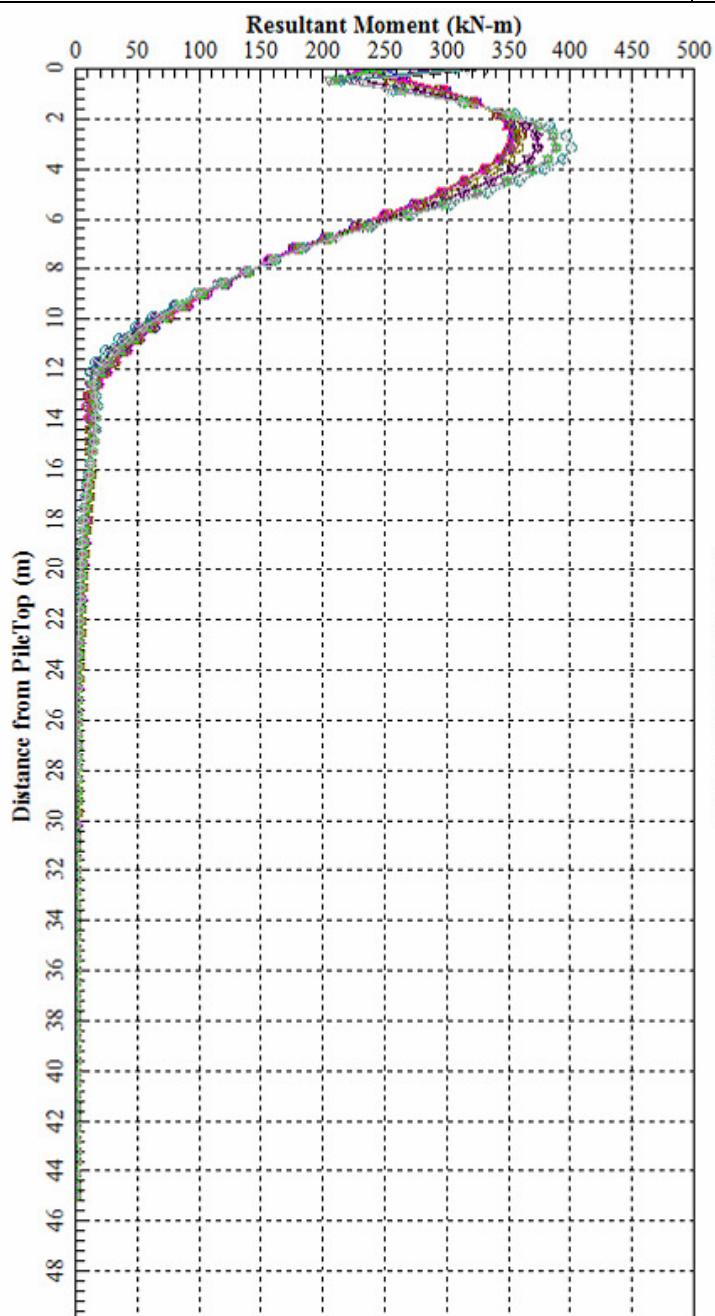


Figura 8-11 - Combinazioni SLE (QP – Freq – Rara): Involuppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
28 di 78

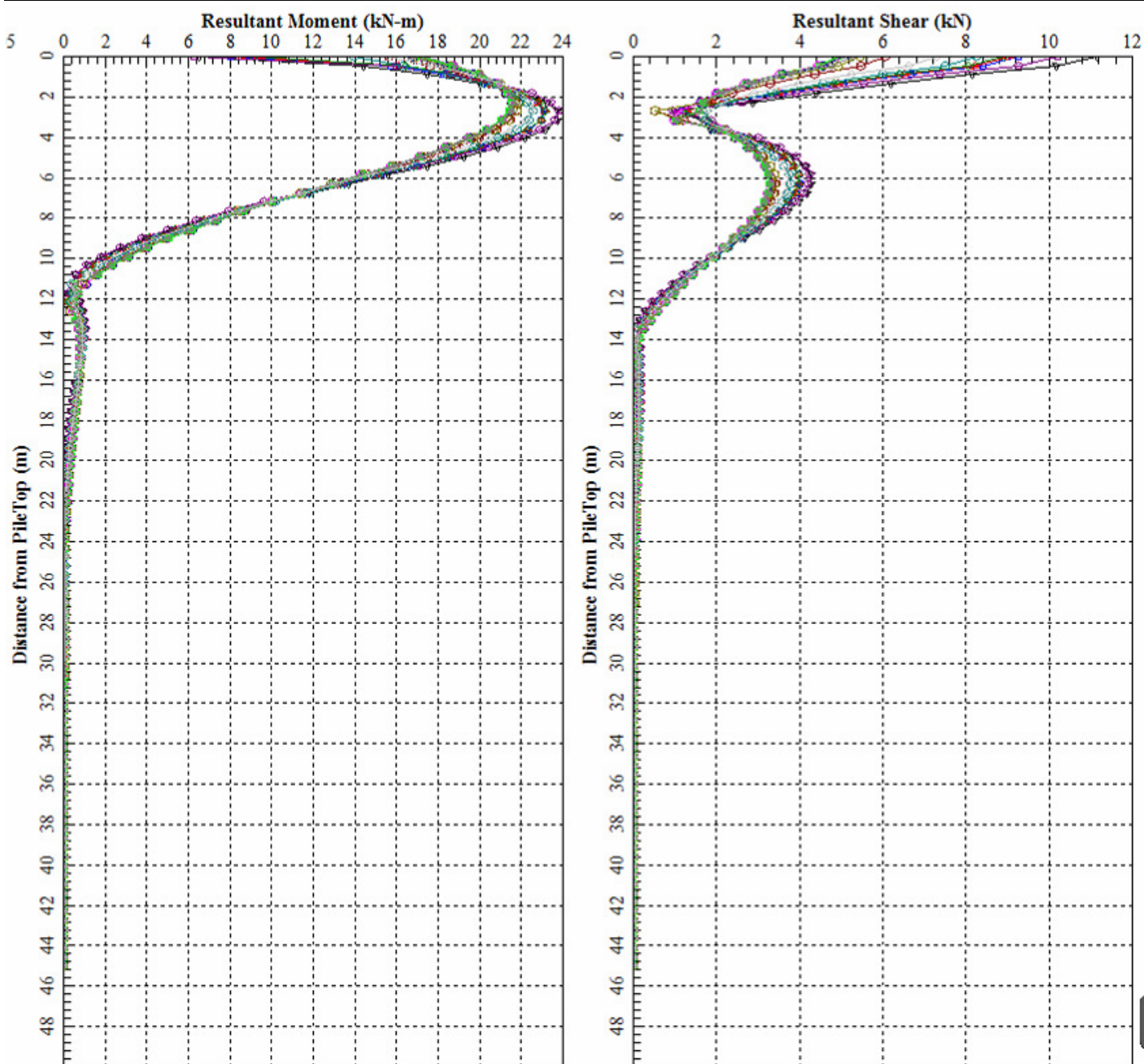


Figura 8-12 - Combinazioni SLE (QP – Freq – Rara):: Involuppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
29 di 78

### 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. [9] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 3.74E-03 \times 3.24 = 0.0121 \text{ m} = 12.11 \text{ mm.}$$

H plinto [m]						H pila [m]	
3						38.5	
						Spostamento a testa Pila	
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]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	3.24E-03	3.63E-04	4.30E-05	6.87E-06	-9.87E-05	4.46E-03	3.28E-04
2	3.26E-03	-5.91E-04	-2.27E-05	-3.73E-06	1.60E-04	-7.24E-03	-1.78E-04
3	3.24E-03	3.63E-04	4.30E-05	6.87E-06	-9.87E-05	4.46E-03	3.28E-04
4	3.26E-03	-5.91E-04	-2.27E-05	-3.73E-06	1.60E-04	-7.24E-03	-1.78E-04
5	3.27E-03	-5.63E-04	-2.48E-05	-4.06E-06	1.53E-04	-6.91E-03	-1.93E-04
6	3.24E-03	3.35E-04	4.51E-05	7.19E-06	-9.13E-05	4.12E-03	3.43E-04
7	3.27E-03	-5.63E-04	-2.48E-05	-4.06E-06	1.53E-04	-6.91E-03	-1.93E-04
8	3.24E-03	3.35E-04	4.51E-05	7.19E-06	-9.13E-05	4.12E-03	3.43E-04
9	3.21E-03	3.42E-04	4.43E-05	7.04E-06	-9.30E-05	4.20E-03	3.36E-04
10	3.15E-03	-5.84E-04	-2.30E-05	-3.78E-06	1.58E-04	-7.14E-03	-1.80E-04
11	3.14E-03	-2.90E-04	-1.34E-06	-2.84E-07	7.90E-05	-3.57E-03	-1.31E-05
12	3.26E-03	6.58E-05	2.06E-05	3.25E-06	-1.88E-05	8.47E-04	1.56E-04
13	3.25E-03	4.55E-04	4.98E-05	7.96E-06	-1.24E-04	5.59E-03	3.80E-04
14	3.27E-03	-6.83E-04	-2.95E-05	-4.83E-06	1.85E-04	-8.37E-03	-2.30E-04
15	3.25E-03	4.55E-04	4.98E-05	7.96E-06	-1.24E-04	5.59E-03	3.80E-04
16	3.27E-03	-6.83E-04	-2.95E-05	-4.83E-06	1.85E-04	-8.37E-03	-2.30E-04
17	3.23E-03	-5.72E-04	-1.95E-04	-3.43E-05	1.55E-04	-7.00E-03	-1.62E-03
18	3.24E-03	3.37E-04	1.49E-04	1.02E-05	-9.15E-05	4.13E-03	5.74E-04
19	3.23E-03	-5.72E-04	-1.95E-04	-3.43E-05	1.55E-04	-7.00E-03	-1.62E-03
20	3.21E-03	3.50E-04	2.15E-04	3.71E-05	-9.47E-05	4.28E-03	1.76E-03
21	3.21E-03	3.43E-04	4.47E-05	7.17E-06	-9.32E-05	4.21E-03	3.42E-04
22	3.15E-03	-5.85E-04	-2.32E-05	-3.90E-06	1.58E-04	-7.15E-03	-1.85E-04
23	3.11E-03	-2.78E-04	1.68E-04	2.95E-05	7.54E-05	-3.41E-03	1.39E-03
24	3.48E-03	6.82E-05	2.12E-05	3.47E-06	-1.98E-05	8.90E-04	1.65E-04
25	3.26E-03	9.68E-04	7.96E-05	1.30E-05	-2.53E-04	1.15E-02	6.21E-04
26	3.30E-03	-1.21E-03	-5.93E-05	-9.95E-06	3.16E-04	-1.43E-02	-4.72E-04
27	3.26E-03	9.71E-04	7.96E-05	1.31E-05	-2.56E-04	1.16E-02	6.21E-04
28	3.30E-03	-1.21E-03	-5.93E-05	-9.95E-06	3.22E-04	-1.46E-02	-4.72E-04
29	3.13E-03	-6.98E-04	-8.99E-04	-1.43E-04	1.86E-04	-8.43E-03	-6.82E-03
30	3.10E-03	4.93E-04	9.20E-04	1.44E-04	-1.31E-04	5.93E-03	6.91E-03
31	3.13E-03	-6.98E-04	-8.49E-04	-1.62E-04	1.86E-04	-8.44E-03	-7.57E-03
32	3.11E-03	4.93E-04	8.68E-04	1.64E-04	-1.31E-04	5.94E-03	7.67E-03
33	3.12E-03	4.19E-04	-4.03E-04	-7.26E-05	-1.13E-04	5.10E-03	-3.42E-03
34	3.06E-03	-6.46E-04	4.18E-04	7.51E-05	1.74E-04	-7.86E-03	3.53E-03
35	2.96E-03	-2.76E-04	7.58E-04	1.31E-04	7.33E-05	-3.32E-03	6.21E-03
36	3.74E-03	2.44E-04	2.67E-05	4.84E-06	-5.99E-05	2.73E-03	2.28E-04

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

B (y)	9.30	m	larghezza
L (z)	19.50	m	lunghezza
D	45.00	m	profondità
i	4.50	m	interasse pali
n°	14.00		numero pali
$E_G$	3.24		Coefficiente amplificativo del cedimento per effetto gruppo

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
30 di 78

### 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 8-13 e 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	1	8	11 688	295	332
<b>Min Compressione / Max Compressione</b>	3.60	1	7	308	416	34
<b>Massimo Momento</b>	3.15	14	4	10 507	646	16
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	14	5	10 166	461	388

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
31 di 78

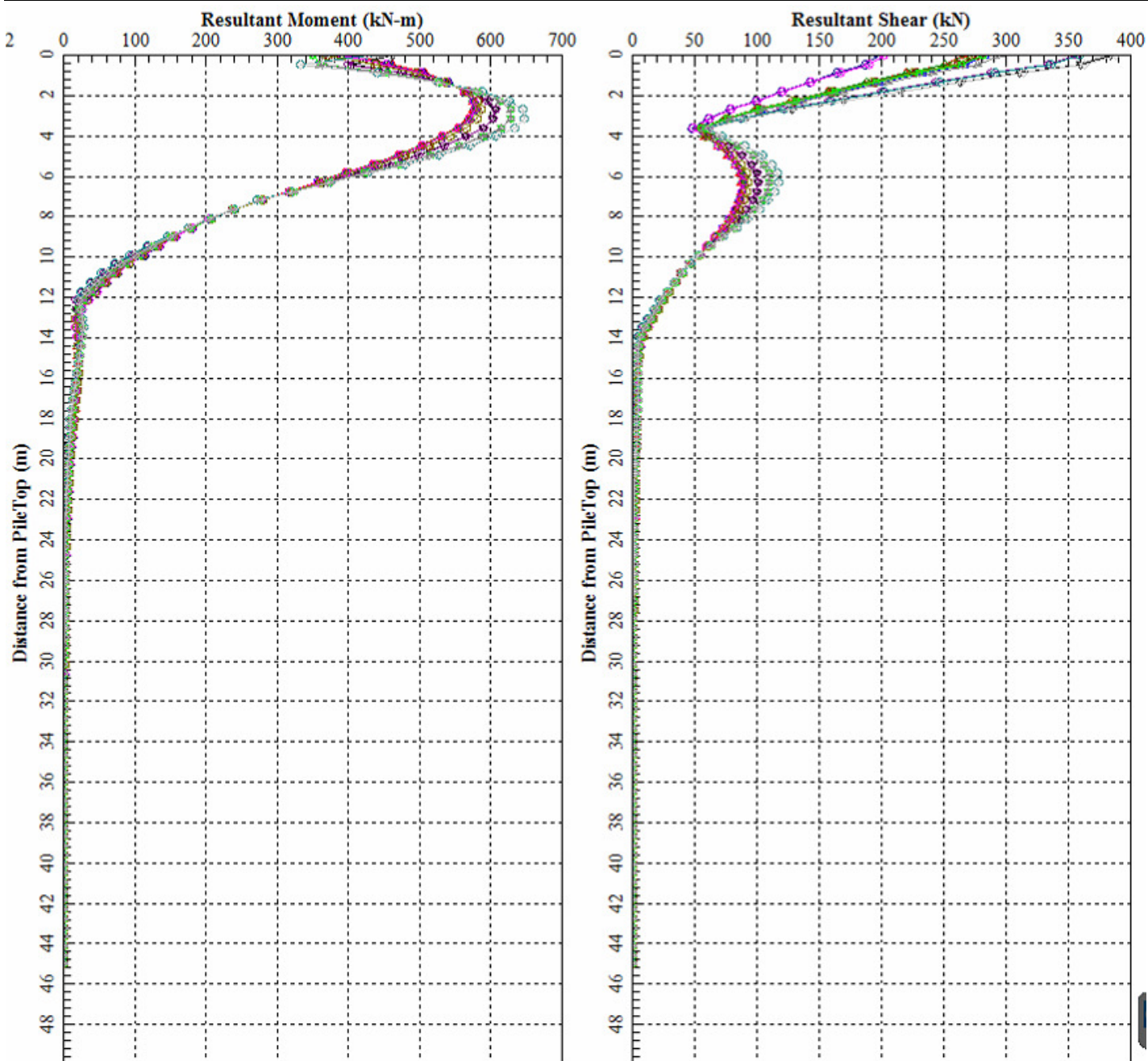


Figura 8-13 - Combinazione statica SLU: involucro massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

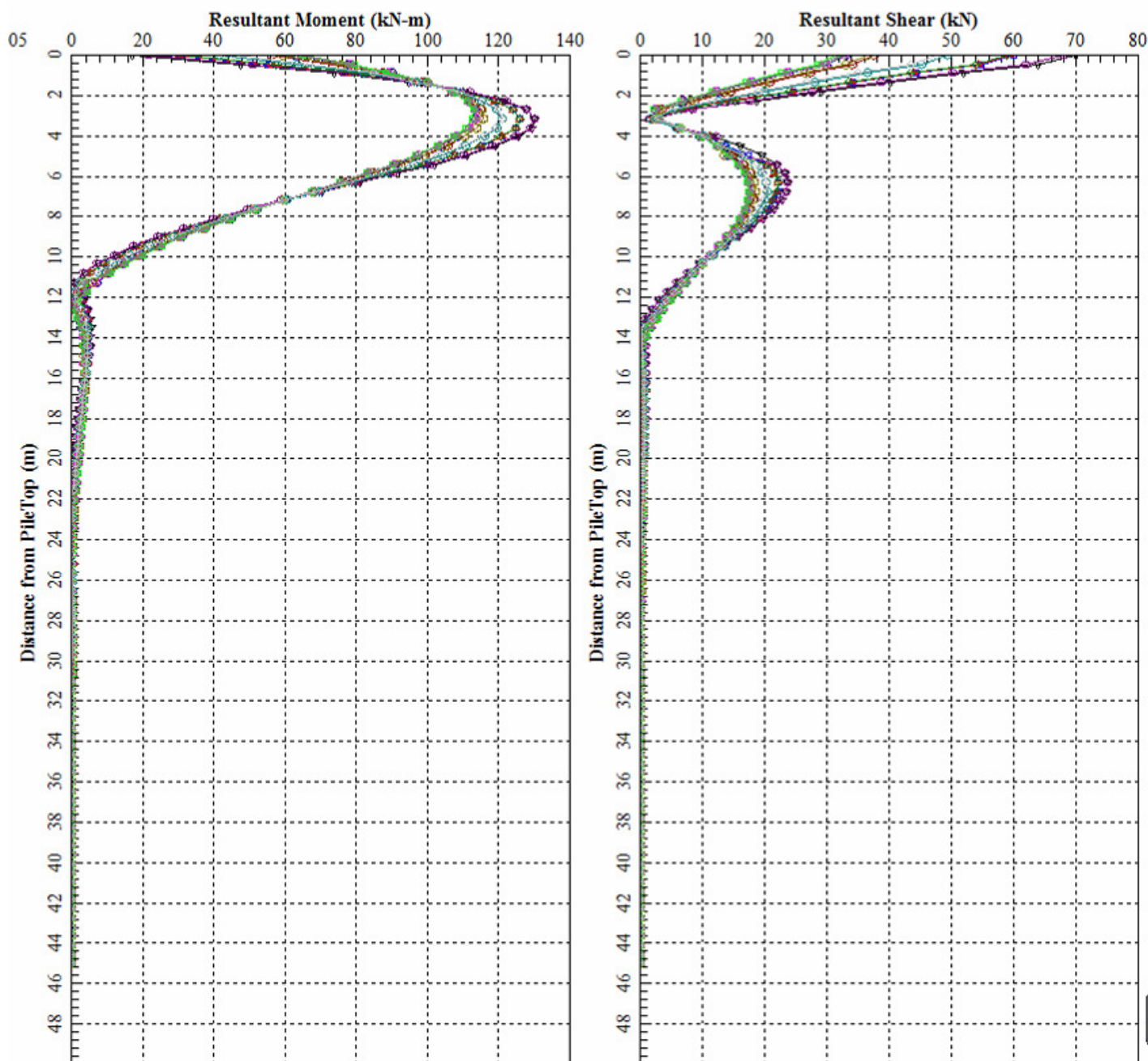


Figura 8-14 - Combinazione statica SLU: involucro minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

### 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. [9] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 5.35E-03 \times 3.24 = 0.0173 \text{ m} = 17.33 \text{ mm.}$$



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
33 di 78

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	3.63E-03	1.53E-03	1.16E-04	1.92E-05	-4.02E-04	1.82E-02	9.13E-04
2	4.72E-03	-1.90E-03	-9.36E-05	-1.64E-05	5.11E-04	-2.31E-02	-7.73E-04
3	3.63E-03	<b>1.53E-03</b>	1.16E-04	1.92E-05	<b>-4.07E-04</b>	<b>1.84E-02</b>	9.13E-04
4	4.72E-03	<b>-1.91E-03</b>	-9.36E-05	-1.64E-05	<b>5.20E-04</b>	<b>-2.35E-02</b>	-7.72E-04
5	3.43E-03	-1.01E-03	<b>-1.35E-03</b>	-2.18E-04	2.69E-04	-1.22E-02	-1.04E-02
6	4.39E-03	7.97E-04	<b>1.41E-03</b>	2.33E-04	-2.17E-04	9.79E-03	1.11E-02
7	3.44E-03	-1.01E-03	-1.29E-03	<b>-2.45E-04</b>	2.70E-04	-1.22E-02	<b>-1.15E-02</b>
8	4.41E-03	7.95E-04	1.34E-03	<b>2.61E-04</b>	-2.16E-04	9.77E-03	<b>1.22E-02</b>
9	4.43E-03	6.85E-04	-6.31E-04	-1.19E-04	-1.90E-04	8.56E-03	-5.58E-03
10	3.34E-03	-9.20E-04	6.28E-04	1.14E-04	2.49E-04	-1.12E-02	5.36E-03
11	<b>3.21E-03</b>	-3.55E-04	1.14E-03	2.00E-04	9.46E-05	-4.28E-03	9.43E-03
12	<b>5.35E-03</b>	4.04E-04	4.20E-05	8.29E-06	-1.04E-04	4.73E-03	3.86E-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 8-15 e 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	14	5	8 655	879	509
<b>Min Compressione / Max Compressione</b>	0.00	1	5	2 239	685	374
<b>Massimo Momento</b>	0.00	1	6	8 012	923	506
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	14	5	8 655	879	509

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
34 di 78

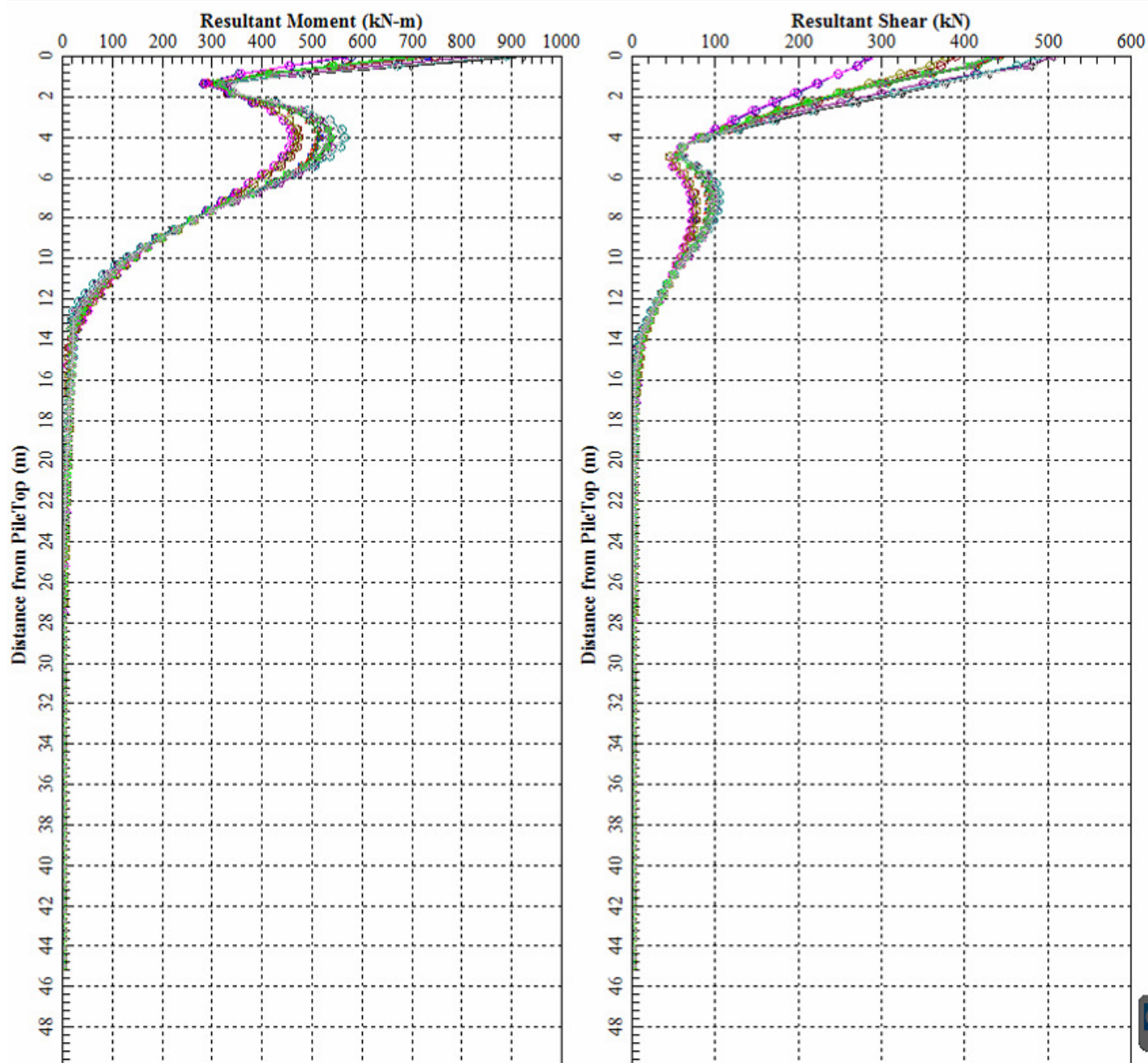


Figura 8-15 - Combinazione sismica SLV: Inviluppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

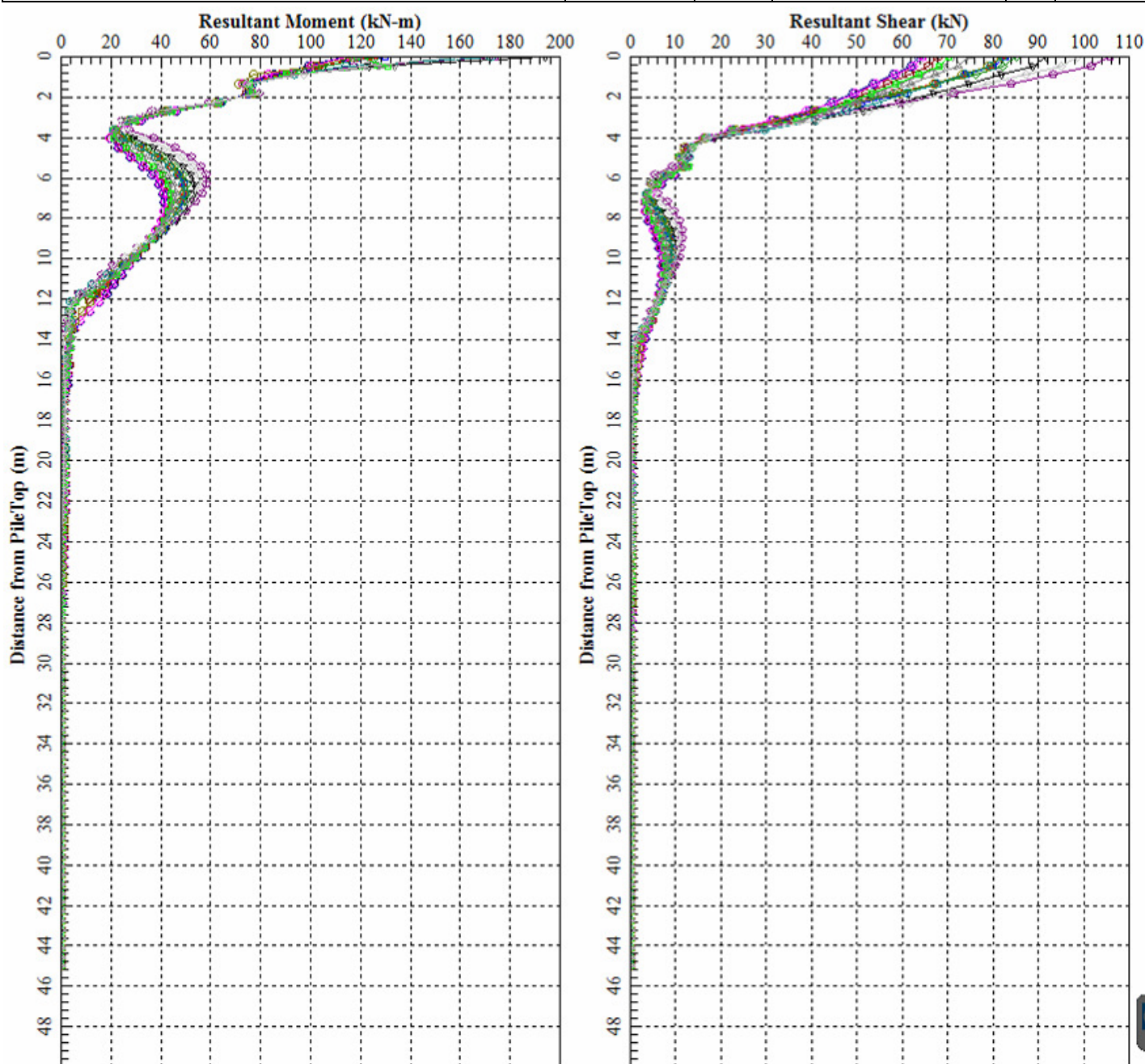


Figura 8-16 - Combinazione sismica SLV: Involuppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

#### 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. [9] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 3.28E-03 \times 3.24 = 0.0106272 \text{ m} = 10.63 \text{ mm.}$$

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
36 di 78

					Spostamento a testa Pila	
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]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
3.12E-03	<b>1.72E-03</b>	3.24E-04	2.87E-05	-3.16E-04	1.48E-02	1.51E-03
3.07E-03	<b>-1.74E-03</b>	-3.48E-04	-4.30E-05	3.26E-04	-1.53E-02	-2.13E-03
3.09E-03	1.66E-03	3.48E-04	3.20E-05	<b>-3.29E-04</b>	<b>1.53E-02</b>	1.68E-03
3.06E-03	-1.73E-03	-3.66E-04	-3.95E-05	<b>3.46E-04</b>	<b>-1.61E-02</b>	-2.00E-03
3.00E-03	-8.30E-04	<b>-1.35E-03</b>	-1.34E-04	1.77E-04	-8.17E-03	-6.90E-03
3.04E-03	7.05E-04	<b>1.45E-03</b>	1.41E-04	-1.58E-04	7.25E-03	7.29E-03
3.01E-03	-8.01E-04	-1.33E-03	<b>-1.36E-04</b>	1.70E-04	-7.85E-03	<b>-7.00E-03</b>
3.07E-03	6.91E-04	1.44E-03	<b>1.43E-04</b>	-1.55E-04	7.14E-03	<b>7.40E-03</b>
3.03E-03	5.46E-04	-8.10E-04	-5.82E-05	-1.13E-04	5.25E-03	-3.22E-03
3.00E-03	-1.14E-03	3.14E-04	3.39E-05	1.97E-04	-9.30E-03	1.72E-03
<b>2.75E-03</b>	-4.43E-04	3.30E-04	3.10E-05	9.25E-05	-4.28E-03	1.62E-03
<b>3.28E-03</b>	-9.39E-05	2.46E-04	9.17E-06	-2.22E-05	8.28E-04	6.26E-04

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
37 di 78

## 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. [9]§ 5-9.2.2; vedasi anche la relazione Rif. [10].

In Figura 9-1 si riporta, per i pali di lunghezza 45.0 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
45	20 833	16 666	9 078	1 193	28 718	13 061

TRAZIONE					
DA2. Capacità portante trazione A1+M1+R3					
L m	$R_{t,s,cal}$ kN	$R_{b,cal}$ kN	$W'_p$ kN	$R_{t,calc}$ kN	$R_{t,d}$ kN
45	16 666		1 193	17 859	9 036

**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]	11 688 (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	8 629 (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	11 688 (SLU)	≤	13 061	VERIFICATO
Massima trazione	- (SLU)	≤	9 036	VERIFICATO
Massima compressione esercizio	8 629 (SLE)	≤	16 666	VERIFICATO

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



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
38 di 78

### VI01-P8 - DA2 - Capacità Portante A1+M1+R3 - Palo diametro 1500mm

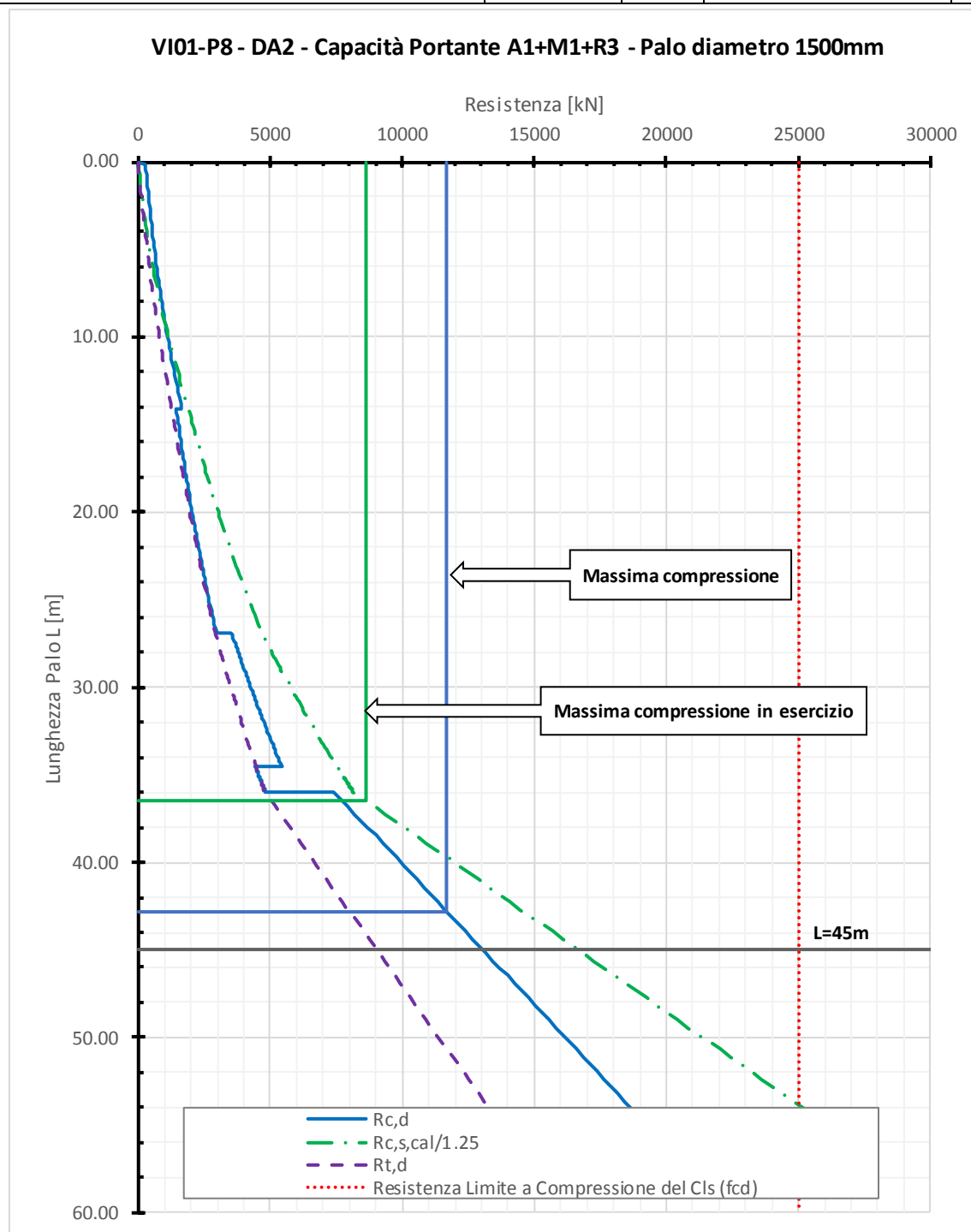


Figura 9-1 - Curve di capacità portante del palo singolo

## 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. [9]§ 7.1.

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

Foglio  
39 di 78

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

### A1+M1+R3

B (y)	9.30	m	larghezza
L (z)	19.50	m	lunghezza
D	45.00	m	profondità
$\varnothing$	1.50	m	diametro palo
Area	1.77	m <sup>2</sup>	area palo
n°	14		numero pali
$\gamma_{R, \text{cap. port.}}$	2.30		coefficiente di sicurezza globale per capacità portante

#### Strato 1: DG

14.1 m

$\varphi_{\text{laterale}}$	30.00	°	angolo di resistenza al taglio
$k_0$	0.5		coefficiente di spinta a riposo
$\sigma'_v$	125.39	kPa	pressione verticale efficace media sulle superficie laterale
$s_{\text{block}}$	0.81		fattore di forma
$q_{s,k}$	29	kPa	portanza laterale
$A_{s1}$	812	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 2: DAL

12.8 m

$s_{\text{block}}$	0.81		fattore di forma
$c_{u,s,k}$	65	kPa	coesione non drenata
$q_{s,k}$	53	kPa	portanza laterale
$A_{s2}$	737	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 3: DG

7.6 m

$\varphi_{\text{laterale}}$	30.00	°	angolo di resistenza al taglio
$k_0$	0.5		coefficiente di spinta a riposo
$\sigma'_v$	343.15	kPa	pressione verticale efficace media sulle superficie laterale
$s_{\text{block}}$	0.81		fattore di forma
$q_{s,k}$	80	kPa	portanza laterale
$A_{s3}$	438	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 4: ARGalt

1.45 m

$\xi_3$	1.00	-	fattore di confidenza
$s_{\text{block}}$	0.81		fattore di forma
$q_s$	112.4	kPa	adesione laterale palo singolo
$q_{s,k}$	91	kPa	portanza laterale caratteristica
$A_{s4}$	84	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 5: ARG

9.05 m

$\xi_3$	1.00	-	fattore di confidenza
$s_{\text{block}}$	0.81		fattore di forma
$q_s$	250	kPa	adesione laterale palo singolo
$q_{s,k}$	202	kPa	portanza laterale caratteristica
$A_{s5}$	521	m <sup>2</sup>	area laterale
$q_b$	5064	kPa	portanza limite palo singolo alla base
$q_{b,k}$	5064		portanza alla base caratteristica
$A_b$	181	m <sup>2</sup>	area della base
$R_{\text{block,c,d}}$	490 902	kN	resistenza di progetto

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
40 di 78

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>	121 377 (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. [9] § 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	15 000 [kN]
<b>V<sub>rdy</sub> (-)</b>	Taglio resistente in direzione -y	-15 000 [kN]
<b>V<sub>rdz</sub> (+)</b>	Taglio resistente in direzione +z	15 000 [kN]
<b>V<sub>rdz</sub> (-)</b>	Taglio resistente in direzione -z	-15 000 [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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
41 di 78

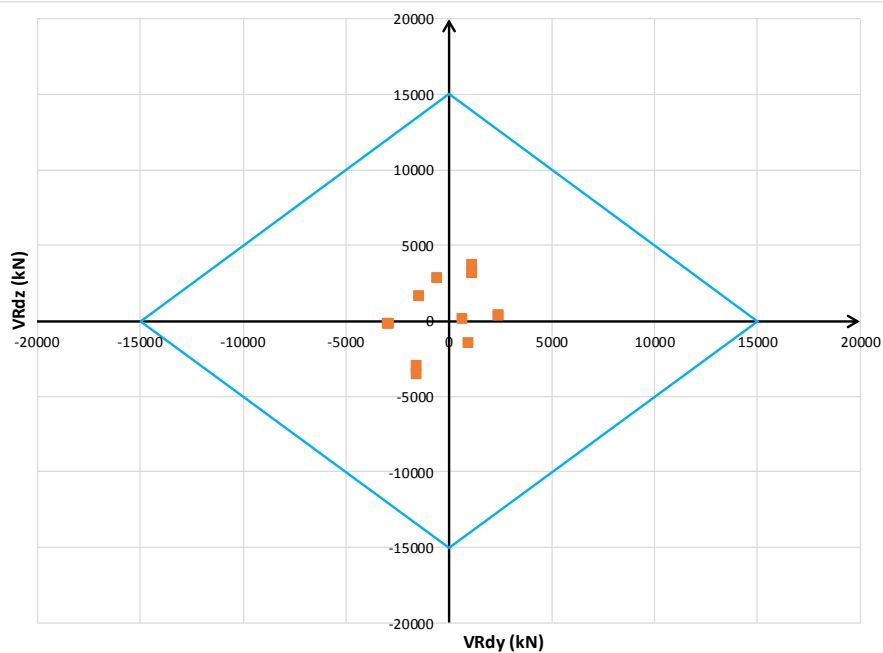


Figura 9-2 - Dominio di resistenza per la verifica alle azioni orizzontali per combinazione SLU

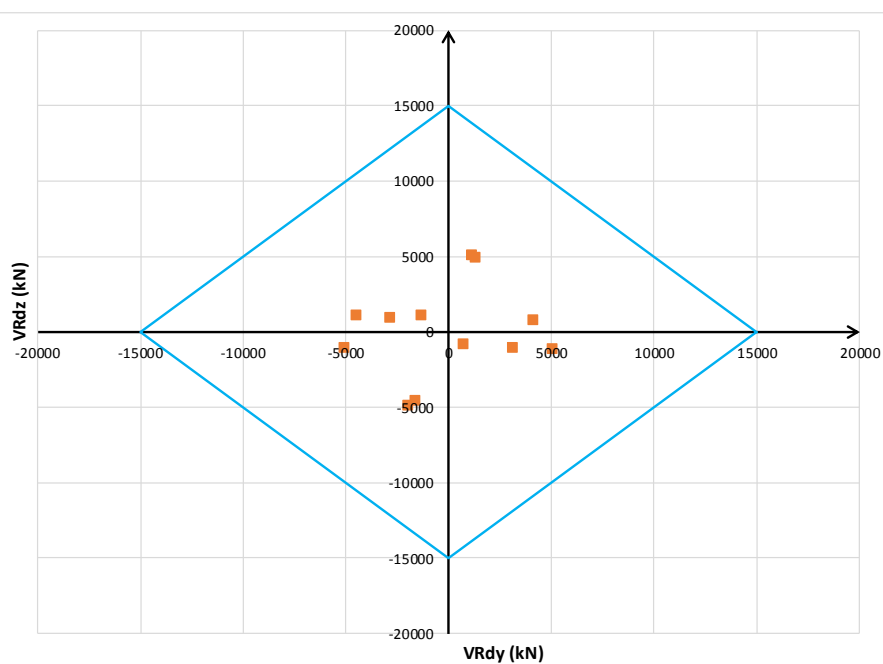


Figura 9-3 - Dominio di resistenza per la verifica alle azioni orizzontali per combinazione SLV

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
42 di 78

## 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.

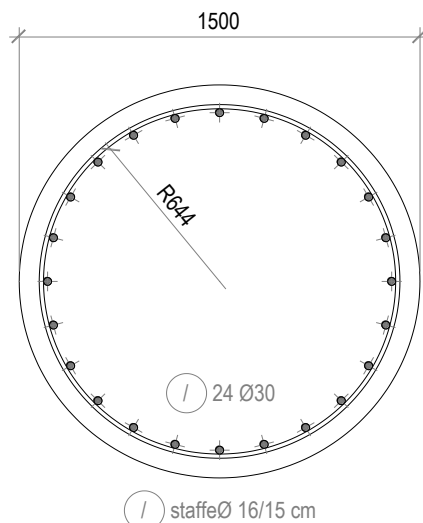


Figura 10-1 - Armatura palo.

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	4.70	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. [21]).

### 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. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

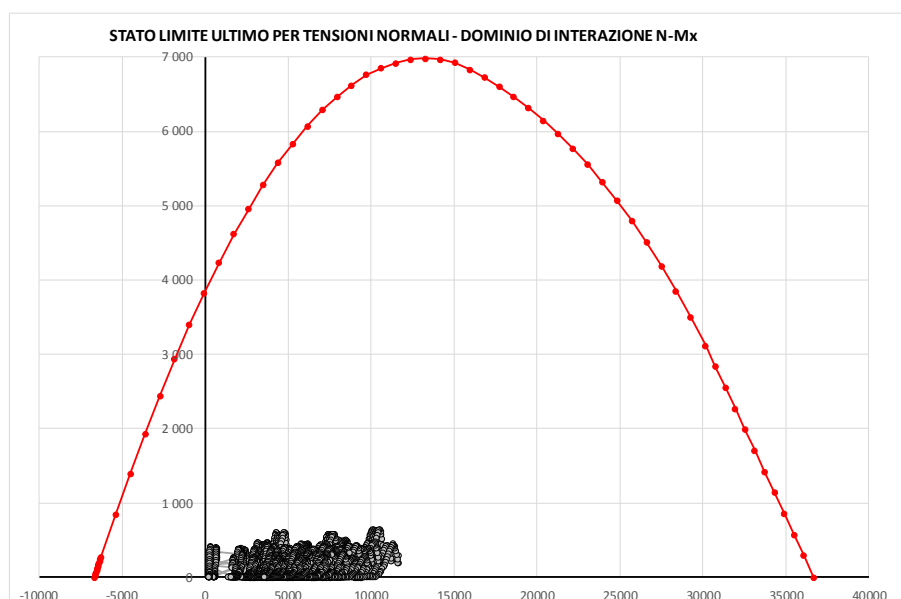
Foglio  
43 di 78

	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	FS [-]
<b>Massima Compressione</b>	1	8	11 688	295	23.50
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	1	7	308	416	9.59
<b>Massimo Momento</b>	14	4	10 507	646	10.58
<b>Massimo Taglio</b>	14	5	10 166	461	14.76

**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 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<sub>sd</sub>: sollecitazione di taglio agente nella sezione di interesse;
- V<sub>Rd</sub>: resistenza a taglio di progetto;

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
44 di 78

- 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	1	8	332	2 409	7.25
Min Compressione / Max Trazione	1	7	34	2 974	86.47
Massimo Momento	14	4	16	2 450	150.56
Massimo Taglio	14	5	388	2 462	6.34

**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	14	5	8 655	879	6.36
Min Compressione / Max Trazione	1	5	2 239	685	5.29
Massimo Momento	1	6	8 012	923	6.04
Massimo Taglio	14	5	8 655	879	6.32

**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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
45 di 78

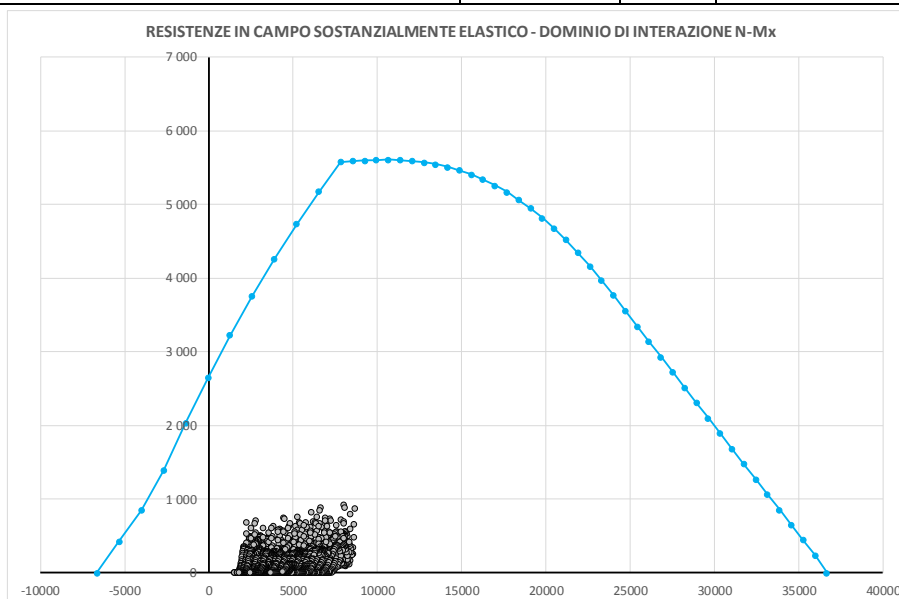


Figura 10-3– Dominio di interazione N-M per la combinazione SLV in campo sostanzialmente elastico

#### 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	14	5	509	2 430	4.77
Min Compressione / Max Trazione	1	5	374	2 645	7.07
Massimo Momento	1	6	506	2 454	4.85
Massimo Taglio	14	5	509	2 430	4.77



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. NG1200E09CLVI0102C08B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 46 di 78

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. [9]);
- $w_k$ : 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	14	17	6 952	70	0.20	0.00	49.30
Min. Compressione / Max. Trazione	1	17	3 928	184	0.20	0.00	23.20
Massimo Momento	14	14	6 579	230	0.20	0.00	41.40
Massimo Taglio	14	14	6 786	65	0.20	0.00	48.30

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	14	2	6 616	56	0.20	0.00
Min. Compressione / Max. Trazione	1	10	4 225	184	0.20	0.00
Massimo Momento	14	2	6 412	199	0.20	0.00
Massimo Taglio	14	2	6 616	56	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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
47 di 78

- $\sigma_{s,max}$ : 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	14	31	8 629	196	4.76	3.78	57.70
Min. Compressione / Max. Trazione	1	31	1 594	282	1.49	0.09	2.80
Massimo Momento	14	28	7 460	401	4.69	2.69	42.50
Massimo Taglio	14	29	8 374	316	4.93	3.36	52.00

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	14	2	6 616	56	3.41	3.13	47.30
Min. Compressione / Max. Trazione	1	10	4 225	184	2.55	1.63	25.40
Massimo Momento	14	2	6 412	199	3.67	2.68	41.20
Massimo Taglio	14	2	6 616	56	3.41	3.13	47.30

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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
48 di 78

## 11 TABULATI DI INPUT MODELLI GROUP

Di seguito si riportano i tabulati di input dei modelli sviluppati con il software Group (vedasi Rif. [20])

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

```

VI01 - Pila 08
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 3 0 0 0
* Load Cases
12 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V2max-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 1 0 0 1 1
1
85059 2480 -97440 314 14710 -27 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V2min-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 1 0 0 1 1
1
107345 -2935 116983 -244 -12042 28 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-M3max-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 1 0 0 1 1
1
85059 2443 -98807 314 14710 -27 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-M3min-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 1 0 0 1 1
1
107345 -2870 119394 -244 -12042 28 0 0 0
0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
49 di 78

```

0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V3max-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
80256 -1508 66272 -3623 -169092 -47 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V3min-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
100804 1136 -51003 3671 171234 47 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-M2max-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
80256 -1508 66272 -3031 -192261 -47 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-M2min-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
100804 1136 -51003 3075 194483 47 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
102489 975 -44128 -1523 -87592 -115 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
50 di 78

```
P8-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
79215 -1401 61603 1579 89615 115 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-Pmax-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
75934 -518 23583 2833 158120 69 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
121377 680 -22600 99 5774 -6 0 0 0
0
0
* Load Combinations
0 0 0 1 0
* Distributed Load Sets
0
* Pile Group Configuration
14
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 0 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 6.75 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 2.25 0 90 0 -3
```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
51 di 78

```

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -2.25 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -6.75 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 0 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -9 0 90 0 -3
* Pile Properties
1
0 1
100 45 2
0 45 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
-3 0.01
2 10
19 3000 32 16300 600000 0.0005 0 1 1 0
19 3000 32 16300 600000 0.0005 0 1 1 0
1 8
0.01 14.1
2 10
9.5 3000 30 25000 600000 0.0005 0 17 366 0
9.5 3000 30 25000 600000 0.0005 0 55.4 1191 0
2 2
14.1 26.9
2 10
9 65 32 55000 5000000 0.007 30 44.1 918 0
9 65 32 55000 5000000 0.007 30 70.6 1161 0
3 8
26.9 34.5
2 10
9.5 2000 30 25000 800000 0.0005 25 88.6 1907 0
9.5 2000 30 25000 800000 0.0005 25 109.5 2355 0
4 9
34.5 35.95

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08



Rev.  
B

Foglio  
52 di 78

```

2 10
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1049 0
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1093 0
5 9
35.95 57
2 10
16.5 8000 0 0 400000 0.0005 80 250 4468 0
16.5 8000 0 0 400000 0.0005 80 250 5117 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. NG1200E09CLVI0102C08B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C08	Rev. B	Foglio 53 di 78

## 11.2 Tabulati di input modelli SLU, combinazioni sismiche

```

VI01 - Pila 08
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 3 0 0 0
* Load Cases
12 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78385 5104 -85305 -1180 -9537 -15 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77216 -5021 85290 -1127 -23332 13 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78695 4166 -97449 734 -637 -31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77763 -4434 100877 1047 14888 9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
54 di 78

```

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
78415 -1891 54955 -4940 -92274 8 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77058 1162 -29285 5061 94709 16 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78161 -1555 41795 -4588 -96861 -2 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
76825 1383 -30961 4914 95257 20 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77139 3191 -45138 -1087 -11868 -73 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
55 di 78

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

75380 -2771 57303 895 8363 72 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P8-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

70566 -1267 23958 1050 12437 19 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P8-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

83601 792 6572 -824 -5987 6 0 0 0

0

0

\* Load Combinations

0 0 0 1 0

\* Distributed Load Sets

0

\* Pile Group Configuration

14

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 9 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 4.5 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 0 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 -4.5 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 -9 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 6.75 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 2.25 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 -2.25 0 90 0 -3

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
56 di 78

```

0 0 1 1 1 1 1
0 0 -6.75 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 0 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -9 0 90 0 -3
* Pile Properties
1
0 1
100 45 2
0 45 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
-3 0.01
2 10
19 3000 32 16300 600000 0.0005 0 1 1 0
19 3000 32 16300 600000 0.0005 0 1 1 0
1 8
0.01 14.1
2 10
9.5 3000 30 25000 600000 0.0005 0 17 366 0
9.5 3000 30 25000 600000 0.0005 0 55.4 1191 0
2 2
14.1 26.9
2 10
9 65 32 55000 5000000 0.007 30 44.1 918 0
9 65 32 55000 5000000 0.007 30 70.6 1161 0
3 8
26.9 34.5
2 10
9.5 2000 30 25000 800000 0.0005 25 88.6 1907 0
9.5 2000 30 25000 800000 0.0005 25 109.5 2355 0
4 9
34.5 35.95
2 10
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1049 0
16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1093 0
5 9

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
57 di 78

35.95 57  
2 10  
16.5 8000 0 0 400000 0.0005 80 250 4468 0  
16.5 8000 0 0 400000 0.0005 80 250 5117 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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
58 di 78

### 11.3 Tabulati di input modelli SLE

```

VI01 - Pila 08
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 3 0 0 0
* Load Cases
36 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77823 556 -24721 120 5392 -9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78112 -911 40023 -62 -2935 9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77823 556 -24721 120 5392 -9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78112 -911 40023 -62 -2935 9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
59 di 78

```

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
78185 -868 38175 -68 -3189 9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77750 513 -22870 126 5646 -9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78185 -868 38175 -68 -3189 9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77750 513 -22870 126 5646 -9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77068 525 -23363 124 5541 -9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
60 di 78

```

0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
75637 -907 39791 -63 -2993 10 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
75589 -445 19962 -3 -230 4 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78284 90 -4749 58 2547 -3 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V2max-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
77791 698 -30969 139 6249 -10 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V2min-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
78151 -1054 46276 -81 -3793 11 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77791 698 -30969 139 6249 -10 0 0 0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
61 di 78

```

0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78151 -1054 46276 -81 -3793 11 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V3max-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
77432 -882 38773 -508 -27152 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77750 513 -22918 568 7084 -9 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77432 -882 38773 -508 -27152 0 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
76996 533 -23775 563 29458 1 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100

```



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
62 di 78

```

0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77068 525 -23410 124 5652 -30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
75637 -907 39836 -63 -3100 30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-Pmax-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
74836 -424 19087 434 23618 13 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
83050 90 -4913 58 2678 -3 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77661 1601 -62707 218 10218 -18 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-V2min-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
63 di 78

```

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
78310 -1978 78108 -160 -7775 18 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
77661 1574 -63720 218 10218 -18 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
78310 -1930 79893 -160 -7775 18 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
74459 -1061 46664 -2450 -112508 -31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
73949 741 -32885 2494 114212 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
64 di 78

```

1
74459 -1061 46664 -2011 -129671 -31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
73949 741 -32885 2053 131433 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
74857 636 -28421 -1013 -58123 -81 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
73336 -998 43915 1063 60196 81 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-Pmax-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
71079 -409 18592 1899 105871 46 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P8-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
88717 445 -14159 68 3688 -4 0 0 0
0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
65 di 78

```

0
* Load Combinations
0 0 0 1 0
* Distributed Load Sets
0
* Pile Group Configuration
14
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 0 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 6.75 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 2.25 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -2.25 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -6.75 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 9 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 0 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -4.5 0 90 0 -3
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -9 0 90 0 -3
* Pile Properties
1
0 1
100 45 2
0 45 1
* Pile Cross Sections
1
0 0 1 0
Ø1500

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
66 di 78

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

-3 0.01

2 10

19 3000 32 16300 600000 0.0005 0 1 1 0

19 3000 32 16300 600000 0.0005 0 1 1 0

1 8

0.01 14.1

2 10

9.5 3000 30 25000 600000 0.0005 0 17 366 0

9.5 3000 30 25000 600000 0.0005 0 55.4 1191 0

2 2

14.1 26.9

2 10

9 65 32 55000 5000000 0.007 30 44.1 918 0

9 65 32 55000 5000000 0.007 30 70.6 1161 0

3 8

26.9 34.5

2 10

9.5 2000 30 25000 800000 0.0005 25 88.6 1907 0

9.5 2000 30 25000 800000 0.0005 25 109.5 2355 0

4 9

34.5 35.95

2 10

16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1049 0

16.5 2000 0 55000 138000 0.0005 15 112.4 1093 0

5 9

35.95 57

2 10

16.5 8000 0 0 400000 0.0005 80 250 4468 0

16.5 8000 0 0 400000 0.0005 80 250 5117 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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
67 di 78

1 1  
0 0  
\* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth  
1  
1 1  
0 1 1  
\* End of file

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
68 di 78

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

### 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	11688.00	295.00	332.00	0.00



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C08

Rev.  
B

Foglio  
69 di 78

2	308.00	416.00	34.00	0.00
3	10507.00	646.00	16.00	0.00
4	10166.00	461.00	388.00	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	11688.00	295.00	11687.93	6935.20	23.509	-9	---	---	169.6 (53.0)
2	S	308.00	416.00	308.05	3991.77	9.596	43.0	---	---	169.6 (53.0)
3	S	10507.00	646.00	10507.07	6838.33	10.586	3.5	---	---	169.6 (53.0)
4	S	10166.00	461.00	10165.77	6805.65	14.763	4.7	---	---	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	0.00301	64.4	-0.00293	-64.4
2	0.00350	75.0	0.00234	64.4	-0.01176	-64.4
3	0.00350	75.0	0.00298	64.4	-0.00332	-64.4
4	0.00350	75.0	0.00297	64.4	-0.00344	-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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
70 di 78

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	332.00	4577.48	2409.34	136.0 91.9	2.500	1.250	3.7
2	S	34.00	4031.25	2974.42	120.0 113.4	2.500	1.010	0.3
3	S	16.00	4673.79	2450.66	136.5 93.4	2.500	1.250	0.2
4	S	388.00	4701.17	2462.44	136.7 93.9	2.500	1.250	4.2

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
71 di 78

## 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 sismicit : 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 cm<sup>2</sup>)  
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	8655.00	879.00	509.00	0.00
2	2239.00	685.00	374.00	0.00
3	8012.00	923.00	506.00	0.00
4	8655.00	879.00	509.00	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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
72 di 78

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 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	8655.00	879.00			6.362	1.3	---	---	169.6 (53.0)
2	S	2239.00	685.00			5.297	21.9	---	---	169.6 (53.0)
3	S	8012.00	923.00			6.047	3.9	---	---	169.6 (53.0)
4	S	8655.00	879.00			6.362	1.3	---	---	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	0.00200	75.0	0.00171	64.4	-0.00179	-64.4
2	0.00120	75.0	0.00096	64.4	-0.00196	-64.4
3	0.00200	75.0	0.00170	64.4	-0.00192	-64.4
4	0.00200	75.0	0.00171	64.4	-0.00179	-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	509.00	4627.56	2430.80	136.3  92.7	2.500	1.250	5.6
2	S	374.00	4326.75	2645.09	136.2  100.9	2.500	1.075	3.8
3	S	506.00	4682.63	2454.46	136.6  93.6	2.500	1.250	5.5
4	S	509.00	4627.56	2430.80	136.3  92.7	2.500	1.250	5.6

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
73 di 78

## 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	8629.00	196.00
2	1594.00	282.00
3	7460.00	401.00
4	8374.00	316.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
74 di 78

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	4.76	-75.0	3.78	75.0	57.7	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	1.49	-75.0	0.09	75.0	2.8	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	4.69	-75.0	2.69	75.0	42.5	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	4.93	-75.0	3.36	75.0	52.0	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	0.00028	0.00036		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00001	0.00011		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00020	0.00035		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00025	0.00037		----	----	----	----	----	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
75 di 78

### 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	6952.00	70.00 (0.00)
2	3928.00	184.00 (0.00)
3	6579.00	230.00 (0.00)
4	6786.00	65.00 (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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
76 di 78

## 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	3.61	-75.0	3.26	75.0	49.3	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	2.40	-75.0	1.48	75.0	23.2	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	3.83	-75.0	2.68	75.0	41.4	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	3.52	-75.0	3.19	75.0	48.3	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 (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	0.00024	0.00027		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00011	0.00018		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00020	0.00029		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00024	0.00026		----	----	----	----	----	0.00



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
77 di 78

### 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	6616.00	56.00 (0.00)
2	4225.00	184.00 (0.00)
3	6412.00	199.00 (0.00)
4	6616.00	56.00 (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. NG1200E09CLVI0102C08B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C08

Rev.  
B

Foglio  
78 di 78

### 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	3.41	-75.0	3.13	75.0	47.3	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	2.55	-75.0	1.63	75.0	25.4	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	3.67	-75.0	2.68	75.0	41.2	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	3.41	-75.0	3.13	75.0	47.3	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	0.00023	0.00026		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00012	0.00019		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00020	0.00028		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00023	0.00026		----	----	----	----	----	0.00