

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65
0 - GENERALE E GEOTECNICA
GENERALE
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Febbraio 2021	Valido per costruzione ing. Luca ZACCARIA iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n. A1206 Data: Febbraio 2021		

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

IN17 10 Y I2 CL VI1800 001 A - - - Di - - -

		VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
		Firma	Data
		ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	Recepimento prescrizioni Del. CIPE n. 84/2017	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Giovanni MALAVENDA	Febbraio 2021	
								Data: Febbraio 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710YI2CLVI1800001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 187

INDICE

1	PREMESSA.....	5
1.1	OGGETTO	5
1.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
1.3	DATI GENERALI.....	7
1.4	ELABORATI DI RIFERIMENTO	8
1.5	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	9
1.6	MATERIALI E PRESCRIZIONI RELATIVE	10
1.6.1	Calcestruzzo	10
1.6.2	Acciaio	11
1.7	CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	12
2	AZIONI SULLE STRUTTURE	12
2.1	Carichi trasmessi dagli impalcati	12
2.2	Carichi diretti sulle sottostrutture	12
3	ANALISI DEI CARICHI	13
3.1	PERMANENTI STRUTTURALI	13
3.2	PERMANENTI PORTATI.....	13
3.3	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI.....	15
3.4	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI.....	16
3.4.1	Frenatura e avviamento	16
3.4.2	Serpeggio.....	17
3.4.3	Forza centrifuga	17
3.5	VENTO.....	18
3.6	AZIONI TERMICHE	19
3.7	AZIONE SISMICA.....	20
3.8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	24
3.8.1	Gruppi di carico.....	25
3.8.2	Combinazione SLU.....	27
3.9	Combinazione SLE	27
4	MODELLAZIONE	27
4.1	PILE	29
4.2	IMPALCATI	30
4.3	APPOGGI	31
4.4	SPALLE	31
5	ANALISI DINAMICA	32
6	SOTTOSTRUTTURE	35
6.1	PILA 1	38
6.1.1	Fusto.....	38

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 187

6.1.1.1	Stato di sollecitazione	38
6.1.1.2	Verifiche SLU - Flessione	39
6.1.1.3	Verifiche SLU – Taglio	41
6.1.1.4	Verifiche SLE – Tensionale	47
6.1.2	Platea di fondazione	48
6.1.2.1	Stato di sollecitazione	48
6.1.2.2	Verifiche SLU – Flessione	56
6.1.2.3	Verifiche SLU – Taglio	57
6.1.2.4	Verifiche SLE – Fessurazione	59
6.1.2.5	Verifiche SLE – Tensionale	60
6.1.3	Pali	62
6.1.3.1	Stato di sollecitazione	62
6.1.3.2	Verifiche SLU – Flessione	63
6.1.3.3	Verifiche SLU – Taglio	63
6.1.3.4	Verifiche SLE – Fessurazione	66
6.1.3.5	Verifiche SLE – Tensionale	66
6.1.3.6	Verifiche portanza palo	68
6.2	SPALLE	69
6.2.1	Riepilogo dati (Summary of data)	69
6.2.2	Riepilogo risultati (Summary of results)	71
6.2.3	Calcolo delle sollecitazioni (Stress on the wall)	73
6.2.4	Verifica delle sezioni	74
6.2.5	SPALLA A	75
6.2.5.1	Muro frontale	76
6.2.5.1.1	Dati di Input	76
6.2.5.1.2	Risultati	79
6.2.5.1.3	Caratteristiche azioni	81
6.2.5.1.4	Stato di sollecitazione	86
6.2.5.1.5	Verifiche sezione base muro	95
6.2.5.1.6	Verifiche sezione platea di fondazione	97
6.2.5.2	Muro andatore	99
6.2.5.2.1	Dati di Input	99
6.2.5.2.2	Risultati	102
6.2.5.2.3	Caratteristiche azioni	103
6.2.5.2.4	Stato di sollecitazione	107
6.2.5.2.5	Verifiche sezione base muro	117
6.2.5.3	Pali	119
6.2.5.3.1	Verifiche SLU – Flessione	120
6.2.5.4	Verifiche SLE – Tensionale	123

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 187	

6.2.5.4.1	Verifiche SLU – Taglio	125
6.2.5.5	Verifiche portanza palo	127
6.2.6	SPALLA B	128
6.2.6.1	Muro frontale	129
6.2.6.1.1	Dati di Input	129
6.2.6.1.2	Risultati	132
6.2.6.1.3	Caratteristiche azioni	134
6.2.6.1.4	Stato di sollecitazione	139
6.2.6.1.5	Verifiche sezione base muro	148
6.2.6.1.6	Verifiche sezione platea di fondazione	150
6.2.6.2	Muro andatore	152
6.2.6.2.1	Dati di Input	152
6.2.6.2.2	Risultati	155
6.2.6.2.3	Caratteristiche azioni	156
6.2.6.2.4	Stato di sollecitazione	160
6.2.6.2.5	Verifiche sezione base muro	170
6.2.6.3	Pali	172
6.2.6.3.1	Verifiche SLU – Flessione	173
6.2.6.4	Verifiche SLE – Tensionale	176
6.2.6.4.1	Verifiche SLU – Taglio	178
6.2.6.5	Verifiche portanza palo	180
7	APPARECCHI DI APPOGGIO	181
7.1	SPOSTAMENTI	181
7.2	CORSA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO MOBILI	182
7.3	ESCURSIONE DEI GIUNTI	183
7.4	SOLLECITAZIONI	184
7.4.1	Condizione Statica	184
7.4.2	Condizione Sismica	184
7.4.3	Schede appoggi RFI	186

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 187	

1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto in esito alle istruttorie e tavoli tecnici con il Committente, quindi a seguito delle specifiche richieste di integrazioni durante la fase di istruttoria e da ultimo per il recepimento del quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo da parte del Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017, in particolare è stata recepita la Prescrizione n 29 vedi allegato 1.

Il presente documento inoltre si riferisce all'intero 1° Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza ricompreso tra le progressive pk. 0+000 e pk. 44+250.

Il suddetto Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza, fino alla pk. 44+250, è costituito dall'unione dei sublotti: il primo (SL01) da Verona (pk. 0+000) a Montebello Vicentino (pk. 32+525) a Bivio Vicenza (pk. 44+250) al fine di consentire l'innesto della linea AV/AC sulla linea storica esistente.

1.1 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto la verifica strutturale delle opere previste per la realizzazione del Viadotto "Grena", nell'ambito della progettazione definitiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona – Padova, relativo al 1° Sub-lotto Verona – Montebello Vicentino.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 187

1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il viadotto ha una lunghezza complessiva di 72,0 m tra le progressive 18+840.65 e 18+912.65, ed è composto da 2 campate di luce pari a 25,0 m e di 1 pari a 22,0 m. L'impalcato da 25 m è costituito da 4 travi prefabbricate in c.a.p. e dal getto di completamento in opera della soletta in c.a..

L'impalcato da 22,0 m è costituito da travi metalliche incorporate con getto di completamento in c.a..

Caratteristiche Impalcati

Parte d'Opera	I [m]	B [m]	n _t	L [m]
Impalcato SA_1 / 2_SB	25.00	13.40	4	22.80
Impalcato 1_2	22.00	13.40	-	19.80

I lunghezza impalcato (asse giunti);

B Larghezza dell'impalcato;

L Luce netta tra gli appoggi;

Caratteristiche Sottostrutture

Parte d'Opera	A _F [m]	B _F [m]	h _F [m]	a _s /∅ _s [m]	b _s [m]	n _{pali}	D _{pali} [m]	H _s [m]	L _{pali} [m]
Spalla A	16.50	16.50	2.0	-	-	16	1.50	6.00	34.00
Pila 1	10.80	12.00	2.0	3,60	9,40	8	1.50	6.50	35.00
Pila 2	10.80	12.00	2.0	3,60	9,40	8	1.50	6.50	35.00
Spalla B	16.50	16.50	2.0	/	/	16	1.50	6.00	35.00

A_F Dimensione longitudinale fondazione;

B_F Dimensione trasversale fondazione;

h_F Spessore fondazione;

a_s/∅_s Dimensione longitudinale allo spiccato/ diametro pila circolare;

b_s Dimensione trasversale allo spiccato;

H_s Altezza pila tra estradosso fondazione ed estradosso pulvino.

n_{pali} Numero pali

D_{pali} Diametro pali

L_{pali} Lunghezza pali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 187

1.3 DATI GENERALI

Longitudine	11.246419
Latitudine	45.389040
Altitudine media	150 m.s.l.m.
Vita nominale dell'opera	$V_n = 100$ anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso	$C_U = 1.5$
Periodo di riferimento	$V_R = 150$ anni

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 187	

1.4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

GENERALE:

- IN1710YI2RHVI1800001** – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELL'OPERA (CON FASI REALIZZATIVE).
- IN1710YI2PZVI01800001** – PIANTA DELL'OPERA, PROSPETTO, SEZIONI E FASI.
- IN1710YI2DZVI01800001** - SCHEMA APPOGGI IMPALCATO.
- **IN1710YI2RBVI1800001** - RELAZIONE GEOTECNICA.

SPALLE E PILE:

- IN1710YI2BZVI01804001** – CARPENTERIA SPALLA A.
- IN1710YI2BZVI01805002** – CARPENTERIA PILA N.1 E N.2.
- IN1710YI2BZVI01804003** – CARPENTERIA SPALLA B.

IMPALCATO CAP DA 25 m:

- IN1710YI2BZVI0007001** – CARPENTERIA IMPALCATO DA 25 M IN C.A.P.
- IN1710YI2BZVI0007002** – CARPENTERIA TRAVE PREFABBRICATA IN C.A.P. DA 24.20 M.
- IN1710YI2BZVI0007003** – DETTAGLI PRECOMPRESSIONE IMPALCATO DA 25 M IN C.A.P.

IMPALCATO A TRAVI INCORPORATE DA 22 m:

- IN1710YI2BZVI0007004** – CARPENTERIA IMPALCATO DA 22 M IN C.A.P.

- IN1710YI2TTMD0000001** - TABELLA MATERIALI.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 187	

1.5 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti normative:

LEGGE n. 1086 05.11.1971

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica.

LEGGE n. 64 02.02.1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolare prescrizione per le zone sismiche.

DPR n. 301 20.10.2001

Testo unico in materia edilizia

Ministero dei LL.PP – D.M. 14.01.2008

Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare 2 Febbraio 2009 n.617

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

CNR – DT 207/2008

Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

RFI DTC INC PO SP IFS 001 A

Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 187

1.6 MATERIALI E PRESCRIZIONI RELATIVE

1.6.1 Calcestruzzo

Magroni

Classe di resistenza	C12/15
Classe di esposizione	X0

Pali di fondazione

Classe di resistenza	C25/30	
Classe di esposizione	XC2	
Classe di consistenza	S4	
Max Rapporto a/c	0.6	
Diametro max. Aggregato	32	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	31476	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	2.56	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	1.80	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.20	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{ctm} = 1,2f_{ctm}$	3.08	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.15	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	14.17	N/mm ²
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	60	mm

Fondazione spalle e pile

Classe di resistenza	C25/30	
Classe di esposizione	XC2	
Classe di consistenza	S3	
Max Rapporto a/c	0.6	
Diametro max. Aggregato	32	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	31476	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	2.56	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	1.80	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.20	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{ctm} = 1,2f_{ctm}$	3.08	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.15	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	14.17	N/mm ²
Tipo cemento	CEM III-V*	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 187

Copriferro 40 mm

Elevazione spalle e pile

Classe di resistenza	C32/40	
Classe di esposizione	XC4	
Classe di consistenza	S3	
Max Rapporto a/c	0.5	
Diametro max. Aggregato	25	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	33346	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	18.13	N/mm ²
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	40	mm

Baggioli e ritegni

Classe di resistenza	C32/40	
Classe di esposizione	XC3	
Classe di consistenza	S4	
Max Rapporto a/c	0.55	
Diametro max. Aggregato	25	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	33346	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	18.13	N/mm ²
Tipo cemento	CEM I-V*	
Copriferro	40	mm

1.6.2 Acciaio

Armatura lenta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 187

Tipo di acciaio	B450C
Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk}	450 N/mm ²
Resistenza caratteristica di rottura f_{tk}	540 N/mm ²
Modulo Elastico	210000 N/mm ²

1.7 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Per quanto riguarda i parametri geotecnici – geologici si rimanda alla relazione specifica IN1710Y12RBIV060X001.

2 AZIONI SULLE STRUTTURE

2.1 Carichi trasmessi dagli impalcati

- Per l'impalcato da 25 m in c.a.p. viene indicata al cap. 3 l'analisi dei carichi applicati all'elemento monodimensionale che lo rappresenta.
- Per l'impalcato da 22 m a travi incorporate i carichi agenti sono integrati nel modello dell'impalcato stesso descritto nella relazione IN1710Y12CLVI0007002, cui si rimanda per riferimento, ed inserito integralmente nel modello complessivo con le sottostrutture.

2.2 Carichi diretti sulle sottostrutture

Vengono considerati agenti sulle sottostrutture le sole azioni permanenti strutturali e l'azione sismica, di cui ai par. 3.1 e 3.7 dell'analisi dei carichi.

Il carico permanente del terreno sulla fondazione viene integrato direttamente nella verifica con analisi semplificata della platea di fondazione.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 187

3 ANALISI DEI CARICHI

3.1 PERMANENTI STRUTTURALI

La valutazione dei carichi permanenti strutturali per il calcestruzzo è condotta mediante l'ausilio del software di calcolo impostando come densità del materiale $\rho=25 \text{ kN/m}^3$ e $\rho=78.5 \text{ kN/m}^3 + 10\%$ per le carpenterie metalliche.

3.2 PERMANENTI PORTATI

I carichi considerati con riferimento all'impalcato da 25 m sono:

- Soletta retro trave
- Cordoli esterni
- Ballast
- Paraballast
- Barriere
- Sottoservizi
- Traversi

Ai fini della valutazione delle sollecitazioni sulle sottostrutture i carichi dei trasversi e dello sbalzo della soletta nel retro trave sono stati distribuiti sulla lunghezza dell'elemento trave. I carichi distribuiti sulla lunghezza dell'impalcato sono stati amplificati di un coefficiente c pari a 1.033, per tener conto della lunghezza effettiva dell'elemento trave rispetto all'elemento nel modello. Di seguito si riporta il calcolo di ognuno dei carichi permanenti portati.

Soletta retro trave

γ_{cls}	25	[kN/m ³]	(densità calcestruzzo)
A	4.92	[m ²]	(area sezione)
L_{sbalzo}	0.36	[m]	(lunghezza sbalzo)
L_{inter}	25	[m]	(interasse pila-pila)
n°_{tratti}	2		(numero sbalzi)
$Q_{soletta} = \gamma_{cls} * A * L_{sbalzo} / L_{inter} * n * c$	3.66	[kN/m]	

Cordoli esterni

γ_{cls}	25	[kN/m ³]	(densità calcestruzzo)
A	0.1045	[m ²]	(area sezione)
n°_{tratti}	2		(numero cordoli)
$Q_{cordoli} = \gamma_{cls} * A * n * c$	5.40	[kN/m]	

Ballast

γ_{cls}	20	[kN/m ³]	(densità calcestruzzo)
----------------	----	----------------------	------------------------

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 14 di 187

H	0.8	[m]	(altezza ballast)
b	9.06	[m]	(larghezza sezione)
$Q_{ballast} = \gamma_{cls} * H * b * c$	149.75	[kN/m]	
Paraballast			
γ_{cls}	25	[kN/m ³]	(densità calcestruzzo)
A	0.14	[m ²]	(area sezione)
n°	2		(numero carichi)
$Q_{paraballast} = \gamma_{cls} * A * n * c$	7.39	[kN/m]	
Barriere			
H	4	[m]	(altezza barriera)
n	2		
p	4	[kN/m ²]	(peso al metro quadro)
$Q_{barr} = p * H * n * c$	33.06	[kN/m]	
Sottoservizi			
n°	3.5	[kN/m]	(carico al metro)
n	2		(numero carichi)
$Q_{servizi} = p * n * c$	7.23	[kN/m]	
Traversi			
γ_{cls}	25	[kN/m ³]	(densità calcestruzzo)
lunghezza =	3.88	[m]	
A	0.72	[m ²]	(area sezione)
n _x	4		(numero direzione longitudinale)
$Q_{traversi} = \gamma_{cls} * A * I * n_x / L_{inter} * c$	11.54	[kN/m]	
Velette			
peso	6.5	[kN/m]	
n	2		
$Q_{velette} = peso * n * c$	13.94	[kN/m]	

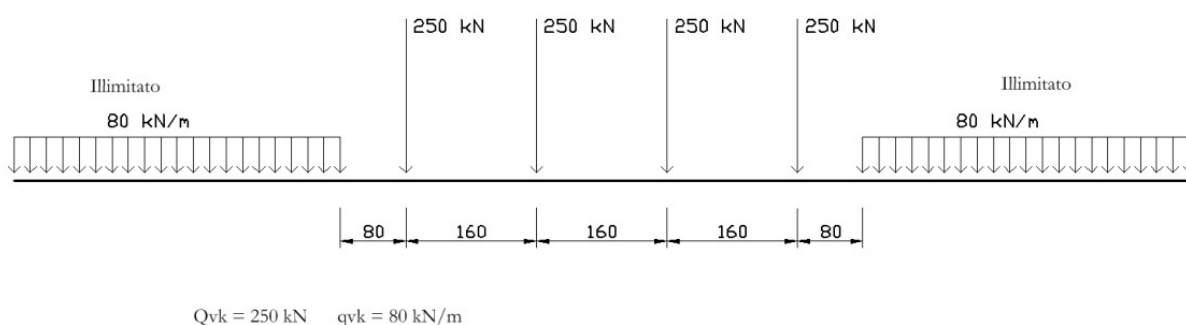
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 187

3.3 AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI

L'azione da traffico ferroviario è valutata applicando quanto prescritto dalla specifica RFI. I modelli di carico considerati per le azioni verticali sono i modelli LM71 e SW/2, secondo quanto descritto nei paragrafi 5.2.2.3.1.1 e 5.2.2.3.1.2 del DM 14.1.2008 e sintetizzato di seguito.

LM71

Il modello di carico LM71 è rappresentato nella figura sottostante.



SW/2

Il modello di carico SW/2 è rappresentato nella figura sottostante.



Il valore caratteristico q_{vk} e i valori delle lunghezze A e C sono di seguito riportati.

Tipo di carico	q_{vk} [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/2	150	25	7

I valori caratteristici dei carichi devono essere incrementati del coefficiente α e del coefficiente di incremento dinamico Φ_2 , riportati di seguito.

$\alpha_{11} =$	1.1	(LM71)
$\alpha_{22} =$	1	(SW/2)
$L\phi =$	25 m	(lunghezza caratteristica)
$\Phi_2 = (1.44/((L\phi)^{0.5-0.2}))+0.82$	1.12	

Treno scarico

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 187	

Al fine di massimizzare gli effetti torcenti e dell'azione laterale sull'impalcato si considera anche il modello di treno scarico che prevede semplicemente il passaggio di una stesa di carico illimitata pari a 10 kN/m.

3.4 AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI

Il passaggio dei convogli sull'impalcato genera degli effetti anche nel piano orizzontale. Questi sono determinati dalle azioni di frenatura dei treni e dalla forza centrifuga conseguente all'andamento non rettilineo del tracciato. Si considera inoltre l'effetto dovuto al serpeggio.

3.4.1 Frenatura e avviamento

Gli effetti di avviamento e frenatura sono di seguito riportati. Tali azioni sono applicate alla quota del piano ferro, pertanto trasmettono all'impalcato un carico distribuito ed un momento intorno all'asse trasversale M_{long} . Un momento nel piano M_{piano} viene anche indotto a causa dell'eccentricità in direzione trasversale tra il binario, dove la forza di avviamento e frenatura sono applicate, e il baricentro dell'impalcato.

$$h_{tr.br_P.F.} = 1.64 \text{ [m]} \quad (\text{distanza } z \text{ baricentro trave-piano ferro})$$

$$h_{bin_tr.bar} = 2.25 \text{ [m]} \quad (\text{distanza } y \text{ binario-baricentro trave})$$

$$Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]}$$

$$Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]}$$

$$Q_{1b,k} = 35 \text{ [kN/m]}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 187	

Avviamento

LM71

$$Q_{1a,k} = \alpha_{11} * Q_{1a,k} = 37.50 \text{ [kN/m]}$$

$$M_{long.} = \alpha_{11} * Q_{1a,k} * h_{tr.br_PF} = 61.50 \text{ [kNm/m]}$$

$$M_{piano.} = \alpha_{11} * Q_{1a,k} * h_{bin_tr.bar} = 84.38 \text{ [kNm/m]}$$

Frenatura

LM71

$$Q_{1b,k} = \alpha_{11} * Q_{1b,k} = 22.73 \text{ [kN/m]}$$

$$M_{long.} = \alpha_{11} * Q_{1b,k} * h_{tr.br_PF} = 37.27 \text{ [kNm/m]}$$

$$M_{piano.} = \alpha_{22} * Q_{1a,k} * h_{bin_tr.bar} = 51.14 \text{ [kNm/m]}$$

SW/2

$$Q_{1b,k} = \alpha_{22} * Q_{1b,k} = 36.16 \text{ [kN/m]}$$

$$M_{long.} = \alpha_{22} * Q_{1b,k} * h_{tr.br_PF} = 59.30 \text{ [kNm/m]}$$

$$M_{piano.} = \alpha_{22} * Q_{1a,k} * h_{bin_tr.bar} = 81.35 \text{ [kNm/m]}$$

3.4.2 Serpeggio

L'azione di serpeggio consiste in una forza nel piano orizzontale Q_{sk} , ortogonale all'asse del binario di intensità pari a 100 kN. Questo valore deve essere moltiplicato per α . Q_{sk} è applicata alla sommità della rotaia e induce pertanto un momento torcente sull'impalcato.

$$Q_{sk} = 100 \text{ [kN]} \quad (\text{carico concentrato})$$

$$h_{tr.br_PF} = 1.64 \text{ [kN]} \quad (\text{distanza baricentro trave-piano ferro})$$

$$M_{Q_{sk}} = 164 \text{ [kNm]} \quad (\text{momento concentrato})$$

$$q_h = 53.53 \text{ [kN/m]} \quad (\text{carico distribuito})$$

$$M_{q_h} = 87.79 \text{ [kNm/m]} \quad (\text{momento distribuito})$$

$$S = 1.86 \text{ m} \quad (\text{lunghezza di distribuzione})$$

3.4.3 Forza centrifuga

Si è valutato tale effetto nella situazione più gravosa del viadotto. Tali valori sono riportati nella tabella seguente:

$$R_{min} = 2700 \text{ [m]}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 187

V _{max}	300 km/h]	(LM71)
V _{max}	100 km/h]	(SW/2)
L	25 M]	

Da questi valori è possibile definire il fattore di riduzione f secondo la relazione:

$$f = \left[1 - \frac{V-120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \right] \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_r}} \right]$$

E di conseguenza i carichi della forza centrifuga sono dati dalla relazione

$$Q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

Per la struttura in esame il fattore di riduzione assume il valore:

$$f = 0.47 \quad \text{per il convoglio LM71}$$

$$f = 1 \quad \text{per il convoglio SW/2}$$

L'azione centrifuga così determinata viene applicata all'impalcato come un carico uniforme q_{tk} . Inoltre, poiché la forza centrifuga si considera applicata a quota $h=1.8$ m dal piano ferro, ad essa si associa anche un momento torcente per unità di lunghezza M_{qtk} .

LM71					
V	f	Q _{tk}	q _{tk}	M _{Qtk}	M _{qtk}
m/s		kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m
300	0.47	5.09	7.57	10.94	16.28

SW/2			
V	f	q _{tk}	M _{qtk}
m/s		kN/m	kNm/m
100	1	1.53	3.28

Questi carichi sono considerati concomitanti con il relativo convoglio.

3.5 VENTO

L'azione del vento sulla struttura è valutata secondo quanto previsto in NTC 2008. La pressione del vento risulta pari a $p = 0.86$ kN/m². Tale valore è inferiore al limite previsto dalla specifica RFI, per cui in favore di sicurezza, si considera il valore $p = 2.5$ kN/m².

Parte di questa azione agisce direttamente sulla struttura, parte (4 m sul PF) sul treno presente sull'impalcato. Anche in questo caso il carico distribuito produce un effetto torcente, come di seguito riportato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 187

$p =$	2.5	[kN/m ²]	(pressione del vento)
$H_{sv} =$	4	[m]	(altezza vagone)
$h_{tr.intr.}_{PF} =$	3.29	[m]	(distanza intradosso trave_piano ferro)
$F_{wk} =$	18.255	[kN/m]	(carico distribuito vento)
$h_{tr.bar.}_v =$	1.995	[m]	(distanza baricentro trave-punto applicazione vento)
$M_{Fwk,h} =$	36.36	[kNm/m]	(momento torcente distribuito)

3.6 AZIONI TERMICHE

L'azione termica considerata consiste in una variazione uniforme di temperatura agente su tutti gli elementi strutturali. Tale azione si differenzia secondo il tipo di impalcato:

- Pari a 20 °C (30 °C per apparecchi di appoggio) per l'impalcato metallico.
- Pari a 15 °C (22.5 °C per apparecchi di appoggio) per l'impalcato in c.a.p.
- Pari a 25 °C (37.5 °C per apparecchi d'appoggio) per l'impalcato misto acciaio-calcestruzzo

Per le pile cave, oltre alla variazione termica uniforme, sarà considerata una differenza di temperatura tra interno ed esterno pari a 10 °C.

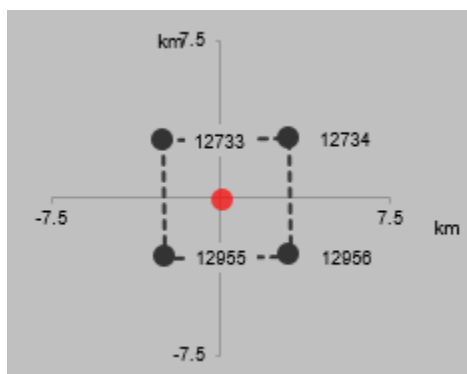
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 187

3.7 AZIONE SISMICA

Lo spettro di risposta è stato calcolato per il sito con le seguenti coordinate.

Latitudine: 45.38904

Longitudine: 11.246419



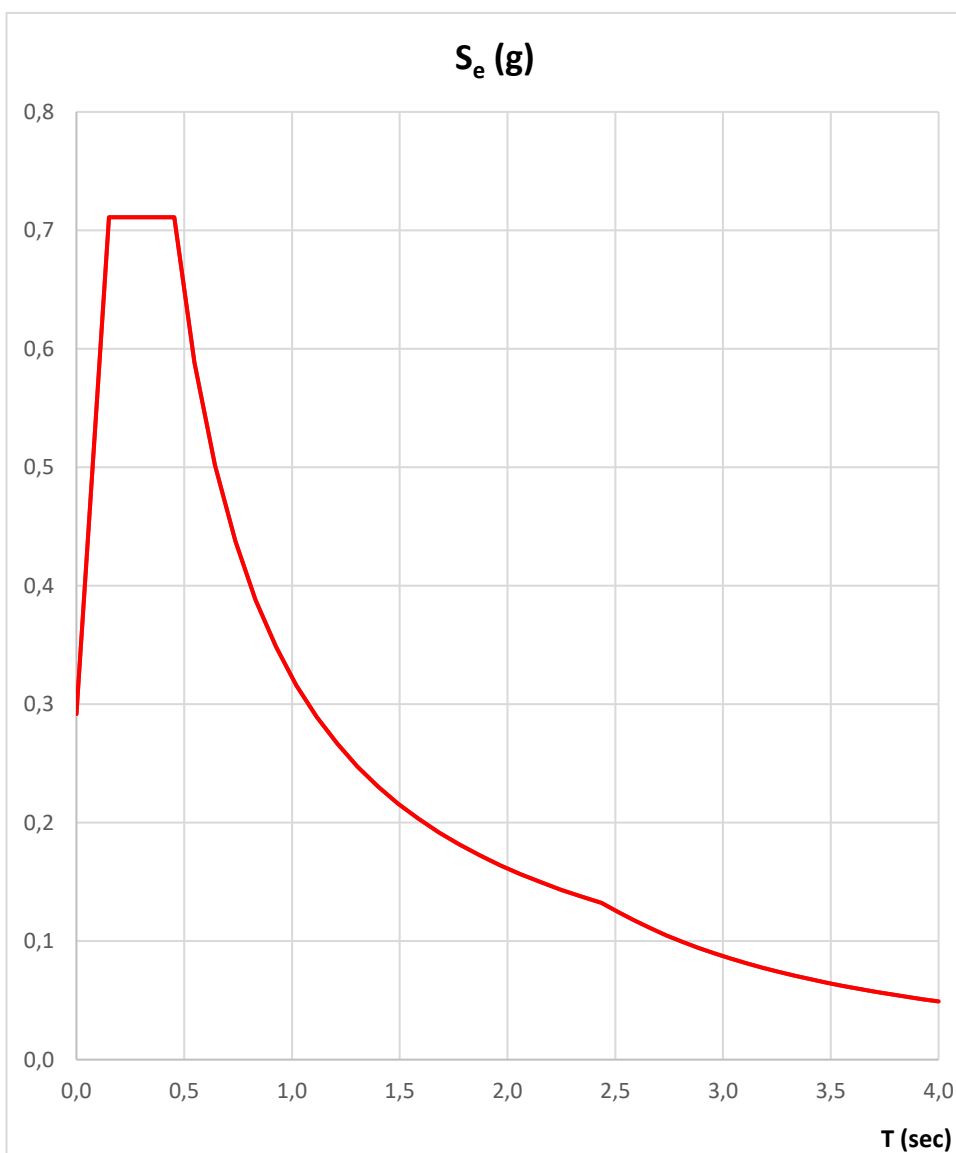
Per il calcolo dello spettro di progetto si è utilizzato il foglio di calcolo Spettri-NTCver. 1.03, messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (<http://www.cslp.it>). I valori di input sono riportati di seguito.

Caratteristica	Notazione NTC 2008	Unità	Valore
Stato Limite	SL		SLV
Vita Nominale dell'Opera	V_N	(anni)	100
Classe d'Uso dell'Opera			III
Coefficiente di Classe d'Uso	C_U		1,5
Periodo di Riferimento	V_R	(anni)	150
Probabilità di eccedenza in V_R	P_{VR}	(%)	10%
Tempo di ritorno	T_R	(anni)	1424
Accelerazione massima al sito	a_g/g	(g)	0.209
Fattore massimo di amplificazione spettrale orizzontale	F_0		2,437
Periodo inizio tratto a velocità orizzontale costante	T_C^*	(sec)	0,286
Smorzamento	ξ	(%)	5
Coefficiente di smorzamento	η		1.0

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 187	

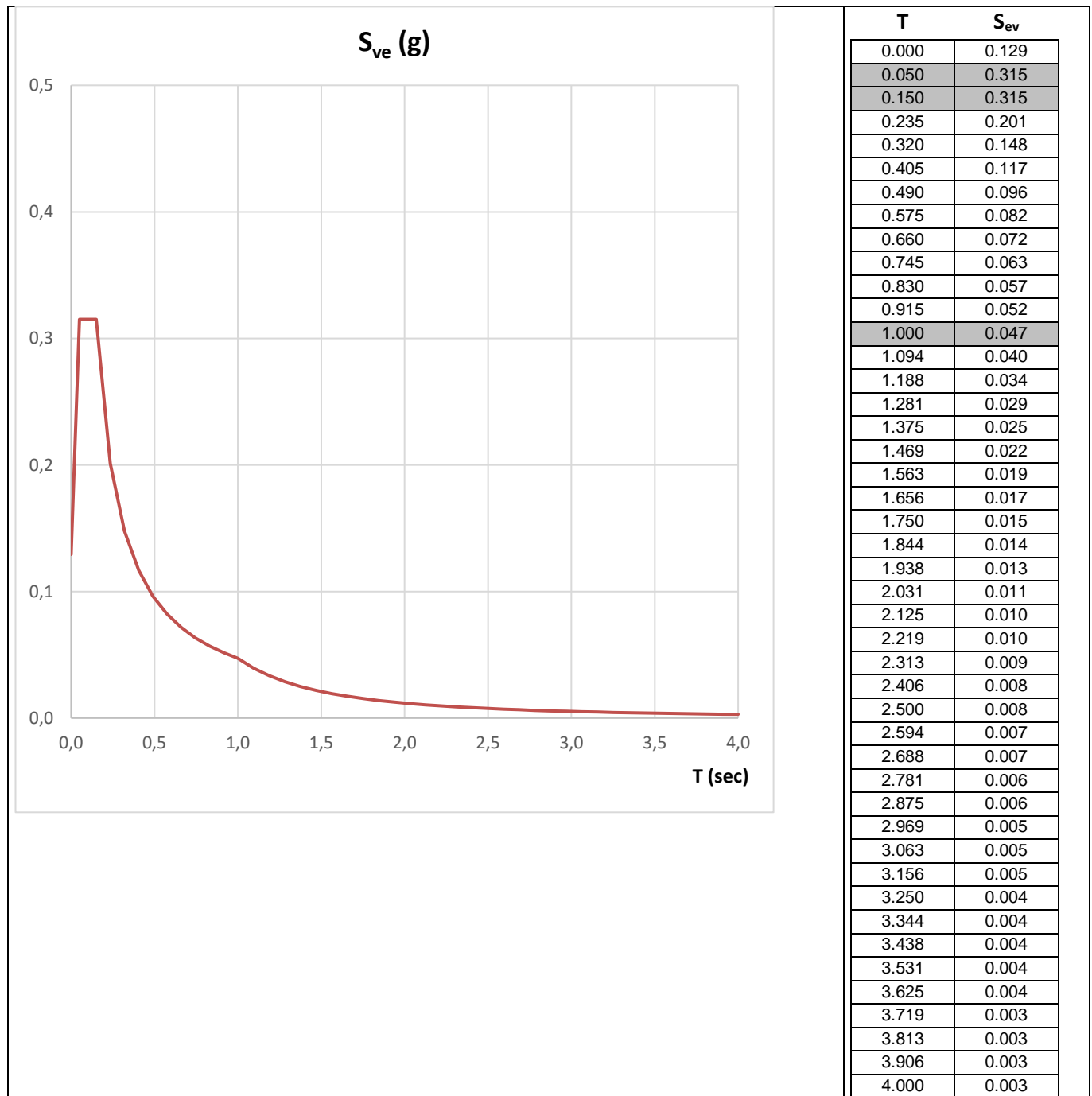
Coefficiente inizio tratto a velocità orizzontale costante	C_C		<i>1,587</i>
Profilo geologico			<i>C</i>
Coefficiente di topografia	S_T		<i>1,00</i>
Coefficiente stratigrafico	S_S		<i>1,394</i>
Coefficiente di amplificazione al sito	S		<i>1,394</i>
Periodo inizio tratto ad accelerazione orizzontale costante	T_B	(sec)	<i>0,151</i>
Periodo inizio tratto a velocità orizzontale costante	T_C	(sec)	<i>0,454</i>
Periodo inizio tratto a spostamento orizzontale costante	T_D	(sec)	<i>2,437</i>
Coefficiente di amplificazione verticale	S_V		<i>1,000</i>
Fattore massimo di amplificazione spettrale verticale	F_V		<i>1,505</i>
Periodo inizio tratto ad accelerazione verticale costante	T_B	(sec)	<i>0,050</i>
Periodo inizio tratto a velocità verticale costante	T_C	(sec)	<i>0,150</i>
Periodo inizio tratto a spostamento verticale costante	T_D	(sec)	<i>1,000</i>

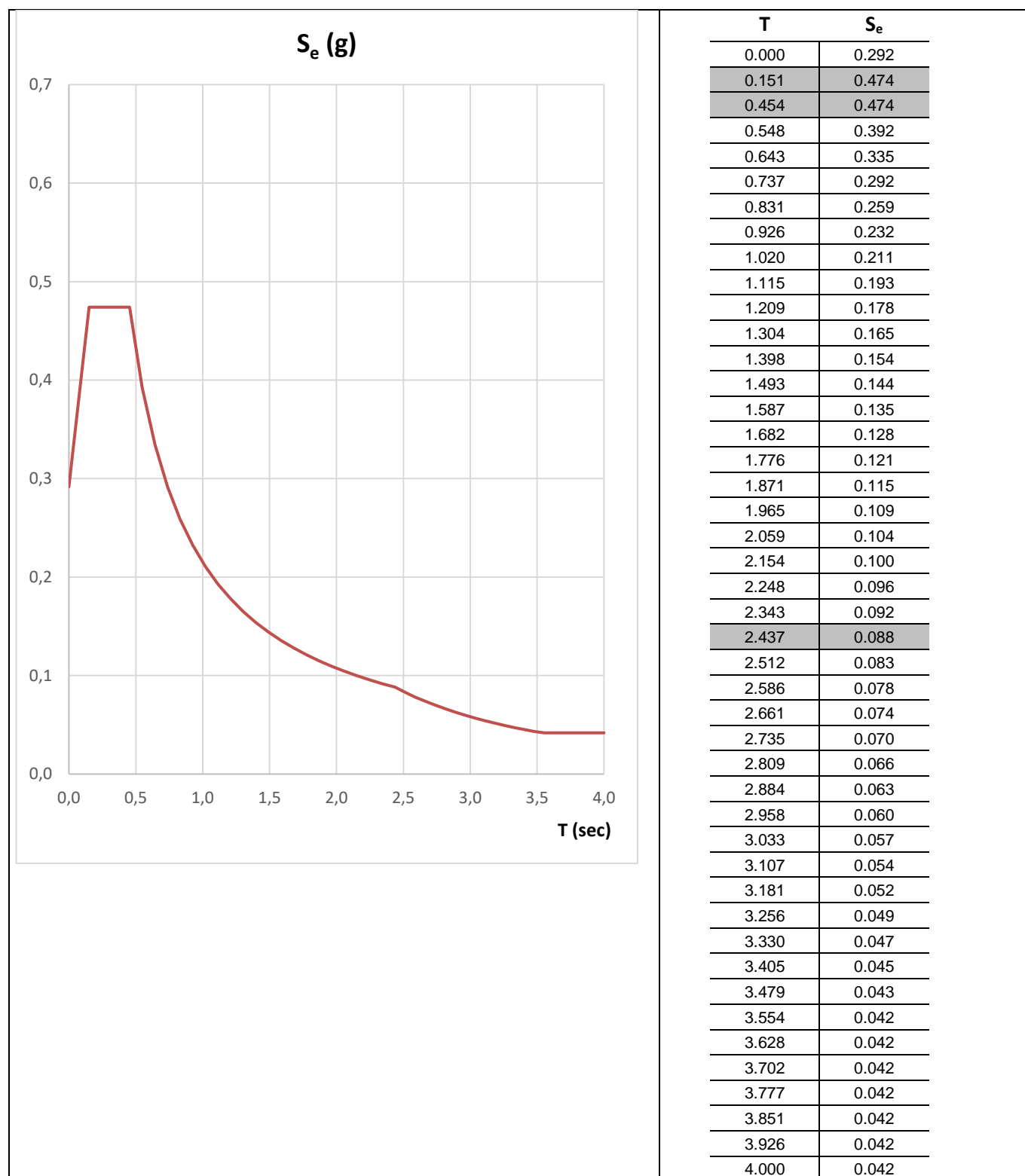
Gli spettri per la direzione orizzontale e verticale sono mostrati nelle figure sottostanti. Per lo spettro orizzontale è stato applicato un fattore di struttura q pari a 1.5, progettando il viadotto in classe di duttilità bassa CD "B", secondo la specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A. Per la verifica degli apparecchi di appoggio è stato utilizzato invece lo spettro elastico.

Spettro di risposta elastico orizzontale**T****S_e**

0.000	0.292
0.151	0.711
0.454	0.711
0.548	0.589
0.643	0.502
0.737	0.438
0.831	0.388
0.926	0.348
1.020	0.316
1.115	0.289
1.209	0.267
1.304	0.247
1.398	0.231
1.493	0.216
1.587	0.203
1.682	0.192
1.776	0.182
1.871	0.172
1.965	0.164
2.059	0.157
2.154	0.150
2.248	0.143
2.343	0.138
2.437	0.132
2.512	0.125
2.586	0.118
2.661	0.111
2.735	0.105
2.809	0.100
2.884	0.095
2.958	0.090
3.033	0.085
3.107	0.081
3.181	0.078
3.256	0.074
3.330	0.071
3.405	0.068
3.479	0.065
3.554	0.062
3.628	0.060
3.702	0.057
3.777	0.055
3.851	0.053
3.926	0.051
4.000	0.049

Spettro di risposta elastico verticale

Spettro di risposta orizzontale $q = 1.5$



3.8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni considerate sono di seguito riassunte:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 25 di 187	

Carichi permanenti	$G = G_s + G_p$
Temperatura	T
Vento	V
Sisma	E(Ex, Ey, Ez)
Carico verticale LM71	LM71
Carico verticale SW/2	SW/2
Treno scarico	Ts
Marciaipiedi	Mp
Centrifuga LM71	C ₇₁
Centrifuga SW/2	C _{sw}
Avviamento	Avv
Frenatura LM71	F ₇₁
Frenatura SW/2	F _{sw}
Serpeggio	Serp

3.8.1 Gruppi di carico

L'azione da traffico deve considerare la concomitanza delle diverse tipologie di convoglio ed effetti associati, a tal fine si introducono i seguenti gruppi di carico:

		LM71	SW/2	Ts	Mr	C ₇₁	C _{sw}	Avv	F ₇₁	F _{sw}	Serp
Gr1	Gr11		binario 1				binario 1			binario 1	binario 1
	Gr12	binario 1				binario 1			binario 1		binario 1
	Gr13	binario 2	binario 1			binario 2	binario 1	binario 2		binario 1	binario 1,2
	Gr14	binario 1,2				binario 1,2		binario 2	binario 1		binario 1,2
	Gr15				binario 1,2						
Gr2	Gr2			binario 1		binario 1					binario 1
Gr3	Gr31		binario 1				binario 1			binario 1	binario 1
	Gr32	binario 1				binario 1			binario 1		binario 1
	Gr33	binario 2	binario 1			binario 2	binario 1	binario 2		binario 1	binario 1,2
	Gr34	binario 1,2				binario 1,2		binario 2	binario 1		binario 1,2
	Gr35				binario 1,2						

Le singole azioni dei gruppi Gr1, Gr2 e Gr3 sono combinate all'interno dei sottogruppi secondo i coefficienti della tabella sottostante.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 26 di 187

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione
<p><input type="checkbox"/> Azione dominante</p> <p>(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α, ecc.)</p> <p>(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.</p>						

L'effetto globale dei gruppi così definiti sono indicati con Traff-Inv.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 27 di 187

3.8.2 Combinazione SLU

Per le verifiche agli stati limite ultimi delle sottostrutture si adottano i valori di coefficienti indicati nella tabella di seguito. Si noti che si sono considerati oltre ai coefficienti parziali A1 anche i coefficienti A2, come indicato nella tabella 5.2.V. del DM 14.1.2008.

	G	Traff-Inv		T		V		Ex	Ey	Ez
		γ	ψ	γ	ψ	γ	ψ			
Sismica X	1	-	0.2	-	0.5	-	0	1	0.3	0.3
Sismica Y	1	-	0.2	-	0.5	-	0	0.3	1	0.3
Sismica Z	1	-	0.2	-	0.5	-	0	0.3	0.3	1
SLU-TRAFF-A1	1.35	1.45	-	1.5	0.6	1.5	0.6	0	0	0
SLU-TRAFF-A2	1	1.25	-	1.3	0.6	1.3	0.6	0	0	0
SLU-TEMP-A1	1.35	1.45	0.8	1.5	-	1.5	0.6	0	0	0
SLU-TEMP-A2	1	1.25	0.8	1.3	-	1.3	0.6	0	0	0
SLU-VENTO-A1	1.35	1.45	0	1.5	0.6	1.5	-	0	0	0
SLU-VENTO-A2	1	1.25	0	1.3	0.6	1.3	-	0	0	0

Delle combinazioni SLU-TEMP-A1, SLU-TEMP-A2 e SLU-VENTO-A1, SLU-VENTO-A2 è stato considerato l'involuppo nelle combinazioni SLU_ENV-T+V-A1, SLU_ENV-T+V-A2.

3.9 Combinazione SLE

Per le verifiche agli stati limite di esercizio delle sottostrutture si adottano i valori di coefficienti indicati nella tabella di seguito.

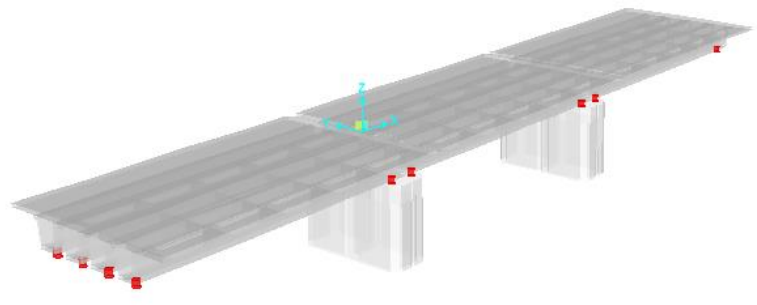
	G	Traff-Inv	T	V
SLE-CAR-1	1	1	0.6	0.6
SLE-CAR-2	1	0.8	1	0.6
SLE-CAR-3	1	0	0.6	1
SLE-QP	1	0	0.5	1

Delle combinazioni SLU-TEMP-A1, SLU-TEMP-A2 e SLU-VENTO-A1, SLU-VENTO-A2 è stato considerato l'involuppo nelle combinazioni SLU_ENV-T+V-A1, SLU_ENV-T+V-A2.

4 MODELLAZIONE

La struttura è stata analizzata mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 (V.18.1.3). La struttura è stata analizzata con un modello tridimensionale, in cui si sono considerati i seguenti elementi e sono presenti i diversi tipi di impalcato:

- pile
- impalcati.
- appoggi

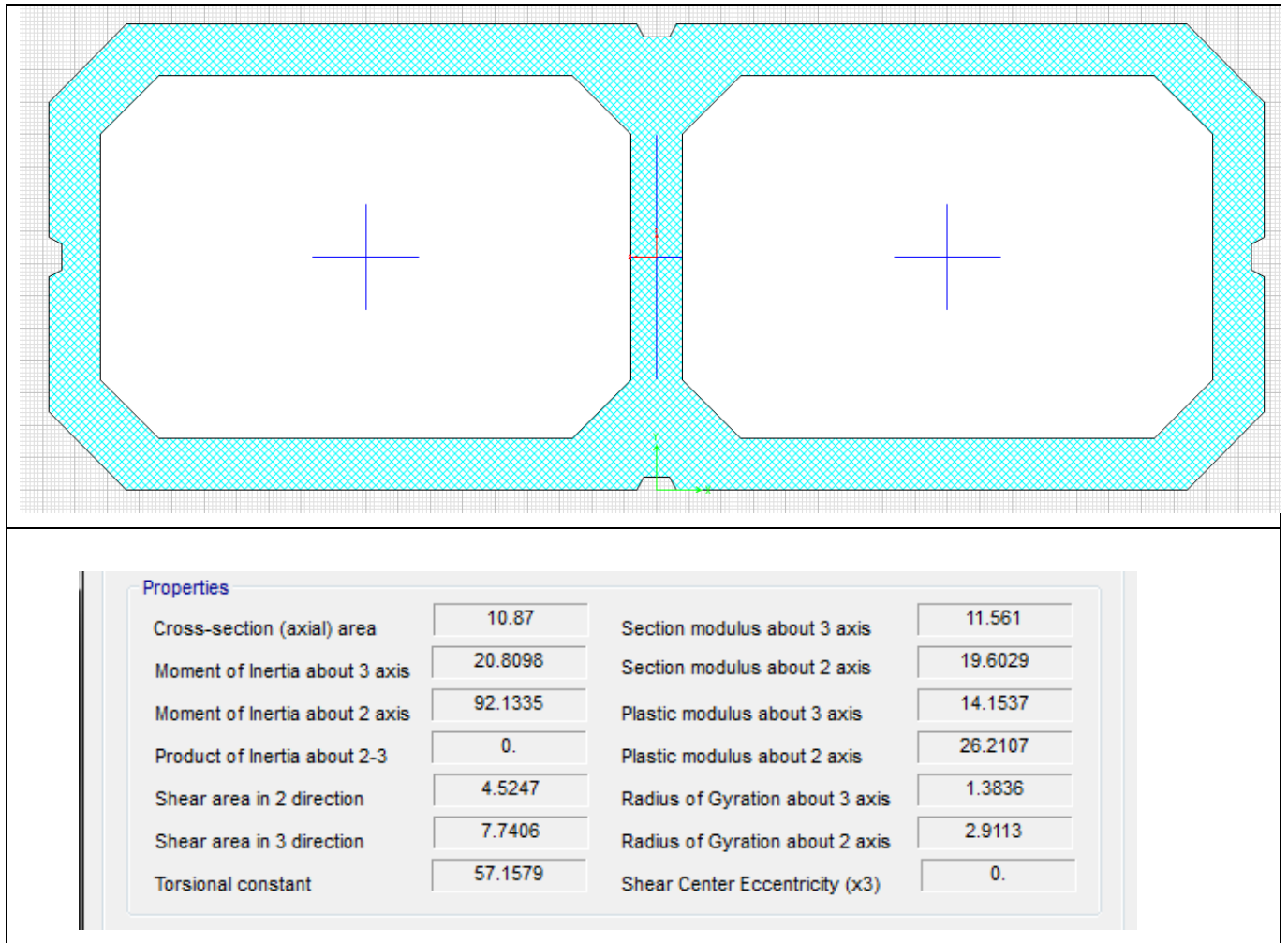


Modello 3D

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 187

4.1 PILE

Le pile sono state modellate con elementi monodimensionali (*frame*), incastrati alla base aventi sezione rettangolare cava di dimensioni 3.60 m e 9.40 m. Si riportano di seguito le caratteristiche delle sezioni delle pile.



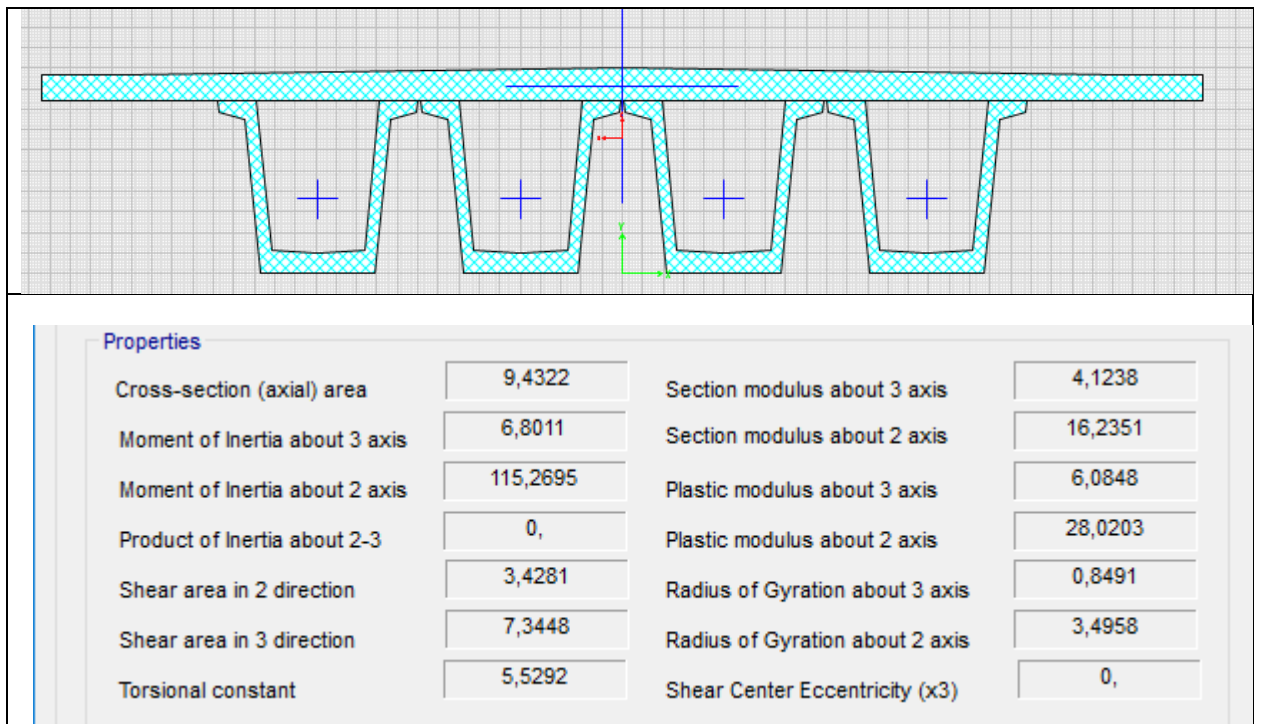
Sezione pila 3.60 m x 9.40 m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 30 di 187

4.2 IMPALCATI

Gli impalcato sono stati modellati in due modi distinti:

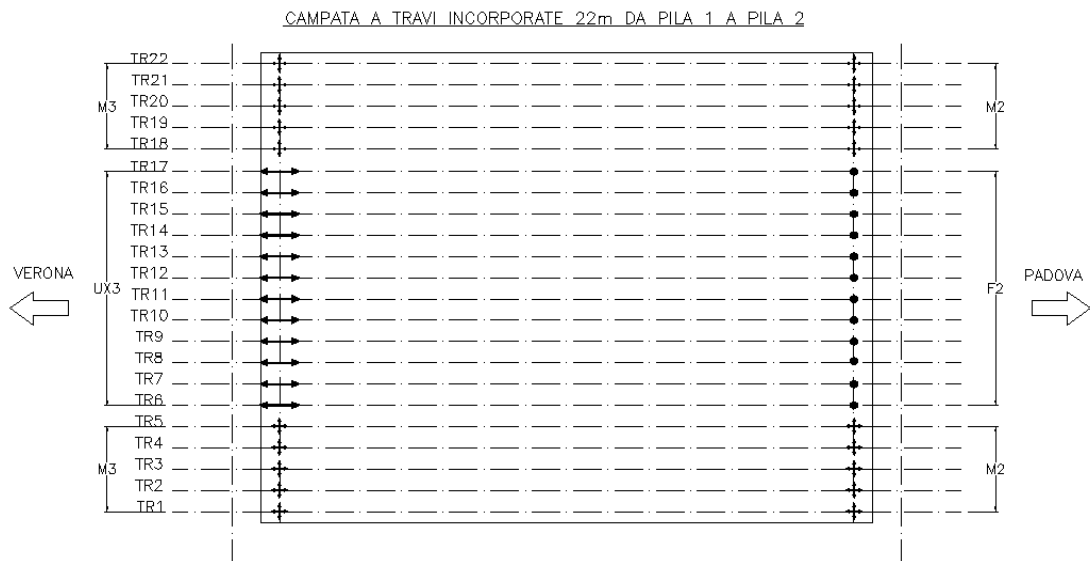
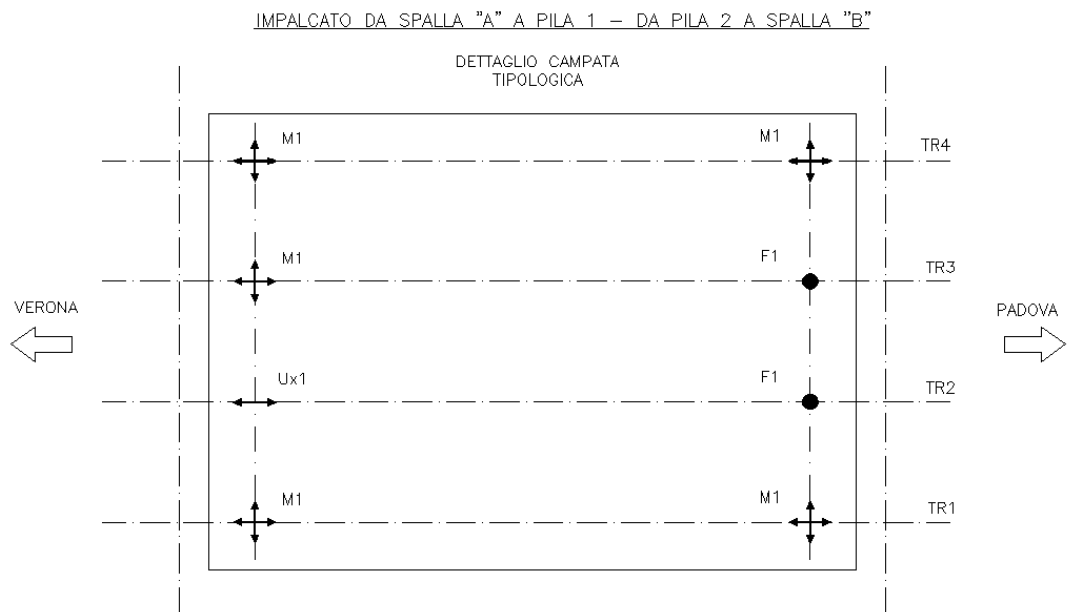
- L'impalcato in c.a.p. è stato modellato con un elemento monodimensionale avente le caratteristiche geometriche complessive dell'impalcato reale.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 187

4.3 APPOGGI

Lo schema di appoggio degli impalcati è riportato nelle immagini di seguito. I singoli appoggi sono stati modellati con elementi rigidi. A seconda del tipo di appoggio (mobile, fisso o unidirezionale) sono stati svincolati i relativi gradi di libertà.



4.4 SPALLE

La spalla A e B sono state rappresentate con un vincolo ideale ad incastro e successivamente verificate con una analisi piana, come descritto in seguito.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 187

5 ANALISI DINAMICA

L'analisi dinamica è stata condotta con un'analisi spettrale (*Response Spectrum Analysis*). La combinazione delle sollecitazioni e degli spostamenti dei diversi modi di vibrare è del tipo CQC.

Le masse considerate sono le seguenti:

- Carichi permanenti strutturali
- Carichi permanenti non strutturali
- 20% dei carichi verticali da traffico

Per l'analisi modale sono stati considerati 100 modi di vibrare, in modo da considerare almeno l'85% della massa partecipante nelle direzioni X e Y.

Di seguito si riportano i modi di vibrare e la relativa massa partecipante.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.17386	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MODAL	Mode	2	0.171672	20%	0%	20%	0%	0%	0%
MODAL	Mode	3	0.163311	4%	0%	24%	0%	0%	0%
MODAL	Mode	4	0.114112	47%	0%	71%	0%	0%	0%
MODAL	Mode	5	0.111641	0%	0%	71%	0%	0%	0%
MODAL	Mode	6	0.076443	0%	70%	71%	70%	0%	0%
MODAL	Mode	7	0.062479	19%	0%	91%	70%	0%	0%
MODAL	Mode	8	0.056529	0%	0%	91%	70%	52%	52%
MODAL	Mode	9	0.044247	0%	0%	91%	70%	0%	52%
MODAL	Mode	10	0.0436	0%	16%	91%	85%	0%	52%
MODAL	Mode	11	0.043241	1%	0%	91%	85%	0%	52%
MODAL	Mode	12	0.038507	6%	0%	97%	85%	0%	52%
MODAL	Mode	13	0.030926	0%	0%	97%	85%	10%	62%
MODAL	Mode	14	0.024875	0%	0%	97%	85%	0%	62%
MODAL	Mode	15	0.024582	0%	1%	97%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	16	0.024474	0%	0%	97%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	17	0.024319	0%	0%	97%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	18	0.022161	0%	0%	98%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	19	0.022016	0%	0%	98%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	20	0.019447	0%	0%	98%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	21	0.018982	0%	0%	98%	86%	0%	62%
MODAL	Mode	22	0.018825	0%	0%	98%	86%	6%	68%
MODAL	Mode	23	0.018273	0%	0%	98%	86%	0%	68%
MODAL	Mode	24	0.017873	0%	0%	98%	86%	0%	68%
MODAL	Mode	25	0.01774	0%	0%	98%	86%	0%	68%
MODAL	Mode	26	0.017407	0%	0%	99%	86%	0%	68%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 187

MODAL	Mode	27	0.016948	0%	3%	99%	89%	0%	68%
MODAL	Mode	28	0.01534	0%	0%	99%	89%	3%	71%
MODAL	Mode	29	0.014186	0%	0%	99%	89%	0%	71%
MODAL	Mode	30	0.014037	0%	0%	99%	89%	0%	71%
MODAL	Mode	31	0.012563	0%	1%	99%	90%	0%	71%
MODAL	Mode	32	0.012157	0%	0%	99%	90%	2%	73%
MODAL	Mode	33	0.012048	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	34	0.011811	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	35	0.011706	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	36	0.01158	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	37	0.010815	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	38	0.010513	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	39	0.010278	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	40	0.010209	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	41	0.010123	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	42	0.008698	0%	0%	99%	90%	0%	73%
MODAL	Mode	43	0.008698	0%	1%	99%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	44	0.008677	0%	0%	99%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	45	0.00862	0%	0%	99%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	46	0.008458	0%	0%	99%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	47	0.006994	0%	0%	99%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	48	0.00697	0%	0%	100%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	49	0.006897	0%	0%	100%	91%	0%	73%
MODAL	Mode	50	0.00622	0%	4%	100%	95%	12%	85%
MODAL	Mode	51	0.005924	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	52	0.005914	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	53	0.005887	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	54	0.005446	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	55	0.005434	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	56	0.005428	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	57	0.005144	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	58	0.005131	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	59	0.003064	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	60	0.002954	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	61	0.002954	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	62	0.002906	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	63	0.002857	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	64	0.002857	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	65	0.002672	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	66	0.002672	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	67	0.002181	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	68	0.00218	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	69	0.002168	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	70	0.002168	0%	0%	100%	95%	0%	85%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 34 di 187

MODAL	Mode	71	0.002102	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	72	0.002032	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	73	0.00203	0%	0%	100%	95%	0%	85%
MODAL	Mode	74	0.002028	0%	0%	100%	95%	1%	86%
MODAL	Mode	75	0.001945	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	76	0.001905	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	77	0.001905	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	78	0.001758	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	79	0.001758	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	80	0.00108	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	81	0.00108	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	82	0.00108	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	83	0.001065	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	84	0.001063	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	85	0.001063	0%	0%	100%	95%	0%	86%
MODAL	Mode	86	0.000857	0%	2%	100%	97%	6%	92%
MODAL	Mode	87	0.000747	0%	0%	100%	97%	0%	92%
MODAL	Mode	88	0.000743	0%	0%	100%	97%	0%	92%
MODAL	Mode	89	0.000664	0%	0%	100%	97%	0%	92%
MODAL	Mode	90	0.000651	0%	0%	100%	97%	0%	92%
MODAL	Mode	91	0.00065	0%	0%	100%	97%	0%	92%
MODAL	Mode	92	0.00022	0%	3%	100%	100%	8%	100%
MODAL	Mode	93	0.000112	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	94	0.000112	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	95	0.000089	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	96	0.000089	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	97	0.000086	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	98	0.000086	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	99	0.000037	0%	0%	100%	100%	0%	100%
MODAL	Mode	100	0.000037	0%	0%	100%	100%	0%	100%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 35 di 187

6 SOTTOSTRUTTURE

Per le verifiche agli stati limite SLU e SLE si è individuata 1 tipologia di sottostrutture:

- Tipo 1: pile con sezione rettangolare cava di dimensioni 3.6 m per 9.4 m (Sezione 1) di altezza $h > 5$ m e $h \leq 6.5$ m. Le verifiche per il gruppo sono state condotte sulla pila maggiormente sollecitata, che è la pila 1.

Si riportano di seguito le verifiche della pila 1.

Il calcolo dei pali è stato eseguito secondo la formulazione di Piglet, di cui si riporta una breve descrizione.

Calcolo sollecitazioni pali – Piglet

Per l'analisi della risposta della palificata, e la stima del cedimento dei singoli pali del gruppo, si utilizza la procedura di calcolo automatico implementata nel codice commerciale Piglet (concesso in uso gratuito) allestito da Randolph nella versione in data 2004. (Randolph M.F., Piglet, Analysis and Design of Pile Groups, Version 5.1, 2004).

Con tale procedura, il calcolo si esegue nell'ipotesi che il terreno di fondazione della palificata possa essere assimilato ad un bistrato; in particolare lo strato superiore comprende il gruppo di pali, quello inferiore si estende indefinitamente verso il basso a partire dalla punta dei pali. In tal modo si differenzia la rigidezza del terreno circostante il fusto dei pali, tipicamente affetta dalle deformazioni palo-terreno e quindi soggetta ad una riduzione, da quella del terreno sotto la punta dei pali, di fatto soggetta ad una minima riduzione per le ridotte deformazioni del complesso palo-terreno al crescere della profondità dal piano campagna.

Riguardo il comportamento meccanico del terreno nell'intorno del fusto, si ipotizza che possa essere assimilato a quello di un mezzo elastico, anche caratterizzato da rigidezza variabile linearmente in funzione della profondità dalla testa del palo.

Sebbene tale schematizzazione non consenta di rappresentare puntualmente le situazioni reali, in particolare il caso di sottosuolo costituito da una successione di materiali aventi caratteristiche fisiche e meccaniche differenti, può essere ancora applicata con sufficiente approssimazione a questi casi reali. Infatti è sufficiente definire un valore medio del modulo che esprime la rigidezza del mezzo e, inoltre, un valore medio del coefficiente di incremento di tale modulo con la profondità dal piano di campagna. Ne discende la possibilità di esprimere il naturale incremento di rigidezza dei terreni reali all'aumentare dello stato tensionale efficace, come avviene, ad esempio, nel caso dei depositi di materiali incoerenti.

Per l'analisi dell'interazione fra il palo ed il terreno si considera, inoltre, che il terreno al di sopra della base risponda unicamente agli incrementi di sollecitazione associati alla mobilitazione della

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 36 di 187</p>

resistenza laterale, lungo il fusto. Invece, il terreno al di sotto della punta risponde unicamente alle azioni trasmesse attraverso la base del palo, secondo la nota formulazione proposta da Boussinesq. La deformazione del palo è ricavata nell'ipotesi di comportamento elastico dell'elemento strutturale, sulla base del modulo di elasticità longitudinale E_p del materiale costituente il palo.

In presenza di azioni normali all'asse, l'analisi si sviluppa utilizzando un legame fra le sollecitazioni e le deformazioni che è stato ricavato dall'Autore sulla base dell'interpolazione dei risultati di analisi eseguite utilizzando procedure di calcolo automatico basate sul metodo degli elementi finiti. In particolare queste analisi sono state eseguite nell'ipotesi di palo flessibile.

Come noto il palo può essere definito flessibile allorché la lunghezza è maggiore della lunghezza critica l_c . Questa è funzione della rigidezza relativa palo-terreno, espressa mediante rapporto fra il modulo di elasticità longitudinale del palo E_p ed il modulo di elasticità tangenziale G del terreno, e del raggio del palo.

Nel caso di pali in gruppo, oltre all'interazione fra il generico palo ed il terreno circostante ed alla base si tiene anche conto degli effetti indotti dalle variazioni di stato tensionale associate agli altri pali. A tal fine si utilizzano specifiche funzioni di trasferimento che si definiscono tenendo conto della geometria dei pali, della distanza fra questi e disposizione planimetrica, del carico applicato e della rigidezza del terreno.

In definitiva, il calcolo si sviluppa definendo la geometria della palificata, la rigidezza dei pali, imposta costante per gli elementi del gruppo, le caratteristiche meccaniche dei due strati di terreno, al di sopra ed al di sotto della base, i carichi esterni.

In dettaglio, la risposta dei terreni ai carichi è descritta mediante i valori dei moduli di elasticità tangenziale G e del modulo di Poisson ν , che viene considerato costante per i due strati, al di sopra ed al di sotto della base del palo.

Riguardo il modulo G si segnala che il programma consente di definire valori (ed anche leggi di incremento lineare con la profondità) diversi, in modo da tenere in conto la differente rigidezza nei riguardi dei carichi verticali (G_V) rispetto a quelli orizzontali (G_H). Infatti, laddove la fondazione è soggetta ad elevate azioni orizzontali, alla traslazione della palificata potrebbe associarsi un abbattimento di rigidezza maggiore in direzione orizzontale rispetto alla direzione verticale.

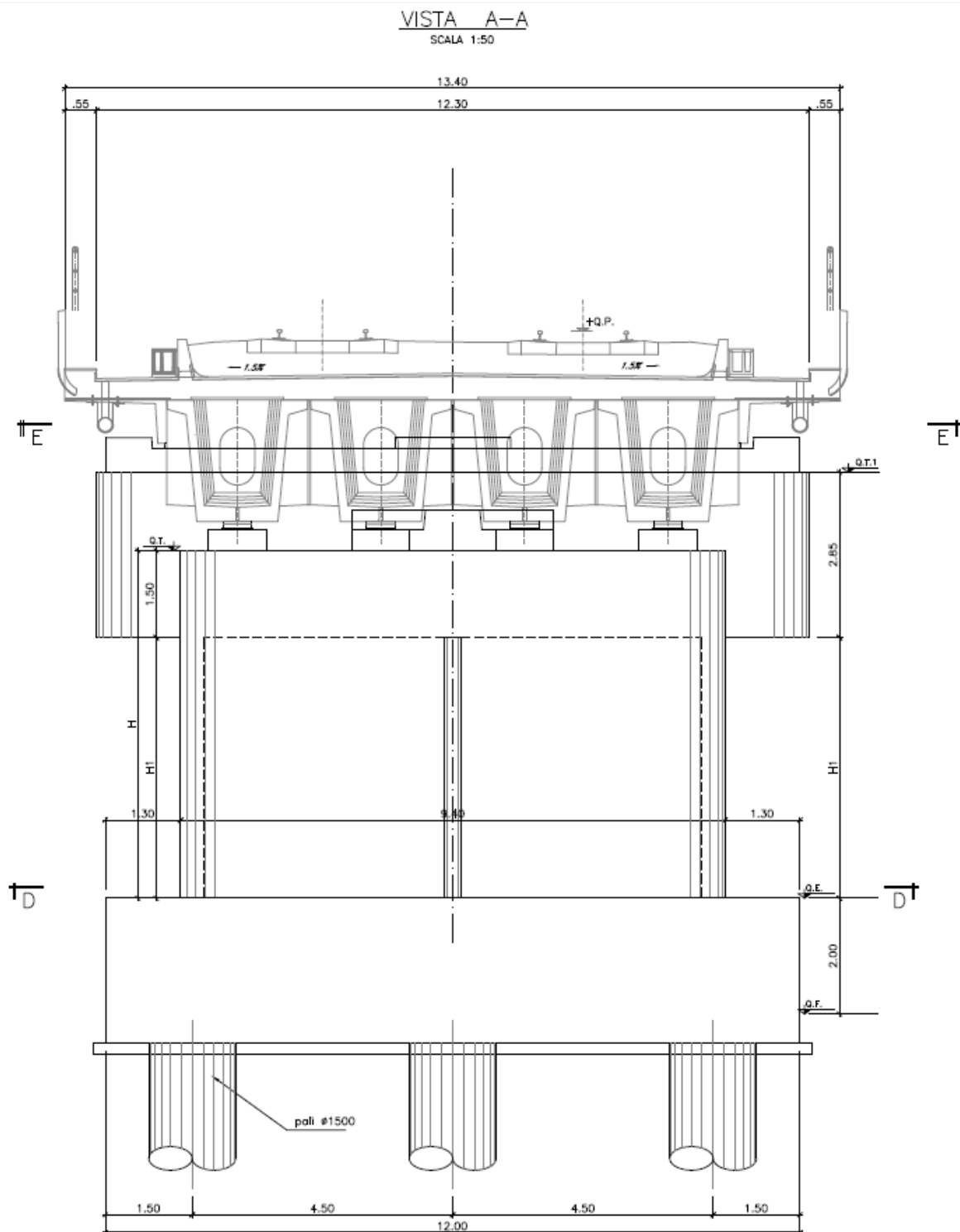
Nel caso in esame, tale eventualità è stata tenuta in conto fissando un valore di G_H alla testa palo pari ad $1/3$ di G_V e considerando, inoltre, un incremento del modulo con la profondità dG/dz pari alla metà, per cui $dG_H / dz = 0.5 dG_V / dz$.

Con questa scelta, di certo cautelativa anche rispetto alle indicazioni di letteratura (Randolph M.F., Piglet, Analysis and Design of Pile Groups, Version 5.1, User Manual, 2004) tipicamente $G_H = 0.5 G_V$, si è voluto tenere conto che in presenza di azioni sismiche, quali possono manifestarsi nell'area di intervento, e quindi anche elevate la riduzione di rigidezza del terreno intorno al palo nei riguardi delle azioni orizzontali può essere maggiore di quella in direzione verticale.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 37 di 187</p>

Il momento massimo sul palo è ottenuto moltiplicando il taglio agente, calcolato come vettore risultante dei tagli nelle due direzioni, per il coefficiente α (rapporto tra momento e taglio a testa palo), fornito nella relazione geotecnica generale IN1710YI2RBVI1800001. Per il tipo di terreno in esame α è pari a 2.83.

6.1 PILA 1



6.1.1 Fusto

6.1.1.1 Stato di sollecitazione

Si riportano di seguito le sollecitazioni in corrispondenza dello spiccatto della pila.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 39 di 187

	Pmin	Pmax	M2 y	V3 y	M3 x	V2 x	P plinto
COMB	kN	kN	kNm	kN	kNm	kN	kN
SISMICA - Dir. X	-18124	-11317	13403	1454	37676	5505	-6480
SISMICA - Dir. Y	-16653	-12788	41394	4743	14744	2077	-6480
SISMICA - Dir. Z	-18180	-11260	13403	1454	24212	3496	-6480
SLU_TRAFF-A1	-28901	-19514	24219	1674	21238	2144	-8748
SLU_ENV-T+V-A1	-27030	-19521	20108	1406	16991	1716	-8748
SLU_TRAFF-A2	-24706	-16614	21384	1489	18309	1849	-6480
SLU_ENV-T+V-A2	-24126	-16616	20108	1406	16991	1716	-6480
SLS - Caratteristica rara	-20528	-14054	16619	1147	14647	1479	-6480
SLS - Quasi Permanente	-14078	-14078	0	0	0	0	-6480

6.1.1.2 Verifiche SLU - Flessione

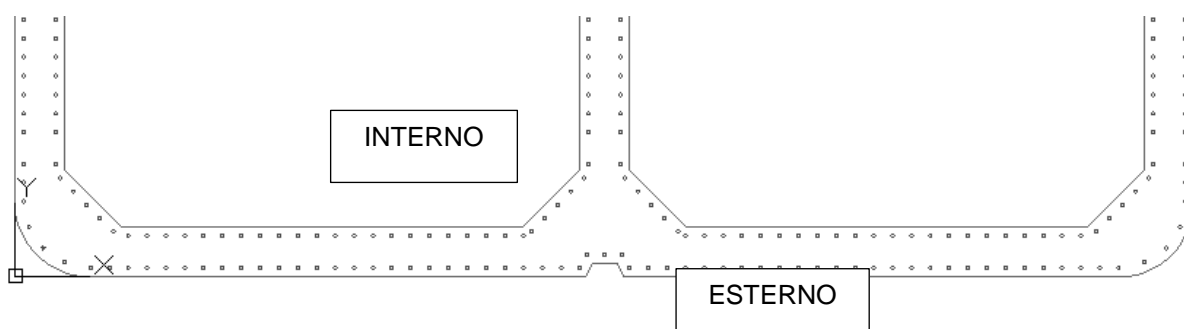
Nella pila 1 è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura longitudinale esterna 164 Φ 16

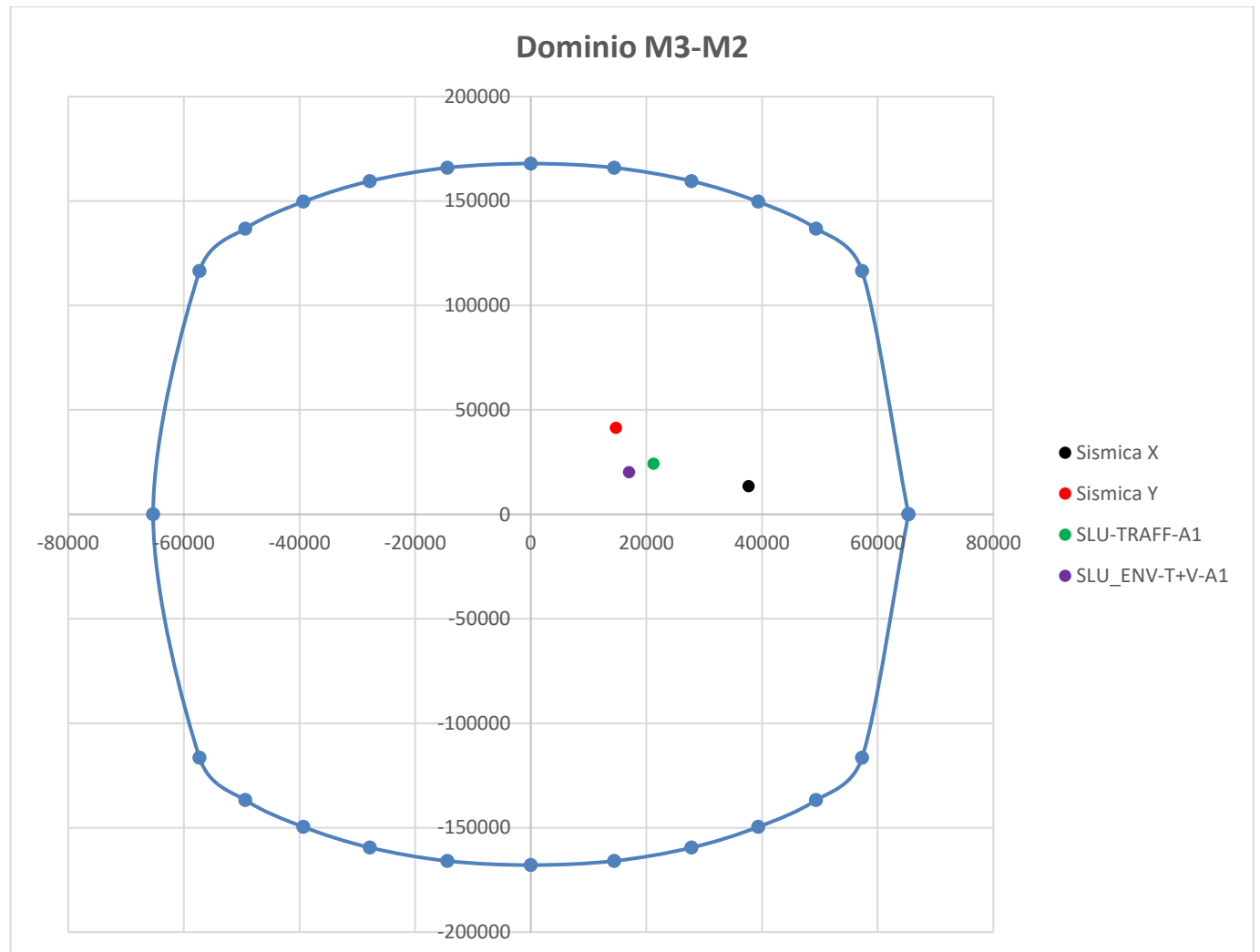
Armatura longitudinale interna 180 Φ 16

La percentuale di armatura nella sezione è 0.64%, maggiore della percentuale minima richiesta dalla specifica RFI 0.6%.

Si riporta un particolare della sezione alla base del fusto della pila.



Si riporta il dominio di resistenza della sezione riferito alla N minima, pari a 11317 kN, derivante dalla combinazione Sismica X, e i momenti agenti sulla sezione.



Le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di carico sono tutte comprese nel dominio di resistenza della sezione. Sebbene la combinazione più gravosa presenti un coefficiente di utilizzazione basso, la sezione non può essere ottimizzata ulteriormente per poter rispettare i limiti di percentuale minima di armatura.

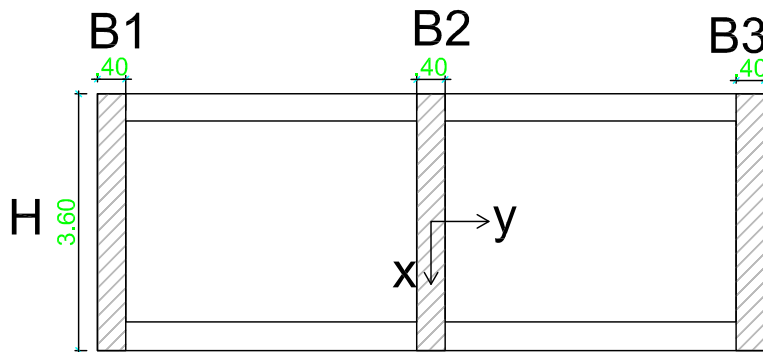
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 41 di 187

6.1.1.3 Verifiche SLU – Taglio

La verifica a taglio è stata fatta separatamente nelle due direzioni X e Y, su una sezione equivalente, la cui area reagente a taglio è determinata per ogni direzione come nelle immagini sottostanti.

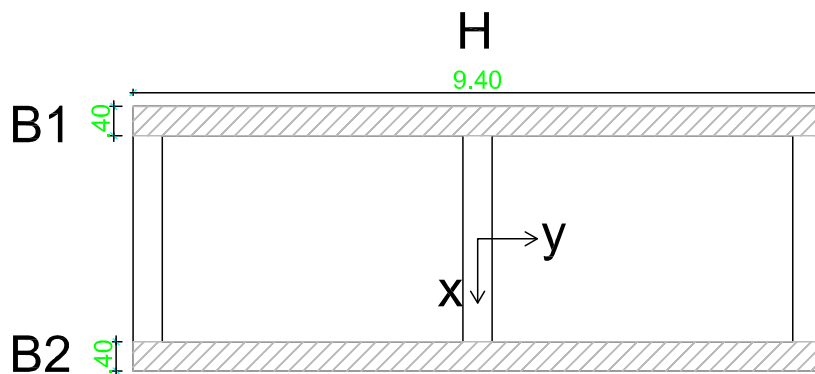
Taglio direzione X

Area sezione equivalente = $(B1+B2+B3)*H$



Taglio direzione Y

Area sezione equivalente = $(B1+B2)*H$



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 42 di 187

Nella pila 1 è presente la seguente armatura a taglio:

Staffe direzione X 6 Φ 16 / 20 cm

Staffe direzione Y 4 Φ 16 / 20 cm

Direzione X					
Descrizione (Parametro/Caratteristica)	Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore	
1	Taglio Agente	V_{ed}	kN	5505	
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}	kN	11317	
3	Larghezza Sezione	B	mm	1200	
4	Altezza Sezione	H	mm	3600	
5	Numero delle barre longitudinali	n	-	344.0	
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ	mm	16	
7	Copriferro delle barre longitudinali	c	mm	40	
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w	-	6	
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w	mm	16	
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w	mm	200	
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α	°	90	
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ	°	25.809	
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}	Mpa	32	
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c	-	1.5	
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}		0.85	
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}	MPa	450	
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a	-	1.15	
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	18.13
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	2.62
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	3552
22	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	69,165
23	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01623
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.23729
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	v_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.272
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	v'_{min}	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.665

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 					
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 43 di 187</p>

27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot^2\theta)$		0.392
28	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp} / f_{cd})$	-	1.144
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	V_{Rd}	$0,18k(100\rho f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.947
30	Taglio Resistente del cls non armato	V_{Rd}	$V_{Rd,c} B d$	kN	4,036
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	armatura NECESSARIA
32	Resistenza massima a taglio del cls	V_{Rcd}	$0,5\alpha_c v f_{cd}$	MPa	4.067
33	Taglio Resistente massimo del cls	V_{Rcd}	$0,9v_{Rcd} B d$	kN	15,602
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	η_{Rcd}	V_{Rcd} / V_{Ed}	-	2.834
35	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rcd}$	?	OK
36	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm ²	1,206
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_{ena}$		2.068
38	Taglio Resistente dell'armatura	V_{Rsd}	$0,9d A_{sw} f_{yd} v_1 / s_w$	kN	15,602
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	η_{Rsd}	V_{Rsd} / V_{Ed}	-	2.834
40	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rsd}$	?	OK
41	Verifica a taglio sulla sezione?				OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 44 di 187

Direzione Y

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	4743
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	12788
3	Larghezza Sezione	B		mm	800
4	Altezza Sezione	H		mm	9400
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	344.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	16
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	40
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	4
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	16
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	200
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	26.446
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	32
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}			0.85
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	18.13
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	1.70
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	9352
22	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	69,165
23	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00924
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.14624
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	v_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.243
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	v'_{min}	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.498
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot\theta^2)$		0.399
28	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.094

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 45 di 187	

29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	V_{Rd}	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.680
30	Taglio Resistente del cls non armato	V_{Rd}	$v_{Rd,c} B d$	kN	5,091
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	OK
32	Resistenza massima a taglio del cls	V_{Rcd}	$0,5\alpha_c v_{fcd}$	MPa	3.954
33	Taglio Resistente massimo del cls	V_{Rcd}	$0,9v_{Rcd} B d$	kN	26,626
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	η_{Rcd}	V_{Rcd} / V_{Ed}	-	5.614
35	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rcd}$	?	OK
36	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$\eta_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm ²	804
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_{ena}$		2.010
38	Taglio Resistente dell'armatura	V_{Rsd}	$0,9d A_{sw} f_{yd} v_1 / s_w$	kN	26,626
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	η_{Rsd}	V_{Rsd} / V_{Ed}	-	5.614
40	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rsd}$	?	OK
41	Verifica a taglio sulla sezione?				OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 46 di 187

Si evidenzia che applicando alla pila una differenza di temperatura tra interno ed esterno pari a 10 °C (come indicato al § 1.4.4.1.1 della specifica RFI), allo stato limite ultimo si genera, per il solo effetto termico, un momento flettente pari a $M_{sd} = 72,57$ kNm. Il momento resistente calcolato per staffe $\Phi 12 / 20$ è pari a $M_{rd} = 82,78$ kNm.

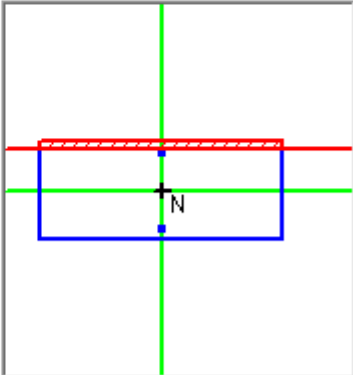
Titolo : _____

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	4,6
2	5,65	35,4

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C 32/40	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	18,13
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8 ?
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,7333
		τ_{c1}	2,114

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**

Precompresso

6.1.1.4 Verifiche SLE – Tensionale

Caratteristica

Titolo : pila speciale

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	460	10	1	2.01	39.86861	348.6483
2	480	10	2	2.01	22.77083	337.2282
3	485	2.850106E-05	3	2.01	7.348019	119.9279
4	880	9.966555E-10	4	2.01	7.348019	134.9279
5	922.43	17.57	5	2.01	7.348019	149.9279
6	940	59.99999	6	2.01	7.348019	160.4591

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="11317"/>	<input type="text" value="14054"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="14647"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="16619"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN
yN

Materiali

B450C	C32/40
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E _s <input type="text" value="200,000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="18.13"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="12.25"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.7333"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="2.114"/>

σ _c	<input type="text" value="-3.063"/> N/mm²		
σ _s	<input type="text" value="13.22"/> N/mm²		
ε _s	<input type="text" value="0.06608"/> ‰		
d	<input type="text" value="554.7"/> cm		
x	<input type="text" value="430.8"/>	x/d	<input type="text" value="0.7766"/>
		δ	<input type="text" value="1"/>

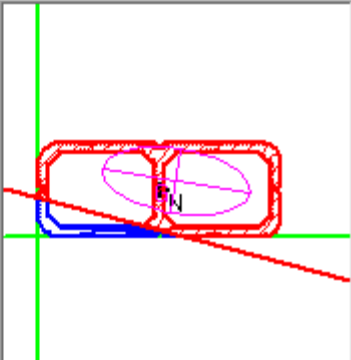
Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso



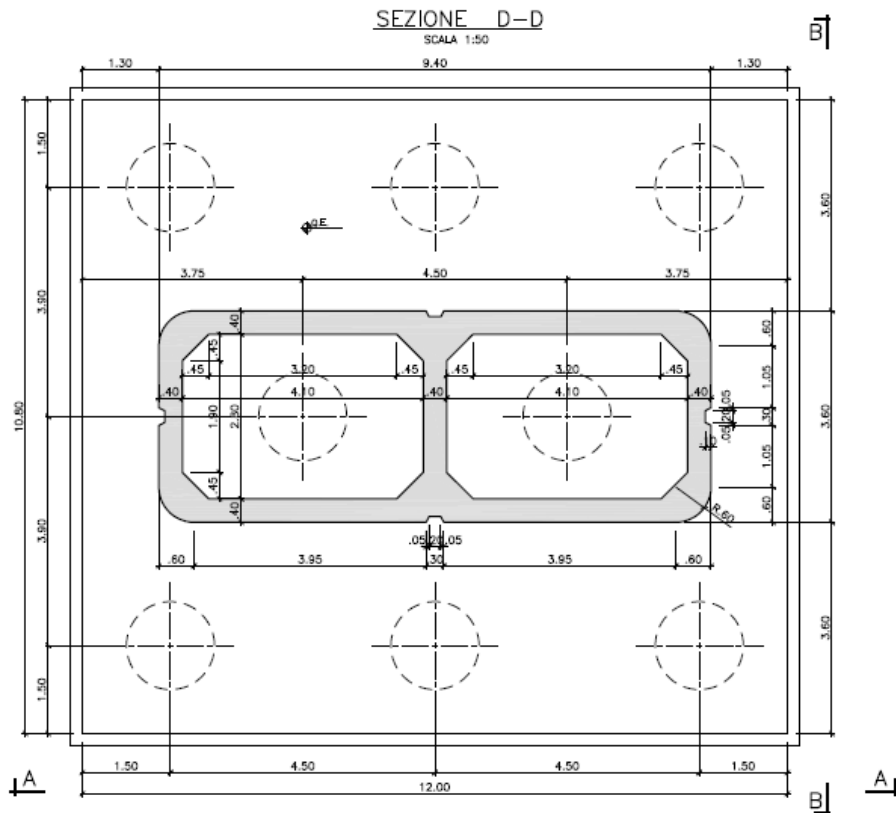
$$\sigma_c = 3.063 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55 \cdot f_{ck} \text{ [MPa]} = 17.6 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 13.22 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75 \cdot f_{yk} \text{ [MPa]} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 187

6.1.2 Platea di fondazione

Si riporta di seguito la sezione della fondazione della pila 1.



6.1.2.1 Stato di sollecitazione

Si riportano di seguito le sollecitazioni in corrispondenza dello spiccato della pila, e quelle al piano di posa della fondazione. Poiché nel modello numerico le pile sono state modellate con un incastro alla base, le azioni allo spiccato della pila sono trasferite al piano di posa della fondazione, tenendo conto dei seguenti effetti:

- Forza di attrito appoggi
- Momenti di trasporto delle azioni taglianti
- Peso della fondazione
- Peso del terreno di ricoprimento
- Azione sismica agente sulla massa della fondazione e sulla massa del terreno di ricoprimento.

Altezza piastra di fondazione
Lunghezza fondazione DIR X

H = 2.0 m
a = 10.8 m

 Consorzio IricAV Due	 ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 49 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 187		

Larghezza fondazione DIR Y b = 12.0 m
 Altezza fusto pila H_{pila} = 6.50 m
 Altezza terreno H_{ter} = 1.4 m

	AZIONI SPICCATO PILA							
	Pmin	Pmax	M2 y	V3 y	M3 x	V2 x	P plinto	Fa
COMB	kN	kN	kNm	kN	kNm	kN	kN	kN
SISMICA - Dir. X	-18124	-11317	13403	1454	37676	5505	-6480	299
SISMICA - Dir. Y	-16653	-12788	41394	4743	14744	2077	-6480	299
SISMICA - Dir. Z	-18180	-11260	13403	1454	24212	3496	-6480	299
SLU_TRAFF-A1	-28901	-19514	24219	1674	21238	2144	-8748	427
SLU_ENV-T+V-A1	-27030	-19521	20108	1406	16991	1716	-8748	427
SLU_TRAFF-A2	-24706	-16614	21384	1489	18309	1849	-6480	357
SLU_ENV-T+V-A2	-24126	-16616	20108	1406	16991	1716	-6480	357
SLS - Caratteristica rara	-20528	-14054	16619	1147	14647	1479	-6480	299
SLS - Quasi Permanente	-14078	-14078	0	0	0	0	-6480	299

	AZIONI PIANO DI POSA FONDAZIONE					
	Pmin	Pmax	V2	M3	V3	M2
COMB	kN	kN	kN	kNm	kN	kNm
Sismica X	-27151	-20344	8440	55132	2245	17482
Sismica Y	-25680	-21815	3167	22614	7379	54780
Sismica Z	-27208	-20288	4586	34919	2245	17482
SLU-TRAFF-A1	-41088	-31701	2572	29159	1674	27568
SLU_ENV-T+V-A1	-39217	-31708	2143	24054	1406	22921
SLU-TRAFF-A2	-33734	-25642	2206	25041	1489	24363
SLU_ENV-T+V-A2	-33153	-25644	2073	23457	1406	22921
SLE-CAR	-29555	-23082	1778	20150	1147	18913
SLE-QP	-23105	-23105	299	2545	0	0

Per calcolare i tagli e i momenti agenti sulla fondazione si è considerata l'azione assiale trasmessa dal gruppo dei pali, e la corrispondente eccentricità nella direzione X e Y della platea. La risposta della palificata alle sollecitazioni calcolate al piano di posa della fondazione sono state ripartite sui pali secondo la formulazione di Piglet, come descritto nel seguente paragrafo.

Calcolo sollecitazioni pali – Piglet

Si riportano di seguito i dati di input riguardanti le caratteristiche del suolo (*soil details*), le caratteristiche dei pali (*pile details*), la geometria del gruppo di pali (*pile group geometry*), che comprende diametro (*shaft diameter*), coordinate (*x co-ord*, *y co-ord*), e lunghezza (*Embedded Length*) di ciascun palo, e le sollecitazioni per tutte combinazioni di carico (*Loading cases*).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 50 di 187

Dati di Input

Soil details:

		Symbols
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	85000	G_{oa}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	3000	Gm_a
Axial: Shear modulus below base, G_b	205000	G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$	85000	$G_{o\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	3000	Gm_ℓ
Poisson's ratio (all loading modes)	0.33	ν

Pile details:

Free-standing length	0	L_f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	30000000	E_{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E_{pa}
Young's modulus: Free-standing part (lateral)	30000000	$E_{p\ell f}$
Young's modulus: Embedded part (lateral)	30000000	$E_{p\ell}$
Piles pinned (0) or fixed (1) to pile cap	1	N_{fix}

Pile group geometry:	Shaft	Base	x	y	Embedded
	Diameter	Diameter	co-ord.	co-ord	Length
1	1.5	1.5	-3.9	-4.5	35
2	1.5	1.5	-3.9	0	35
3	1.5	1.5	-3.9	4.5	35
4	1.5	1.5	0	-2.25	35
5	1.5	1.5	0	2.25	35
6	1.5	1.5	3.9	-4.5	35
7	1.5	1.5	3.9	0	35
8	1.5	1.5	3.9	4.5	35

Loading cases

	V (w)	H (u)	M (θ)	H (v)	M (θ)
		x	x to z	y	y to z
1	27151	8440.356	55131.62	2245.283	17481.71
2	25680.03	3167.362	22614.1	7378.557	54779.67
3	27207.52	4586.177	34919.11	2245.283	17481.71
4	41087.73	2571.735	29159.08	1674.178	27567.81
5	39217.1	2142.848	24053.67	1406.141	22920.56
6	33733.54	2205.731	25041.23	1489.325	24362.81
7	33153	2072.628	23456.8	1406.141	22920.56
8	29555.22	1778.361	20150.09	1146.928	18912.7
9	23104.79	299.4397	2545.238	1.91E-11	2.03E-10
10	20343.84	8440.356	55131.62	2245.283	17481.71
11	21815.01	3167.362	22614.1	7378.557	54779.67
12	20287.51	4586.177	34919.11	2245.283	17481.71
13	31701.09	2571.735	29159.08	1674.178	27567.81
14	31707.79	2142.848	24053.67	1406.141	22920.56
15	25641.61	2205.731	25041.23	1489.325	24362.81

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 51 di 187	

16	25643.69	2072.628	23456.8	1406.141	22920.56
17	23081.67	1778.361	20150.09	1146.928	18912.7
18	23104.79	299.4397	2545.238	1.91E-11	2.03E-10

Dati di Output

Output from PIGLET

Company name (licensee): Università di Trento, Italy - Teaching only

Title: Viadotto Grena

Scope of problem General three-dimensional loading
Total number of piles 8
Number of load cases 18
Pile head fixity Piles built into pile cap

Summary tables of results

Pile cap loads and deformations at origin ($x = y = z = 0$):

Load Case No.	Vertical Load	Horizontal I Load (x)	Horizontal I Load (y)	Moment (x to z)	Moment (y to z)	Torque (x to y)
1	27151.2	8440.4	2245.3	55131.6	17481.7	0.0
2	25680.0	3167.4	7378.6	22614.1	54779.7	0.0
3	27207.5	4586.2	2245.3	34919.1	17481.7	0.0
4	41087.7	2571.7	1674.2	29159.1	27567.8	0.0
5	39217.1	2142.8	1406.1	24053.7	22920.6	0.0
6	33733.5	2205.7	1489.3	25041.2	24362.8	0.0
7	33153.0	2072.6	1406.1	23456.8	22920.6	0.0
8	29555.2	1778.4	1146.9	20150.1	18912.7	0.0
9	23104.8	299.4	0.0	2545.2	0.0	0.0
10	20343.8	8440.4	2245.3	55131.6	17481.7	0.0
11	21815.0	3167.4	7378.6	22614.1	54779.7	0.0
12	20287.5	4586.2	2245.3	34919.1	17481.7	0.0
13	31701.1	2571.7	1674.2	29159.1	27567.8	0.0
14	31707.8	2142.8	1406.1	24053.7	22920.6	0.0
15	25641.6	2205.7	1489.3	25041.2	24362.8	0.0
16	25643.7	2072.6	1406.1	23456.8	22920.6	0.0
17	23081.7	1778.4	1146.9	20150.1	18912.7	0.0
18	23104.8	299.4	0.0	2545.2	0.0	0.0

Load Case No.	Vertical Deflection	Horizontal I Defn (x)	Horizontal I Defn (y)	Rotation (x to z)	Rotation (y to z)	Torsion (x to y)
1	0.0030	0.0025	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000
2	0.0029	0.0010	0.0023	0.0001	0.0002	0.0000
3	0.0030	0.0014	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000
4	0.0046	0.0008	0.0006	0.0001	0.0001	0.0000
5	0.0044	0.0007	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
6	0.0038	0.0007	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
7	0.0037	0.0007	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
8	0.0033	0.0006	0.0004	0.0001	0.0001	0.0000
9	0.0026	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 187	

10	0.0023	0.0025	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000
11	0.0024	0.0010	0.0023	0.0001	0.0002	0.0000
12	0.0023	0.0014	0.0007	0.0001	0.0001	0.0000
13	0.0035	0.0008	0.0006	0.0001	0.0001	0.0000
14	0.0035	0.0007	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
15	0.0029	0.0007	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
16	0.0029	0.0007	0.0005	0.0001	0.0001	0.0000
17	0.0026	0.0006	0.0004	0.0001	0.0001	0.0000
18	0.0026	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Pile forces and deflections at cap level:

Pile No.	Load Case No.	Axial	Lateral	Lateral	Moments	Moments	Torques	Axial	Lateral	Lateral
		Loads	Loads (x)	Loads (y)	(x to z)	(y to z)	(x to y)	Deflectio n	Defn (x)	Defn (y)
1	1	192.486	1382.186	349.938	1428.504	-342.674	0.000	0.002	0.003	0.001
1	2	-484.643	519.191	1149.430	-518.706	1149.633	0.000	0.002	0.001	0.002
1	3	1268.903	752.335	349.938	-731.446	-342.674	0.000	0.002	0.001	0.001
1	4	3227.218	424.399	263.941	-323.797	-127.472	0.000	0.004	0.001	0.001
1	5	3425.950	353.558	221.635	-271.985	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
1	6	2509.709	364.008	234.765	-277.426	-114.817	0.000	0.003	0.001	0.001
1	7	2571.385	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.003	0.001	0.000
1	8	2406.475	293.469	180.823	-224.028	-87.091	0.000	0.003	0.001	0.000
1	9	3242.922	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
1	10	-799.075	1382.186	349.938	1428.504	-342.674	0.000	0.001	0.003	0.001
1	11	1047.623	519.191	1149.430	-518.706	1149.633	0.000	0.001	0.001	0.002
1	12	260.932	752.335	349.938	-731.446	-342.674	0.000	0.001	0.001	0.001
1	13	1859.958	424.399	263.941	-323.797	-127.472	0.000	0.003	0.001	0.001
1	14	2332.142	353.558	221.635	-271.985	-109.122	0.000	0.003	0.001	0.000
1	15	1331.037	364.008	234.765	-277.426	-114.817	0.000	0.002	0.001	0.001
1	16	1477.577	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.002	0.001	0.000
1	17	1463.537	293.469	180.823	-224.028	-87.091	0.000	0.002	0.001	0.000
1	18	3242.922	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
2	1	496.502	983.567	225.505	-940.941	-203.285	0.000	0.002	0.003	0.001
2	2	1868.258	369.107	741.690	-335.307	-692.573	0.000	0.003	0.001	0.002
2	3	1493.591	534.459	225.505	-465.403	-203.285	0.000	0.003	0.001	0.001
2	4	3402.615	299.750	164.750	-172.449	-18.047	0.000	0.004	0.001	0.001
2	5	3408.438	249.759	138.428	-145.932	-17.304	0.000	0.004	0.001	0.000
2	6	2746.530	257.090	146.597	-147.611	-17.535	0.000	0.003	0.001	0.001
2	7	2748.337	241.576	138.428	-139.381	-17.304	0.000	0.003	0.001	0.000
2	8	2482.861	207.277	112.859	-119.374	-12.117	0.000	0.003	0.001	0.000
2	9	2502.940	34.897	0.000	-27.935	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
2	10	-274.419	983.567	225.505	-940.941	-203.285	0.000	0.001	0.003	0.001
2	11	1430.551	369.107	741.690	-335.307	-692.573	0.000	0.002	0.001	0.002
2	12	709.912	534.459	225.505	-465.403	-203.285	0.000	0.002	0.001	0.001
2	13	2339.594	299.750	164.750	-172.449	-18.047	0.000	0.003	0.001	0.001
2	14	2558.021	249.759	138.428	-145.932	-17.304	0.000	0.003	0.001	0.000
2	15	1830.133	257.090	146.597	-147.611	-17.535	0.000	0.003	0.001	0.001
2	16	1897.921	241.576	138.428	-139.381	-17.304	0.000	0.003	0.001	0.000
2	17	1749.743	207.277	112.859	-119.374	-12.117	0.000	0.002	0.001	0.000

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65
0 - GENERALE E GEOTECNICA
GENERALE
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL VI 18 0 0 001

Rev.
A

Foglio
53 di 187

2	18	2502.940	34.897	0.000	-27.935	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
3	1	2157.169	1382.185	349.938	1428.503	-342.674	0.000	0.003	0.003	0.001
3	2	5723.133	519.191	1149.430	-518.706	1149.633	0.000	0.003	0.001	0.002
3	3	3233.585	752.335	349.938	-731.446	-342.674	0.000	0.003	0.001	0.001
3	4	6045.831	424.399	263.941	-323.796	-127.472	0.000	0.005	0.001	0.001
3	5	5771.541	353.558	221.635	-271.984	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
3	6	5002.099	364.008	234.765	-277.426	-114.817	0.000	0.004	0.001	0.001
3	7	4916.975	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
3	8	4339.921	293.469	180.823	-224.027	-87.091	0.000	0.003	0.001	0.000
3	9	3242.922	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
3	10	1165.608	1382.185	349.938	1428.503	-342.674	0.000	0.002	0.003	0.001
3	11	5160.152	519.191	1149.430	-518.706	1149.633	0.000	0.003	0.001	0.002
3	12	2225.615	752.335	349.938	-731.446	-342.674	0.000	0.002	0.001	0.001
3	13	4678.571	424.399	263.941	-323.796	-127.472	0.000	0.004	0.001	0.001
3	14	4677.731	353.558	221.635	-271.984	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
3	15	3823.427	364.008	234.765	-277.426	-114.817	0.000	0.003	0.001	0.001
3	16	3823.167	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.003	0.001	0.000
3	17	3396.983	293.469	180.823	-224.028	-87.091	0.000	0.003	0.001	0.000
3	18	3242.922	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
4	1	2170.888	472.240	197.260	-375.870	-157.003	0.000	0.003	0.003	0.001
4	2	1123.021	176.192	648.728	-122.322	-540.542	0.000	0.002	0.001	0.002
4	3	2176.264	253.961	197.260	-155.958	-157.003	0.000	0.003	0.001	0.001
4	4	3318.240	137.320	144.457	5.718	16.802	0.000	0.004	0.001	0.001
4	5	3240.889	114.548	121.372	2.405	11.960	0.000	0.004	0.001	0.000
4	6	2686.189	117.760	128.536	5.216	13.463	0.000	0.004	0.001	0.001
4	7	2662.184	110.693	121.372	4.188	11.960	0.000	0.004	0.001	0.000
4	8	2406.988	94.964	98.958	3.823	11.758	0.000	0.003	0.001	0.000
4	9	2204.921	16.441	0.000	-7.602	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
4	10	1521.253	472.240	197.260	-375.870	-157.003	0.000	0.002	0.003	0.001
4	11	754.177	176.192	648.728	-122.322	-540.542	0.000	0.002	0.001	0.002
4	12	1515.877	253.961	197.260	-155.958	-157.003	0.000	0.002	0.001	0.001
4	13	2422.460	137.320	144.457	5.718	16.802	0.000	0.003	0.001	0.001
4	14	2524.265	114.548	121.372	2.405	11.960	0.000	0.003	0.001	0.000
4	15	1913.965	117.760	128.536	5.216	13.463	0.000	0.003	0.001	0.001
4	16	1945.560	110.693	121.372	4.188	11.960	0.000	0.003	0.001	0.000
4	17	1789.209	94.964	98.958	3.823	11.758	0.000	0.002	0.001	0.000
4	18	2204.921	16.441	0.000	-7.602	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
5	1	3011.262	472.240	197.260	-375.870	-157.003	0.000	0.003	0.003	0.001
5	2	3778.337	176.192	648.728	-122.322	-540.542	0.000	0.003	0.001	0.002
5	3	3016.637	253.961	197.260	-155.958	-157.003	0.000	0.003	0.001	0.001
5	4	4523.874	137.320	144.457	5.718	16.802	0.000	0.005	0.001	0.001
5	5	4244.191	114.548	121.372	2.405	11.960	0.000	0.005	0.001	0.000
5	6	3752.284	117.760	128.536	5.216	13.462	0.000	0.004	0.001	0.001
5	7	3665.486	110.693	121.372	4.188	11.960	0.000	0.004	0.001	0.000
5	8	3234.000	94.964	98.958	3.823	11.758	0.000	0.003	0.001	0.000
5	9	2204.920	16.441	0.000	-7.602	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
5	10	2361.626	472.240	197.260	-375.870	-157.003	0.000	0.002	0.003	0.001
5	11	3409.493	176.192	648.728	-122.322	-540.542	0.000	0.003	0.001	0.002
5	12	2356.251	253.961	197.260	-155.958	-157.003	0.000	0.002	0.001	0.001

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65
0 - GENERALE E GEOTECNICA
GENERALE
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
YI2 CL VI 18 0 0 001

Rev.
A

Foglio
54 di 187

5	13	3628.094	137.320	144.457	5.718	16.802	0.000	0.004	0.001	0.001
5	14	3527.568	114.548	121.372	2.405	11.960	0.000	0.004	0.001	0.000
5	15	2980.061	117.760	128.536	5.216	13.462	0.000	0.003	0.001	0.001
5	16	2948.863	110.693	121.372	4.188	11.960	0.000	0.003	0.001	0.000
5	17	2616.221	94.964	98.958	3.823	11.758	0.000	0.003	0.001	0.000
5	18	2204.920	16.441	0.000	-7.602	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
6	1	5752.529	1382.185	349.938	1428.503	-342.675	0.000	0.004	0.003	0.001
6	2	1757.985	519.191	1149.431	-518.706	1149.634	0.000	0.002	0.001	0.002
6	3	4692.522	752.335	349.938	-731.446	-342.675	0.000	0.003	0.001	0.001
6	4	5923.865	424.399	263.941	-323.796	-127.472	0.000	0.005	0.001	0.001
6	5	5653.205	353.558	221.635	-271.984	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
6	6	4825.171	364.008	234.765	-277.426	-114.817	0.000	0.004	0.001	0.001
6	7	4741.173	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
6	8	4270.119	293.469	180.823	-224.028	-87.091	0.000	0.003	0.001	0.000
6	9	3487.974	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
6	10	4760.968	1382.185	349.938	1428.503	-342.675	0.000	0.003	0.003	0.001
6	11	1195.005	519.191	1149.431	-518.706	1149.634	0.000	0.002	0.001	0.002
6	12	3684.552	752.335	349.938	-731.446	-342.675	0.000	0.002	0.001	0.001
6	13	4556.605	424.399	263.941	-323.797	-127.472	0.000	0.004	0.001	0.001
6	14	4559.396	353.558	221.635	-271.984	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
6	15	3646.499	364.008	234.765	-277.426	-114.817	0.000	0.003	0.001	0.001
6	16	3647.365	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.003	0.001	0.000
6	17	3327.181	293.469	180.823	-224.028	-87.091	0.000	0.003	0.001	0.000
6	18	3487.974	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
7	1	5653.147	983.567	225.505	-940.941	-203.285	0.000	0.004	0.003	0.001
7	2	3948.177	369.107	741.690	-335.307	-692.573	0.000	0.003	0.001	0.002
7	3	4668.816	534.459	225.505	-465.403	-203.285	0.000	0.004	0.001	0.001
7	4	5903.610	299.750	164.750	-172.449	-18.047	0.000	0.005	0.001	0.001
7	5	5474.098	249.759	138.428	-145.932	-17.305	0.000	0.005	0.001	0.000
7	6	4893.998	257.090	146.597	-147.611	-17.535	0.000	0.004	0.001	0.001
7	7	4760.701	241.576	138.428	-139.381	-17.305	0.000	0.004	0.001	0.000
7	8	4211.291	207.277	112.859	-119.374	-12.117	0.000	0.004	0.001	0.000
7	9	2730.212	34.897	0.000	-27.935	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
7	10	4882.226	983.567	225.505	-940.941	-203.285	0.000	0.003	0.003	0.001
7	11	3510.470	369.107	741.690	-335.307	-692.573	0.000	0.003	0.001	0.002
7	12	3885.137	534.459	225.505	-465.403	-203.285	0.000	0.003	0.001	0.001
7	13	4840.590	299.750	164.750	-172.449	-18.047	0.000	0.004	0.001	0.001
7	14	4623.681	249.759	138.428	-145.932	-17.305	0.000	0.004	0.001	0.000
7	15	3977.601	257.090	146.597	-147.611	-17.535	0.000	0.003	0.001	0.001
7	16	3910.284	241.576	138.428	-139.381	-17.304	0.000	0.003	0.001	0.000
7	17	3478.174	207.277	112.859	-119.374	-12.117	0.000	0.003	0.001	0.000
7	18	2730.212	34.897	0.000	-27.935	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
8	1	7717.211	1382.185	349.938	1428.503	-342.674	0.000	0.004	0.003	0.001
8	2	7965.760	519.191	1149.430	-518.706	1149.633	0.000	0.004	0.001	0.002
8	3	6657.204	752.335	349.938	-731.446	-342.674	0.000	0.004	0.001	0.001
8	4	8742.476	424.399	263.941	-323.796	-127.472	0.000	0.005	0.001	0.001
8	5	7998.794	353.558	221.635	-271.984	-109.122	0.000	0.005	0.001	0.000
8	6	7317.560	364.008	234.764	-277.426	-114.817	0.000	0.004	0.001	0.001

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 55 di 187

8	7	7086.762	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
8	8	6203.563	293.469	180.823	-224.027	-87.091	0.000	0.004	0.001	0.000
8	9	3487.974	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
8	10	6725.650	1382.185	349.938	1428.503	-342.674	0.000	0.003	0.003	0.001
8	11	7402.779	519.191	1149.430	-518.706	1149.633	0.000	0.004	0.001	0.002
8	12	5649.233	752.335	349.938	-731.446	-342.674	0.000	0.003	0.001	0.001
8	13	7375.216	424.399	263.941	-323.796	-127.472	0.000	0.004	0.001	0.001
8	14	6904.985	353.558	221.635	-271.984	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
8	15	6138.888	364.008	234.764	-277.426	-114.817	0.000	0.004	0.001	0.001
8	16	5992.954	342.023	221.635	-261.346	-109.122	0.000	0.004	0.001	0.000
8	17	5260.625	293.469	180.823	-224.028	-87.091	0.000	0.003	0.001	0.000
8	18	3487.974	49.191	0.000	-45.365	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000

Riepilogo delle sollecitazioni

	Pmin	Pmax	Vmax	M
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	7717	-799	1426	1469
Sismica Y	7966	-1048	1261	1261
Sismica Z	6657	261	830	808
SLU-TRAFF-A1	8742	1860	500	348
SLU_ENV-T+V-A1	7999	2332	417	293
SLU-TRAFF-A2	7318	1331	433	300
SLU_ENV-T+V-A2	7087	1478	408	283
SLE-CAR	6204	1464	345	240
SLE-QP	3488	2205	49	45

Momenti e tagli agenti sulla platea

	M dir x	M dir y	T dir x	T dir y
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
Sismica X	3285	233	1532	1348
Sismica Y	3073	242	1431	1394
Sismica Z	2741	194	1273	1151
SLU-TRAFF-A1	3687	271	1724	1538
SLU_ENV-T+V-A1	3352	243	1564	1400
SLU-TRAFF-A2	3012	218	-	-
SLU_ENV-T+V-A2	2908	210	-	-
SLE-CAR	2503	177	-	-
SLE-QP	1293	76	-	-

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 56 di 187

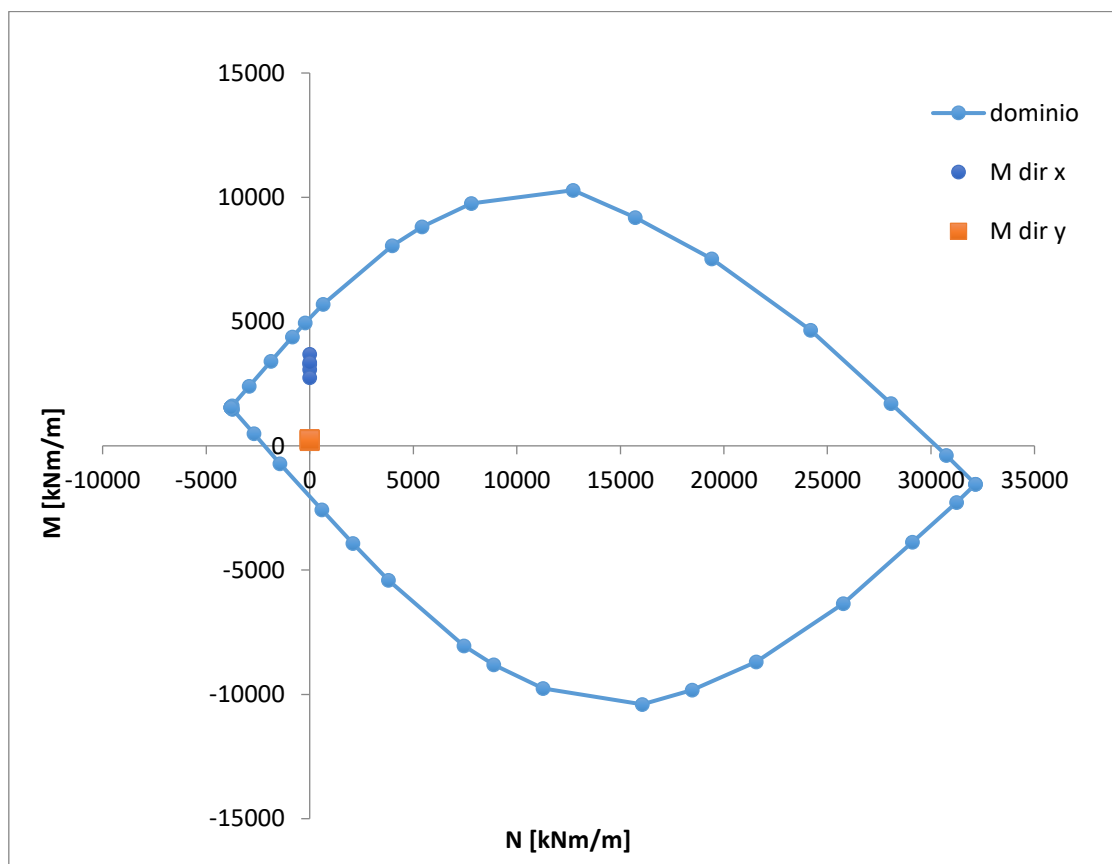
6.1.2.2 Verifiche SLU – Flessione

Nella platea di fondazione è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura Inferiore: 2 strati di $\Phi 26 / 15$ (in entrambe le direzioni)

Armatura Superiore: $\Phi 26 / 20$ (in entrambe le direzioni)

Si mostra di seguito il dominio N-M di resistenza della sezione, che è equivalente per le due direzioni X e Y, e la sollecitazione flettente massima delle varie combinazioni.



Le sollecitazioni sono tutte comprese nel dominio di resistenza della sezione.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 57 di 187

6.1.2.3 Verifiche SLU – Taglio

Nella platea di fondazione è presente la seguente armatura a taglio:

Spille Φ 20 / 60x40

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	1724
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	1000
4	Altezza Sezione	H		mm	2000
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	6.7
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	26
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	40
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	3
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	20
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	600
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	21.801
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}			0.85
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	14.17
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	1947
22	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	3,541
23	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00182
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.32050
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	v_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.266
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	v'_{min}	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.266
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot\theta^2)$		0.345

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 58 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 58 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 58 di 187		

28	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	V_{Rd}	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.266
30	Taglio Resistente del cls non armato	V_{Rd}	$v_{Rd,c}Bd$	kN	517
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	armatura NECESSARIA
32	Resistenza massima a taglio del cls	V_{Rcd}	$0,5\alpha_c v f_{cd}$	MPa	2.443
33	Taglio Resistente massimo del cls	V_{Rcd}	$0,9v_{Rcd}Bd$	kN	4,280
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	η_{Rcd}	V_{Rcd} / V_{Ed}	-	2.483
35	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rcd}$	?	OK
36	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm ²	785
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta) \sin\alpha$		2.500
38	Taglio Resistente dell'armatura	V_{Rsd}	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	2,244
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	η_{Rsd}	V_{Rsd} / V_{Ed}	-	1.302
40	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rsd}$	?	OK
41	Verifica a taglio sulla sezione?				OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 59 di 187

6.1.2.4 Verifiche SLE – Fessurazione

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Verifica allo stato limite di apertura delle fessure

TIPO COMBINAZIONE :

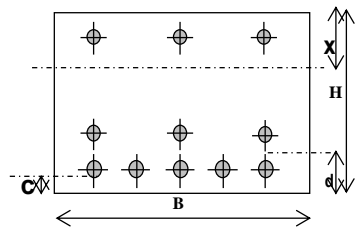
CONDIZIONI AMBIENTE :

SENSIBILITA' ARMATURA :

TIPO ARMATURA :

$$w_k = w_2 = 0.200 \text{ mm (limite di apertura delle fessure per la combinazione esaminata)}$$

SEZIONE RETTANGOLARE



$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$H = 2000 \text{ mm}$$

$$d = 53 \text{ mm}$$

$$c = 40.0 \text{ mm}$$

ACCIAIO
FeB44K

CLS

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2 \text{ (Resistenza caratteristica)}$$

$$f_{ctm} = 2.61 \text{ N/mm}^2 \text{ (// a traz. semplice)}$$

$$f_{ctf} = 3.13 \text{ N/mm}^2 \text{ (// a traz. per flessione)}$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ (Modulo elastico)}$$

$$n = 15 \text{ (Coeff. omogenizzazione)}$$

$$N_{ferri} = 6.67 \text{ (Numero barre tese)}$$

$$s = 200 \text{ mm (Interasse barre)}$$

$$\phi = 26 \text{ mm (Diametro barre)}$$

$$A_s = 3541 \text{ mm}^2 \text{ (Area armatura tesa)}$$

$$\sigma_s = 106.3 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tensione di lavoro acciaio)}$$

$$b_{eff} = 1000 \text{ mm (Larghezza efficace)}$$

$$h_{eff} = c + 7.5 \phi = 235 \text{ mm (Altezza efficace } \leq (h-x)/2 \text{)}$$

$$A_{c,eff} = b_{eff} \times h_{eff} = 235000 \text{ mm}^2 \text{ (Area efficace)}$$

$$\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 0.0151$$

$$x = 366.8 \text{ mm}$$

$$(h-x)/2 = 816.6 \text{ mm}$$

$$k_2 = 0.4 \text{ (0.4 = barre aderenza migliorata; 0.8 = barre lisce)}$$

$$k_3 = 0.125 \text{ (0.125 = presso-flessione; 0.250 = trazione pura)}$$

$$S_{rm} = 2 \left(c + \frac{s}{10} \right) + k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} = 206.3 \text{ mm}$$

Distanza media fra le fessure in corrispondenza del livello baricentrico dell'armatura all'interno dell'area efficace

$$\beta_1 = 1.0 \text{ (1.0 = barre aderenza migliorata; 0.5 = barre lisce)}$$

$$\beta_2 = 0.5 \text{ (1.0 = breve durata; 0.5 = lunga durata / ripetute)}$$

$$M_{1fess} = 2234.5 \text{ kNm (Momento di prima fessurazione)}$$

$$\sigma_{sr} = 343.2 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tensione nell'acciaio, nella sezione fessurata, al raggiungimento della resistenza a trazione } f_{ctm} \text{ nella fibra di cls piú sollecitata)}$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E} \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] = -2.13E-03$$

$$\beta_0 = 1.7$$

$$\varepsilon_{sm} \geq 0.4 \frac{\sigma_s}{E} = 2.02E-04$$

$$w_k = \beta_0 \cdot S_{rm} \cdot \varepsilon_{rm} = 0.071 \text{ mm (Valore caratteristico di apertura delle fessure)}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 60 di 187

6.1.2.5 Verifiche SLE – Tensionale

Quasi Permanente

Titolo : _____

N° figure elementari **Zoom** N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5.3
2	0	186.8
3	0	190.8
4	0	183
5	35.41	188.1
6	35.41	194.7

Tipo Sezione

 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N

 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Materiali

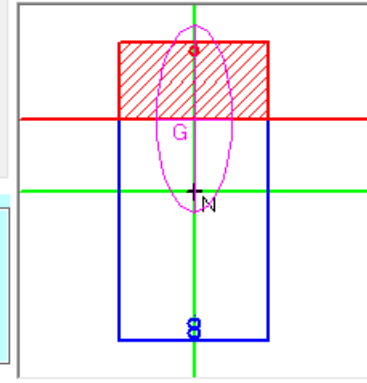
B450C

ε_{su} ‰
f_{yd} N/mm²
E_s N/mm²
E_s/E_c
ε_{syd} ‰
σ_{s,adm} N/mm²

C25/30

ε_{c2} ‰
ε_{cu}
f_{cd}
f_{cc}/f_{cd} ?
σ_{c,adm}
τ_{co}
τ_{c1}

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ



$$\sigma_c = 2.523 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

Titolo :

N° figure elementari Zoom

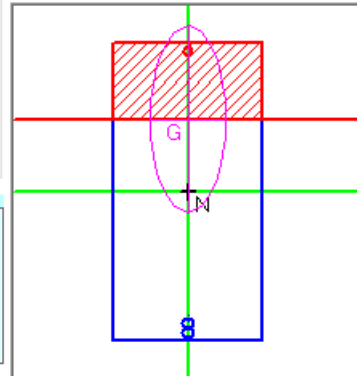
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5.3
2	0	186.8
3	0	190.8
4	0	183
5	35.41	188.1
6	35.41	194.7

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN
yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{cl} N/mm²

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 4.884 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 205.7 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 62 di 187

6.1.3 Pali

6.1.3.1 Stato di sollecitazione

Si riporta di seguito lo stato di sollecitazione dei pali di fondazione, derivante dall'analisi di Piglet.

Pmax	Pmin	Vmax	M
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	7717	1426	4044
Sismica Y	7966	1261	3577
Sismica Z	6657	830	2353
SLU-TRAFF-A1	8742	500	1417
SLU_ENV-T+V-A1	7999	417	1183
SLU-TRAFF-A2	7318	433	1228
SLU_ENV-T+V-A2	7087	408	1156
SLE-CAR	6204	345	978
SLE-QP	3488	49	140

Pmin	Pmax	Vmax	M
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	-799	1426	4044
Sismica Y	-1048	1261	3577
Sismica Z	261	830	2353
SLU-TRAFF-A1	1860	500	1417
SLU_ENV-T+V-A1	2332	417	1183
SLU-TRAFF-A2	1331	433	1228
SLU_ENV-T+V-A2	1478	408	1156
SLE-CAR	1464	345	978
SLE-QP	2205	49	140

radq(V2 ² +V3 ²)max	P	Vmax
	[kN]	[kN]
Sismica X	192	1426
Sismica Y	1758	1261
Sismica Z	261	830
SLU-TRAFF-A1	1860	500
SLU_ENV-T+V-A1	3426	417

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio IricAV Due	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 63 di 187

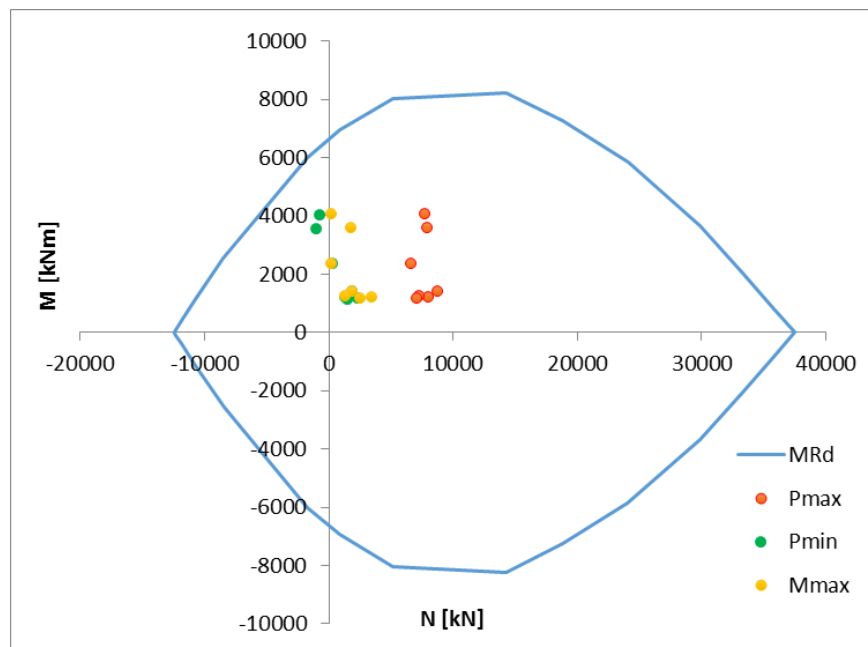
SLU-TRAFF-A2	1331	433
SLU_ENV-T+V-A2	2571	408
SLE-CAR	1464	345
SLE-QP	3243	49

6.1.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Nel palo è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura principale 45 Φ 30

La verifica a flessione viene effettuata per il valore massimo e minimo di sollecitazione assiale (Pmax, Pmin) e per il valore massimo di momento (Mmax), riportato nelle tabelle precedenti.



Le azioni sono tutte comprese nel dominio di resistenza della sezione.

6.1.3.3 Verifiche SLU – Taglio

La verifica è stata fatta su una sezione equivalente i cui lati sono determinati secondo dati di letteratura seguendo le indicazioni di Paul Regan:

base equivalente $b_e = 0.9 \cdot D$

altezza utile equivalente $h_e = 0.45 \cdot D + 0.64 \cdot (d - D/2)$

D = diametro

d = altezza utile

Descrizione (Parametro/Caratteristica)	Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1 Taglio Agente	V_{ed}		kN	1426
2 Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	-799

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 64 di 187

3	Larghezza Sezione	B		mm	1350
4	Altezza Sezione	H		mm	1090
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	45.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	30
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	60
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	4
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	16
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	150
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45.000
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}			0.85
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	14.17
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	-0.54
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	1015
22	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	31,809
23	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.02000
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.44390
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	v_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.304
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	v'_{min}	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.222
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
28	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	V_{Rd}	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.557
30	Taglio Resistente del cls non armato	V_{Rd}	$v_{Rd,c}Bd$	kN	763
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	armatura NECESSARIA
32	Resistenza massima a taglio del cls	V_{Rcd}	$0,5\alpha_c v f_{cd}$	MPa	3.542
33	Taglio Resistente massimo del cls	V_{Rcd}	$0,9v_{Rcd}Bd$	kN	4,368

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 65 di 187

34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	η_{Rcd}	V_{Rcd} / V_{Ed}	-	3.063
35	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rcd}$	?	OK
36	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$\eta_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm ²	804
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_{ena}$		1.000
38	Taglio Resistente dell'armatura	V_{Rsd}	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	1,917
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	η_{Rsd}	V_{Rsd} / V_{Ed}	-	1.344
40	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rsd}$	?	OK
41	Verifica a taglio sulla sezione?				OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 66 di 187

6.1.3.4 Verifiche SLE – Fessurazione

La verifica a fessurazione è garantita in quanto la sezione allo stato limite di esercizio risulta quasi interamente compressa.

6.1.3.5 Verifiche SLE – Tensionale

Quasi Permanente

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]

Raggio interno [cm]

N* barre uguali

Diametro barre [cm]

Copriferro (baric.) [cm]

N* barre

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

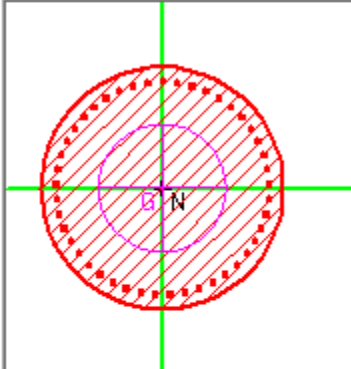
S.L.U. Metodo n

N _{Ed} <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3488"/> kN
M _{xEd} <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="45"/> kNm
M _{yEd} <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN
yN



Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²

ϵ_s ‰

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Vertici:

N* iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 1.653 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 67 di 187

Caratteristica

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]

Raggio interno [cm]

N* barre uguali

Diametro barre [cm]

Copriferro (baric.) [cm]

N* barre

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

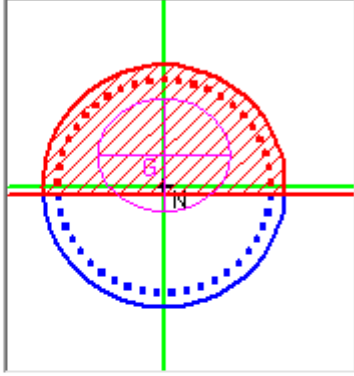
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1464"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="978"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN



Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E _s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f _{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ _{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ _c	<input type="text" value="-3.247"/> N/mm ²
σ _s	<input type="text" value="35.83"/> N/mm ²
ε _s	<input type="text" value="0.1792"/> ‰
d	<input type="text" value="140.7"/> cm
x	<input type="text" value="81.08"/> x/d <input type="text" value="0.5761"/>
δ	<input type="text" value="1"/>

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Vertici:

N* iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 3.247 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 35.83 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 68 di 187	

6.1.3.6 Verifiche portanza palo

Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a $N = 8742$ kN (cfr. tab. 6.1.3.1), ma la sollecitazione più gravosa per l'interazione palo-terreno corrisponde a $N = 7966$ kN.

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 35.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale IN1710YI2RBVI1800001.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 187

6.2 SPALLE

La spalla A e B sono state modellate con vincoli ideali, e successivamente verificate con un'analisi piana, riportata nei paragrafi successivi.

Il calcolo di verifica dei muri viene svolto attraverso una procedura sviluppata analiticamente, per ciascuna tipologia di muro e illustrata qui di seguito secondo lo stesso ordine.

6.2.1 Riepilogo dati (Summary of data)

Nelle tabelle vengono riepilogati, suddivisi per argomenti, i dati del muro e del terreno utili ai fini delle verifiche, secondo il seguente ordine:

- La geometria della spalla e del terreno a tergo (Geometric data).
Il muro viene definito dalle coordinate dei punti di 2 polilinee che ne descrivono il profilo a monte (D, y_m) e a valle (B, y_m). L'asse y coincide con la verticale passante per l'estremo a monte della fondazione del muro, ed è diretto verso il basso; l'origine è all'intersezione con il piano di campagna: in definitiva l'asse y individua la traccia della superficie teorica di applicazione della spinta. Le 2 polilinee disegnano il muro al loro interno, la polilinea di monte e l'asse y disegnano il volume di terra gravante sul muro. Vengono inoltre indicati: la quota di spiccato del muro o estradosso fondazione (Foundation height), la quota di intradosso fondazione o altezza totale (Global height), la pendenza del paramento a monte (Wall slope) e l'estensione longitudinale del muro (Wall estension), che viene utilizzata solo ai fini della verifica della fondazione, mentre tutte le sollecitazioni vengono calcolate a m lineare.
- I dati generali di carico (General data).
 - Peso specifico del materiale del muro (Wall unit weight);
 - Valore del sovraccarico permanente esteso, a monte del muro (Dead load 1-2);
 - Valore del sovraccarico accidentale esteso, a monte del muro (Live load);
 - Accelerazione di base per la condizione sismica (Ground acceleration);
 - Coefficiente S di amplificazione del sito, se non già considerato nell'accelerazione di base;
 - Fattore di riduzione della componente sismica ($1/r$ secondo EN 1998-1).
- Per le sole spalle su pali vengono indicati i pali in fondazione (Foundation piles) con il loro numero, diametro e posizione rispetto all'asse y , ottenendo le caratteristiche della palificata (Pile characteristics) utili per il calcolo del carico sui pali.
- Le caratteristiche del terreno (Soil Characteristics).
Vengono indicati i parametri caratteristici degli strati di terreno spingente: quota y_i , peso volume ρ_s , angolo di attrito ϕ , coesione efficace c e coesione non drenata c_u , alla quota y_i . Vengono poi forniti: la pendenza del piano di campagna a monte (Ground slope), l'angolo di attrito terra-muro (Soil-wall fiction) come percentuale rispetto a ϕ , la quota della falda a monte e a valle per la verifica in presenza o meno di acqua

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 70 di 187</p>

(Groundwater upstream/downstream). Per il peso volume al di sotto della quota di falda si deve indicare sempre il valore saturo.

- Le forze concentrate applicate (Point loads), definite sempre come carichi per metro lineare di muro, insieme alle coordinate del loro punto di applicazione.
- Le caratteristiche dei materiali strutturali con i relativi coefficienti di sicurezza e le resistenze di calcolo (Structural materials). E' stata definita anche una tensione ammissibile nell'acciaio teso per gli SLS pari a $337.5 \text{ MPa} < 0.75 f_{yk}$, che è stata ridotta a 160 MPa nel caso quasi permanente per limitare la fessurazione.
- La geometria delle sezioni di verifica (Characteristics of RC sections).
Per le sezioni di spiccato del muro (Base of the wall) e per quelle della fondazione a valle (Section 1) e a monte (Section 2), vengono indicati:
 - L'altezza H della sezione;
 - La larghezza B , in generale pari a 1 m ;
 - Il copriferro c ;
 - Il numero n_a , il diametro \varnothing_a e la distanza d dal lembo teso delle armature a flessione;
 - Il diametro \varnothing_s delle barre a taglio (Ties), qualora necessarie, e il loro interasse s_x ed s_y nelle due direzioni in pianta.
- Le combinazioni di carico esaminate con i fattori di combinazione (Combination factors).
Oltre alla denominazione sulla base della nomenclatura di norma, sono riportati i coefficienti parziali assunti nelle diverse combinazioni per le singole azioni considerate (Load factors) e per i parametri di resistenza del terreno (Soil parameter coefficients). L'indicazione (1) si riferisce ad una serie di coefficienti tutti unitari, utilizzati per le verifiche agli SLS. Tra i fattori parziali sono indicati:
 - γ_{GS} il fattore per i carichi permanenti stabilizzanti (es. peso muro e terreno);
 - γ_{GR} il fattore per i carichi permanenti ribaltanti (es. spinte di terra e di falda);
 - γ_{QS} il fattore per i carichi accidentali stabilizzanti (es. sovraccarico sul muro);
 - γ_{QR} il fattore per i carichi accidentali ribaltanti (es. spinte del sovraccarico);
 - ψ_Q il fattore di contemporaneità dei carichi accidentali, da associare sempre a γ_{QS} e γ_{QR} ;
 - γ_E il fattore moltiplicatore per le azioni sismiche;
 - $\gamma_{\tan\phi}$ il coefficiente di sicurezza sulla tangente dell'angolo di attrito del terreno;
 - γ_c il coefficiente di sicurezza sulla coesione efficace;
 - γ_γ il coefficiente di sicurezza sul peso volume;
 - γ_{cu} il coefficiente di sicurezza sulla coesione non drenata.

Ai fini della composizione dei fattori di combinazione si precisa che:

- Vengono assunti sempre e solo i valori sfavorevoli per i carichi ribaltanti;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 71 di 187

- Il fattore γ_E , ove presente, è posto pari a 1, avendo già inserito il fattore di importanza all'interno dell'accelerazione di base;
- La combinazione sismica prevede la presenza di carichi accidentali ribaltanti ridotti ($\psi_Q = 0.2$);
- La combinazione con fattori EQU viene utilizzata ai soli fini delle verifiche globali (Global check) per i muri su fondazione superficiale.

Nei casi in esame vengono perciò considerate le seguenti combinazioni:

- 1) ULS EQU – Vengono combinati i fattori EQU+M2;
- 2) ULS 1 STR – Vengono combinati i fattori A1+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 3) ULS 2 STR – Vengono combinati i fattori A1+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 4) ULS 3 GEO – Vengono combinati i fattori A2+M2, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 5) ULS 4 GEO – Vengono combinati i fattori A2+M2, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 6) ULS SEIS – Combinazione sismica con fattori di carico ribaltanti unitari e coefficienti M2 per il terreno;
- 7) SLS RARA – Combinazione di esercizio (tutti $\gamma = 1$) in presenza di carico accidentale ($\psi_Q = 1$);
- 8) SLS QUASIP – Combinazione di esercizio (tutti $\gamma = 1$) in assenza di carico accidentale ($\psi_Q = 0$).

6.2.2 Riepilogo risultati (Summary of results)

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

- Le sollecitazioni in fondazione (Stress on foundation), no in caso di fondazioni su pali.
Per ciascuna combinazione vengono riassunti, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi:
 - Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.
- Per i muri su pali: i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M. Il momento sul singolo palo viene calcolato come $M = T \lambda / 2$, essendo λ la lunghezza elastica del palo immerso in un terreno alla Winkler con costante k.
- Per i soli muri su fondazione superficiale: il controllo di verifica dell'analisi globale (Global check).
Per ciascuna combinazione vengono riassunti, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi:
 - La dimensione ridotta della fondazione reagente alla pressione di contatto sul terreno H_{rid} ;
 - Il valore della pressione di contatto calcolata come pressione costante p sulla superficie ridotta B x H_{rid} ;
 - I coefficienti di sicurezza al ribaltamento η_r e allo scorrimento η_s ;
 - Il coefficiente di sicurezza η_T rispetto alla capacità portante del terreno, calcolata sulla base della dimensione ridotta della fondazione e dei parametri di resistenza del terreno al di sotto del piano di fondazione, affetti dai coefficienti della serie M1 o M2 prevista in combinazione;
 - Infine viene fornito l'esito positivo (OK) ovvero negativo (NO) dell'insieme di verifiche: al ribaltamento ($\eta_r > 1$), allo scorrimento ($\eta_s > 1$) e di portanza del terreno ($\eta_T > 1$).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 72 di 187

La verifica allo scorrimento viene svolta confrontando la forza orizzontale agente sul muro con la minore tra le resistenze calcolate sulla base dei tre meccanismi possibili:

- Scorrimento tra calcestruzzo e calcestruzzo: si assume un coefficiente di attrito cls-cls pari a 0.7.
- Scorrimento per slittamento interno del terreno in condizione drenate: si adottano le caratteristiche di resistenza del terreno di fondazione al netto dei coefficienti M1 o M2.
- Scorrimento per slittamento interno del terreno in condizione non drenate.

- Il controllo di verifica della sezione di spiccato del muro (Check at the base of the wall).

Per ciascuna combinazione vengono riassunti, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi:

- Lo sforzo normale N_s , il taglio T_s e il momento flettente M_s allo spiccato;
- Il coefficienti di utilizzazione a taglio della sezione U_{T_s} , calcolato come rapporto tra la sollecitazione esterna agente T_s e la resistenza a taglio della sezione: La resistenza a taglio è quella della sezione non armata in assenza di barre a taglio, ovvero, in presenza di armature a taglio, la minima tra la resistenza a compressione per taglio del calcestruzzo e la resistenza a trazione delle barre a taglio (Ties);
- Il coefficiente di utilizzazione a momento flettente U_{M_s} , calcolato come rapporto tra la sollecitazione esterna M_s e il momento resistente in presenza dello sforzo normale N_s . Solo per le combinazioni SLS, in luogo del coefficiente di utilizzazione viene fornito il valore della tensione massima σ nell'acciaio teso.

L'esito delle verifiche è positivo se i coefficienti di utilizzazione a taglio e a momento sono minori di 1, ovvero se le tensioni allo SLS risultano contenute nei limiti di norma definiti nel riquadro dei materiali strutturali (Structural materials).

- Il controllo di verifica della sezione della fondazione a valle (Section 1), per i muri su fondazione superficiale. La tabella ripete per la sezione 1 quanto già fatto per la sezione di spiccato.
- Il controllo di verifica della sezione della fondazione a monte (Section 2). La tabella ripete per la sezione 2 quanto già fatto per la sezione di spiccato.

Al termine del sommario sono definite le caratteristiche spingenti del terreno e sono calcolati i coefficienti di spinta in 2 distinte condizioni (Earth pressure coefficient evaluation):

Parametri di resistenza affetti dai fattori M1 in condizioni statiche di spinta attiva;

Parametri di resistenza affetti dai fattori M2 in condizioni statiche (K_{ah}) e sismiche (K_{ah}') di spinta attiva.

I coefficienti di spinta orizzontale alle varie quote sono calcolati, se non diversamente indicato, in condizioni di spinta attiva con le formule di Coulomb, nelle combinazioni statiche, e di Mononobe-Okabe, nelle combinazioni sismiche, sulla base dei valori dell'angolo di attrito del terreno, dell'attrito terra-muro, dell'inclinazione del paramento contro terra, dell'inclinazione del terreno a monte, dell'accelerazione sismica in presenza o meno di acqua. Nei casi in esame, per quanto detto, si assume:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 187

Inclinazione del terreno a monte	$\varepsilon = 0^\circ$
Inclinazione del paramento contro terra	$\beta = 0^\circ$
Attrito terra-muro	$\delta = 0^\circ$
Coefficiente sismico	$k_h = a_g / r = 0.292$ e $k_v = 0.5 k_h$
Angolo di incremento sismico	$\theta = \tan(k_h / (1 - k_v))$

Già in condizioni statiche la parte preponderante della resistenza allo scorrimento del muro è fornita dall'attrito tra terreno e fondazione, in quanto la resistenza di confinamento a valle (passiva) e, per i muri su pali, la stessa resistenza laterale dei pali si attivano per spostamenti significativamente più grandi. E' d'altro canto noto che già per spostamenti dell'ordine di 2/1000 dell'altezza di scavo (circa 1 cm per un muro di 5.00m) la spinta sull'opera decade ad un valore pari alla spinta attiva e che la piccola deformazione per attrito è in grado di raggiungere tale condizione. Il contributo dei pali alla resistenza laterale è dunque fortemente ridimensionato dall'attrito fondazione – terreno, e lo spostamento del muro risulta poco influenzato dalla loro presenza. A maggior ragione in condizioni sismiche, con spostamenti decisamente più grandi, la spinta si adagia sul valore “attivo” e gli spostamenti mostrano una “duttilità” che giustifica la riduzione del valore spettrale di riferimento.

A titolo esemplificativo si considera la spinta attiva sismica secondo il metodo di Mononobe – Okabe per la spalla A del viadotto Fibbio alta 6.00m e larga 13.40m (~28500 KN). Per una fondazione a 16 pali la cui rigidezza laterale può essere valutata in 190000 KN/m, si ottiene uno spostamento laterale alla base di 9.40 mm pur con una spinta minima in condizioni attive.

Con queste premesse si è operato come segue:

- Si è fatto riferimento a condizioni di spinta attiva per i muri su fondazione superficiale.
- Per i muri su pali, nelle sole combinazioni statiche, le spinte sono state poi effettivamente calcolate, a favore di sicurezza, con i coefficienti di spinta a riposo secondo la formula $k_0 = (1 - \sin \varphi)$.
- Nelle combinazioni sismiche, sia per i muri su fondazione diretta che per quelli su pali, si è fatto riferimento a condizioni di spinta attiva e si è adottato un valore di $r = 1$.
- Nel calcolo a taglio dei pali, in modo del tutto conservativo, si è affidata in ogni caso l'intera spinta orizzontale ai pali, trascurando la resistenza di attrito del terreno.

6.2.3 Calcolo delle sollecitazioni (Stress on the wall)

Nei fogli successivi vengono riportati i calcoli delle sollecitazioni in ciascuna combinazione:

- 1) ULS EQU – fattori EQU+M2;
- 2) ULS STR – fattori A1+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 3) ULS STR – fattori A1+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 4) ULS GEO – fattori A2+M2, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 5) ULS GEO – fattori A2+M2, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 6) ULS SEIS – fattori di carico unitari SEIS+M2;
- 7) SLS RARA – tutti fattori unitari e $\psi_Q = 1$
- 8) SLS QUASIP – tutti fattori unitari e $\psi_Q = 0.0$;

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 74 di 187	

Per ciascuna combinazione sono leggibili nelle tabelle:

- I fattori della combinazione in esame;
- Il riepilogo delle forze agenti al livello del piano di fondazione: i risultati delle tabelle precedenti, in quanto valori caratteristici, vengono moltiplicati per i fattori γ e ψ , propri della combinazione in esame; in condizioni sismiche si tiene conto del fattore (1-kv) per i carichi stabilizzanti e del fattore (1+kv) per le azioni ribaltanti;
- Il riepilogo delle forze agenti al livello del piano di spiccato, con le stesse caratteristiche del riepilogo al livello della fondazione;
- I risultati in termini di sollecitazioni e di verifiche globali: questi risultati sono quelli riepilogati per tutte le combinazioni esaminate nella tabella "Summary of results".

6.2.4 Verifica delle sezioni

Viene effettuata la verifica delle sezioni significative:

- 1) La sezione di spiccato del muro (Base of the wall);
- 2) La sezione della fondazione a valle (Section 1).
- 3) La sezione della fondazione a monte (Section 2).

Per ciascuna sezione viene calcolato il momento di rottura della sezione M_{xRd} , in corrispondenza dello sforzo normale agente sulla sezione N_{Ed} , e viene ricavato il coefficiente di utilizzazione ai fini del momento flettente $U_M = M_{xEd}/M_{xRd}$. Analogamente per il taglio vengono ricavati i coefficienti di utilizzazione per taglio, in presenza o meno di armature a taglio.

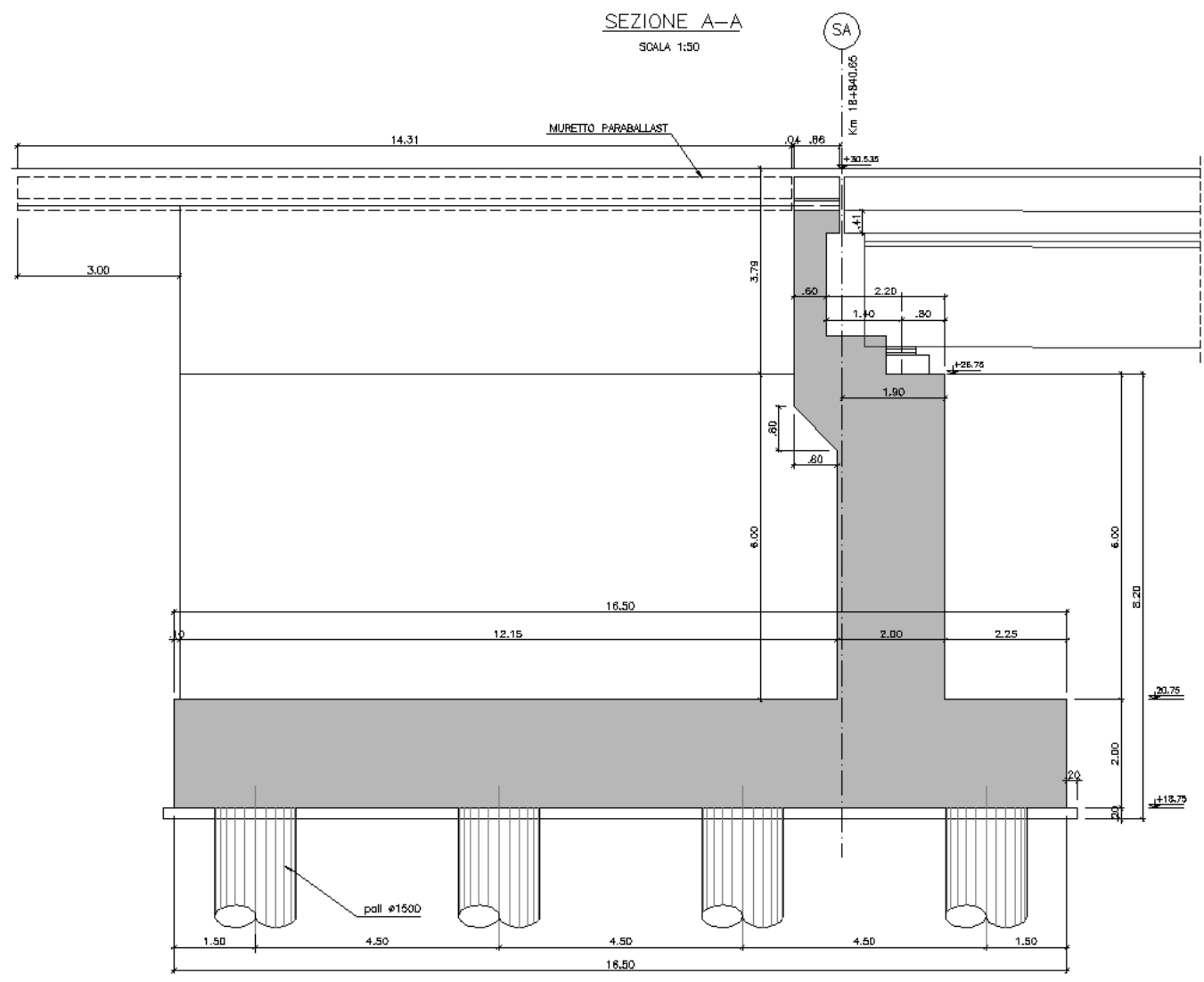
Nelle verifiche delle sezioni 1 e 2 della fondazione lo sforzo normale è assunto sempre pari a 0.

Per le verifiche SLS si sono calcolate le tensioni nell'acciaio nella condizione caratteristica (SLS RARE), limitando tali tensioni ad un valore inferiore a $0.8f_{yk}$ secondo quanto previsto dalla EN 1992-1-1 par. 7.2.

In aggiunta si è verificato che nella condizione quasi-permanente (SLS QUASIP), le tensioni risultassero inferiori al valore indicato nella Tab. 7.2N dell'EN 1992-1-1, in funzione del diametro e del passo delle barre, per valori limite dell'ampiezza delle fessure di 0.2 mm.

6.2.5 SPALLA A

SEZIONE A-A
SCALA 1:50



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 76 di 187

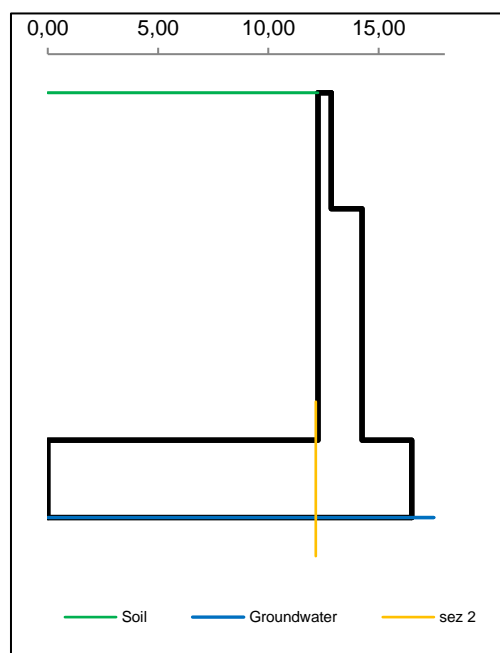
6.2.5.1 Muro frontale

6.2.5.1.1 Dati di Input

WALL H = 9.00 m (Piles) SUMMARY OF DATA

Geometric data

y_m	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	12.25	12.85
3.00	12.25	12.85
3.00	12.25	14.25
9.00	12.25	14.25
9.00	0.00	16.50
11.00	0.00	16.50
Foundation Height		9.00
Global Height		11.00
Wall inclination (°)		
Wall extention		13.40



General data

Wall unit weight	kN/m ³	25.00
Dead load 1	kN/m ²	0.00
Dead load 2 (ballast)	kN/m ²	14.40
Live load	kN/m ²	40.00
Ground acceleration	g	0.292
Coefficient S		1.00
Decrease factor 1/r		1.00

Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	25
Concrete safety factor		1.5
Steel Characteristic Strength	Mpa	450
Steel safety factor		1.15
Concrete Design strength	Mpa	14.17
Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	337.5

Foundation on piles

L = 16.50 m

n	∅	x
4	1500	1.50
4	1500	6.00
4	1500	10.50
4	1500	15.00

Pile Characteristics

n	16.00	-
X_g	8.25	m
J_g	405.00	m ²
W_{min}	-60.00	m
W_{max}	60.00	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 77 di 187

Soil characteristics

Soil layer	y _t	ps	φ'	c'	C _u
	m	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	9.00	20.00	38.00	0.00	0.00
2	9.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	11.00	20.00	38.00	0.00	0.00
3	11.00	19.00	32.00	0.00	0.00
	20.00	19.00	32.00	0.00	0.00
Ground slope (°)				0.000	°
Soil/wall Friction				0%	% φ
Groundwater upstream				11.00	m
Groundwater downstream				11.00	m
NO Groundwater					

Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force 1			288.9	13.45	F
Dead force 2 (ballast)			127.6	13.45	F
Live force			253.5	13.45	S
ΔSeismic force					

Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	2000	1000	40
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d
Rear reinforcement (soil side)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1931
Shear reinforcement	φ _s	s _x	s _y
Ties	16	300	300

Characteristics of RC sections

Section	Section 2		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	2000	1000	50
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 78 di 187

Bottom reinforcement (soil side)				5	26	79
B side (layer 2)						
B side (layer 3)				10	30	1869
Upper reinforcement				10	30	1919
Shear reinforcement				ϕ_s	s_x	s_y
Ties				16	300	300

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Load factors						
				γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Soil parameter coefficients			
				$\gamma_{tan\phi}$	γ_c	γ_r	γ_{cu}
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 79 di 187

6.2.5.1.2 Risultati

WALL H = 9.00 m (Piles) SUMMARY OF RESULTS

Stress on foundation

Combinations		Load	Soil	N	T	M	M _G
				kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>				
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	4488	955	4957	4957
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	6480	955	2926	2926
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	4285	902	4363	4363
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	4897	902	3062	3062
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	3447	1946	8085	8085
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	4711	695	2046	2046
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	3968	526	839	839

Stress on piles -Piglet

Combinations		Load	Soil	N _{pmax}	N _{pmin}	T _p	M _p
				kN	kN	kN	kNm
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>				
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	7466	1971	1264	3584
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	9536	3086	1261	3575
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7040	1904	1192	3382
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7489	2273	1190	3376
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	7317	753	2572	7293
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	6916	2249	917	2601
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	5606	1953	693	1965

Check at the base of the wall

Combinations		Load	Soil	N _s	T _s	U _{Ts}	M _s	U _{Ms/σ}	CHECK
				kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1193	696	0.47	2638	0.436	OK
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1415	696	0.47	2647	0.425	OK
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1078	653	0.44	2483	0.416	OK
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1078	653	0.44	2483	0.416	OK
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	708	768	0.51	2618	0.461	OK
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1015	499		1883	87	OK
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	761	361		1210	96	OK

Section 2 Check (up side)

Combinations		Load	Soil	T ₂	U _{T2}	M ₂	U _{M2/σ}	CHECK
				kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	383.79	0.258	-3719.97	0.386	OK
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	647.38	0.435	-4456.10	0.463	OK
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	392.32	0.264	-3579.75	0.372	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 80 di 187

<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>		<i>534.81</i>	<i>0.359</i>	<i>-3945.66</i>	<i>0.410</i>	<i>OK</i>
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>		<i>722.31</i>	<i>0.485</i>	<i>-6978.04</i>	<i>0.724</i>	<i>OK</i>
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>		<i>474.03</i>		<i>-3231.51</i>	<i>156</i>	<i>OK</i>
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>		<i>394.68</i>		<i>-2381.27</i>	<i>115</i>	<i>OK</i>

EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

Horizontal pressure coefficient (M1)

<i>y</i>	ϕ°	δ°	β°	ε°	θ°	<i>W</i>	K_{ah}'	K_{ah}
<i>0.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>9.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>9.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>11.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>11.00</i>	<i>32.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.307</i>	<i>0.307</i>
<i>11.00</i>	<i>32.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.307</i>	<i>0.307</i>

Horizontal pressure coefficient (M2)

<i>y</i>	ϕ°	δ°	β°	ε°	θ°	<i>W</i>	K_{ah}'	K_{ah}
<i>0.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>9.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>9.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>11.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>11.00</i>	<i>26.56</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.701</i>	<i>0.382</i>
<i>11.00</i>	<i>26.56</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.701</i>	<i>0.382</i>

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 81 di 187

6.2.5.1.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 9.00 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
	0.00							
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	45.00	-177.75	735.00	-7625.63
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.03
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	300.00	-975.00	1470.00	-15251.22
1.0	9.00	0.00	16.50	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.02
1.0	11.00	0.00	16.50	20.0	825.00	-6806.22	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					1170.00	-7958.98	2205.00	-22876.89

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	13.14	124.83	214.62	2038.89
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	0.01
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	87.60	438.00	429.24	2146.19
1.0	9.00	0.00	16.50	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	11.00	0.00	16.50	20.0	240.90	240.90	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					341.64	803.73	643.86	4185.09

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	311.31	1556.57	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	11.00	220.00	84.55	153.74	148.61	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	220.00	103.42	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	220.00	103.42	0.00	0.00	0.00
Total						465.05	1705.18	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 82 di 187

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	138.36	899.35	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		11.00	40.00	15.37	30.75	30.75	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						169.11	930.10	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	380.69	1903.43	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	11.00	220.00	103.40	187.99	181.73	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	220.00	121.63	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	220.00	121.63	0.00	0.00	0.00
Total						568.68	2085.16	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	169.19	1099.76	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						206.79	1137.36	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	466.14	2330.72	0.00
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	11.00	220.00	126.61	230.19	222.52	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	220.00	154.11	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	220.00	154.11	0.00	0.00	0.00
Total						696.34	2553.24	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	0.00	12.25	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	12.25	40.00	490.00	-5083.75

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 83 di 187

WALL H = 9.00 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	45.00	-76.50	0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	300.00	-300.00	0.00	0.00
0.0	9.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					345.00	-376.50	0.00	0.00

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	13.14	98.55	0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	87.60	262.80	0.00	0.00
0.0	9.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					100.74	361.35	0.00	0.00

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	311.31	933.94	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	198.00	93.08	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	198.00	93.08	0.00	0.00	0.00
Total						311.31	933.94	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 84 di 187

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	138.36	622.63	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						138.36	622.63	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	380.69	1142.06	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	198.00	109.47	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	198.00	109.47	0.00	0.00	0.00
Total						380.69	1142.06	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	169.19	761.37	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						169.19	761.37	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59			
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	198.00	138.70	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	198.00	138.70	0.00	0.00	0.00
Total						466.14	1398.43	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	12.25	12.25	0.00	0.00	0.00

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 85 di 187</p>

Live load	0.00	12.25	12.25	40.00	0.00	0.00
-----------	------	-------	-------	-------	------	------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 86 di 187

6.2.5.1.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	264.60	-2745.23		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	627.82	2302.00
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	82.19	452.03
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	245.21	1348.64
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-583.82	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-1121.24	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4487.5	-36167.3	955.2	4102.7

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			420.27	1260.82
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			74.72	336.22
Live load Pressure	1.45	1.000			200.62	902.81
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-153.13	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-294.09	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 87 di 187

Wall Inertia	0.00			0.00	0.00
Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		1192.9	-1054.8	695.61	2499.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4487.52 kN	1193 kN
Shear force	T	955.21 kN	696 kN
Bending moment	M	4957.47 kNm	2638 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-3720 kN
Shear - section 2	T₂		384 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	1579.50	-10744.62		
Soil Weight	1.35	1.000	2976.75	-30883.80		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	264.60	-2745.23		
Live load Weight	1.45	1.000	710.50	-7371.44		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	627.82	2302.00
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	82.19	452.03
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	245.21	1348.64
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	390.00	-1189.50	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-583.82	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-1121.24	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			6480.4	-54639.6	955.2	4102.7

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	465.75	-508.27		
Soil Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 88 di 187

Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	1.45	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			420.27	1260.82
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			74.72	336.22
Live load Pressure	1.45	1.000			200.62	902.81
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	390.00	-312.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-153.13	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-294.09	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1414.8	-1267.5	695.61	2499.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	6480.38 kN	1414.78 kN
Shear force	T	955.21 kN	695.61 kN
Bending moment	M	2926.19 kNm	2647.13 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-4456 kN
Shear - section 2	T₂		647 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	568.68	2085.16
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	74.45	409.45
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	258.49	1421.70
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-966.58	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 89 di 187

Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4284.8	-34902.9	901.6	3916.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			380.69	1142.06
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			60.91	274.09
Live load Pressure	1.25	1.000			211.49	951.72
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-253.53	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1078.4	-963.2	653.09	2367.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4284.81 kN	1078.41 kN
Shear force	T	901.62 kN	653.09 kN
Bending moment	M	4363.08 kNm	2483.05 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-3580 kN
Shear - section 2	T₂		392 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 90 di 187

Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	1.25	1.000	612.50	-6354.69		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	568.68	2085.16
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	74.45	409.45
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	258.49	1421.70
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-966.58	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4897.3	-41257.6	901.6	3916.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.25	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			380.69	1142.06
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			60.91	274.09
Live load Pressure	1.25	1.000			211.49	951.72
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-253.53	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1078.4	-963.2	653.09	2367.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4897.3 kN	1078.4 kN
Shear force	T	901.6 kN	653.1 kN
Bending moment	M	3061.5 kNm	2483.1 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-3946 kN
Shear - section 2	T₂		535 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 91 di 187

Sismic condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	999.18	-6796.97		
Soil Weight	1.00	0.854	1883.07	-19536.86		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.854	150.65	-1562.95		
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	798.00	2926.01
Dead 2 Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	104.47	574.56
Live load Pressure	0.20	1.146	0.00	0.00	58.04	319.20
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	246.71	-752.47	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	108.98	-332.39	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	58.11	-177.23	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				341.64	803.73
Soil Inertia	1.00				643.86	4185.09
Total			3446.7	-29158.9	1946.0	8808.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	294.63	-321.53		
Soil Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.854				
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146			534.20	1602.60
Dead 2 Pressure	1.00	1.146			85.47	384.62
Live load Pressure	0.20	1.146			47.48	213.68
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	246.71	-197.37	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	108.98	-87.18	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	58.11	-46.49	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				100.74	361.35
Soil Inertia	1.00				0.00	0.00
Total			708.4	-652.6	767.90	2562.3

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 92 di 187

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3446.70 kN	708.43 kN
Shear force	T	1946.01 kN	767.90 kN
Bending moment	M	8084.96 kNm	2618.11 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-6978 kN
Shear - section 2	T₂		722 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	1.00	1.000	490.00	-5083.75		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	465.05	1705.18
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	60.88	334.84
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	169.11	930.10
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	253.53	-773.27	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4711.4	-39793.4	695.0	2970.1

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			311.31	933.94

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 93 di 187

Dead 2 Pressure	1.00	1.000			49.81	224.15
Live load Pressure	1.00	1.000			138.36	622.63
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	253.53	-202.82	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1015.0	-912.5	499.49	1780.7

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4711.43 kN	1015.03 kN
Shear force	T	695.04 kN	499.49 kN
Bending moment	M	2046.05 kNm	1883.22 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-3232 kN
Shear - section 2	T₂		474 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	465.05	1705.18
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	60.88	334.84
Live load Pressure	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3967.9	-33936.3	525.9	2040.0

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 94 di 187

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			311.31	933.94
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			49.81	224.15
Live load Pressure	0.00	0.000			0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			761.5	-709.7	361.12	1158.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3967.90 kN	761.50 kN
Shear force	T	525.93 kN	361.12 kN
Bending moment	M	838.84 kNm	1209.89 kNm
Bending moment - section 2	M ₂		-2381 kN
Shear - section 2	T ₂		395 kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 95 di 187

6.2.5.1.5 Verifiche sezione base muro

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del muro di base della spalla A (materiali, armatura e geometria).

WALL H = 9.00 m (P.) RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

Characteristics of the materials

Parameter	Simb	Unit	Value
Characteristic resistance	f_{ck}	Mpa	25
Safety factor	γ_c	-	1.5
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	0	0	0
B side (layer 4)	5	26	1931

Geometric characteristics

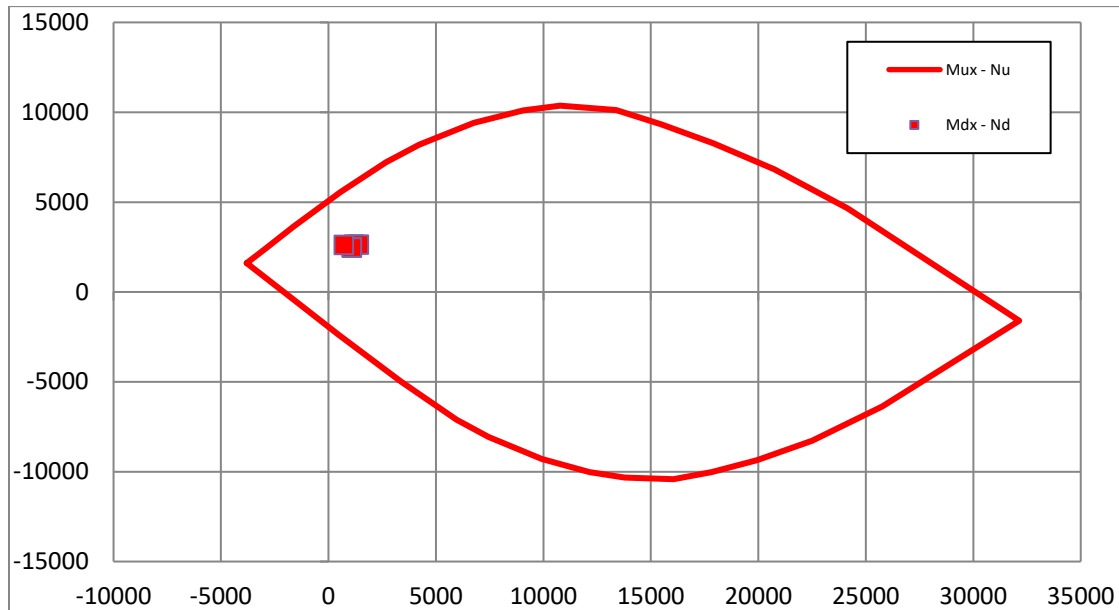
Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	2000
Concrete cover	c	mm	40

Shear reinforcement	n_b	ϕ_w (mm)	s_w (mm)
Dir y	3.3	16	300

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 96 di 187

Il dominio di resistenza della sezione viene riportato di seguito, si può notare che le sollecitazioni massime sono tutte comprese all'interno.

Rupture domain $N - M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN	1192.92	1414.78	1078.41	1078.41	708.43
Shear	V_{yEd}	kN	695.61	695.61	653.09	653.09	767.9
Moment	M_{xEd}	kNm	2637.94	2647.13	2483.05	2483.05	2618.11
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	1493.28	1493.28	1493.28	1493.28	1493.28
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	6055.7	6228.77	5966.37	5966.37	5677.76
Moment Ratio %	U_M	-	0.44	0.42	0.42	0.42	0.46
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.10	0.10	0.09	0.09	0.11
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.47	0.47	0.44	0.44	0.51
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 97 di 187

6.2.5.1.6 Verifiche sezione platea di fondazione

Di seguito si riportano le caratteristiche principali della platea di fondazione della spalla A (materiali, armatura e geometria).

WALL H = 9.00 m (P.) RC SECTION CHECK (SECTION 2)

Characteristics of the materials

Parameter	Simb.	Unit	Value
Characteristic resistance	f_{ck}	Mpa	25
Safety factor	γ_c	-	1.5
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	5	26	79
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	10	30	1869
B side (layer 4)	10	30	1919

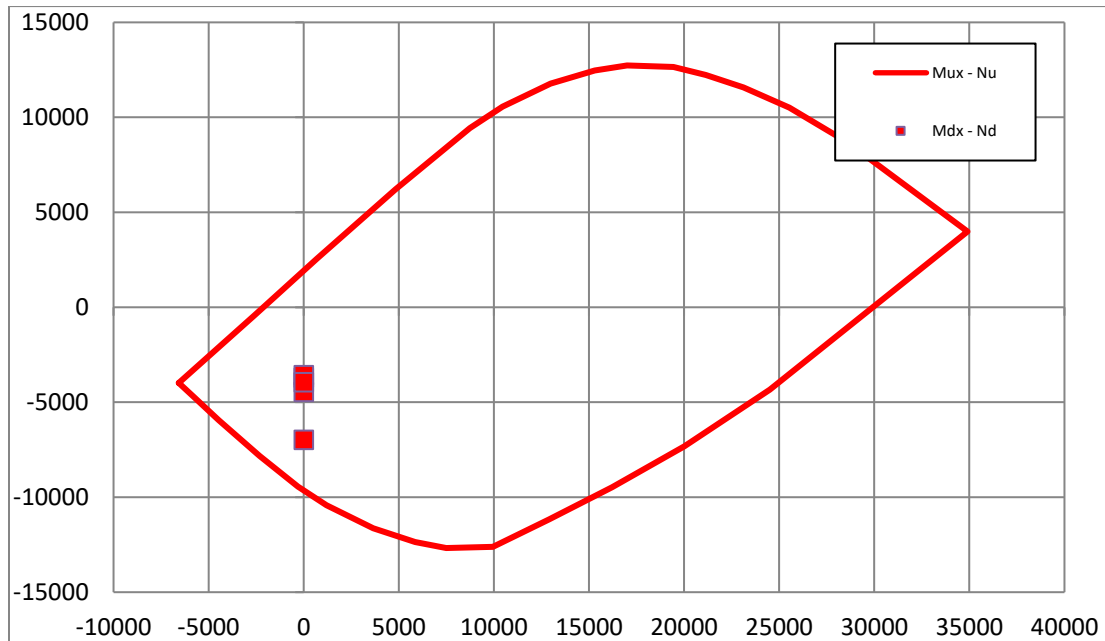
Geometric characteristics

Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	2000
Concrete cover	c	mm	50

ARMATURE A TAGLIO	n_b	ϕ_w (mm)	s_w (mm)
Dir y	3.3	16	300

Il dominio di resistenza della sezione viene riportato di seguito, si può notare che le sollecitazioni massime sono tutte comprese all'interno.

Rupture domain N - $M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN	.	.	.	.	.
Shear	V_{yEd}	kN	383.79	647.38	392.32	534.81	722.31
Moment	M_{xEd}	kNm	-3719.97	-4456.1	-3579.75	-3945.66	-6978.04
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	1488.56	1488.56	1488.56	1488.56	1488.56
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	-9633.84	-9633.84	-9633.84	-9633.84	-9633.84
Moment Ratio %	U_M	-	0.39	0.46	0.37	0.41	0.72
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.05	0.09	0.06	0.08	0.10
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.26	0.43	0.26	0.36	0.49
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 99 di 187

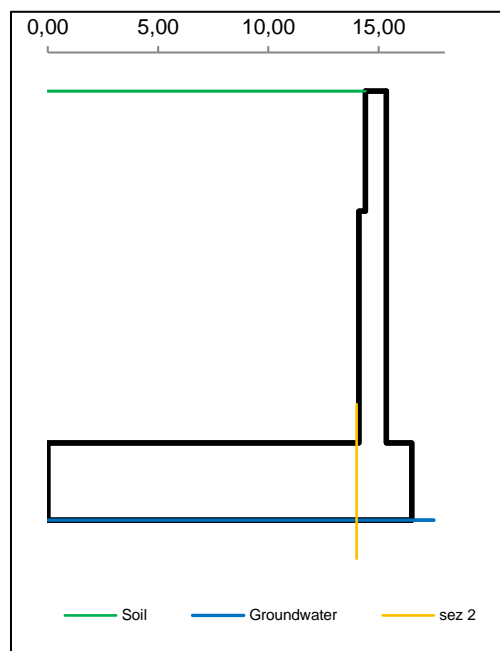
6.2.5.2 Muro andatore

6.2.5.2.1 Dati di Input

WALL H = 9.11 m (Piles) SUMMARY OF DATA

Geometric data

y _m	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	14.40	15.35
3.11	14.40	15.35
3.11	14.10	15.35
9.11	14.10	15.35
9.11	0.00	16.50
11.11	0.00	16.50
Foundation Height		9.11
Global Height		11.11
Wall inclination (°)		
Wall extention		12.15



General data

Wall unit weight	kN/m ³	25.00
Dead load 1	kN/m ²	0.00
Dead load 2 (ballast)	kN/m ²	14.40
Live load	kN/m ²	40.00
Ground acceleration	g	0.292
Coefficient S		1.00
Decrease factor 1/r		1.00

Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	25
Concrete safety factor		1.5
Steel Characteristic Strength	Mpa	450
Steel safety factor		1.15
Concrete Design strength	Mpa	14.17
Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	337.5

Foundation on piles

L = 16.50 m

n	∅	x
4	1500	1.50
4	1500	6.00
4	1500	10.50
4	1500	15.00

Pile Characteristics

n	16.00	-
x _g	8.25	m
J _g	405.00	m ²
W _{min}	-60.00	m
W _{max}	60.00	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 100 di 187

Soil characteristics

Soil layer	y _t	ps	φ'	c'	C _u
	m	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	9.11	20.00	38.00	0.00	0.00
2	9.11	20.00	38.00	0.00	0.00
	11.11	20.00	38.00	0.00	0.00
3	11.11	19.00	32.00	0.00	0.00
	20.00	19.00	32.00	0.00	0.00
Ground slope (°)				0.000	°
Soil/wall Friction				0%	% φ
Groundwater upstream				11.11	m
Groundwater downstream				11.11	m
NO Groundwater					

Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force 1					F
Dead force 2 (ballast)					F
Live force					S
ΔSeismic force					

Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	1250	1000	40
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d
Rear reinforcement (soil side)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	121
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1181
Shear reinforcement	φ _s	s _x	s _y
Ties	16	300	300

Characteristics of RC sections

Section	Section 2		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	2000	1000	50
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 101 di 187

Bottom reinforcement (soil side)				7	26	79
B side (layer 2)						
B side (layer 3)				5	26	1869
Upper reinforcement				10	30	1919
Shear reinforcement				ϕ_s	s_x	s_y
Ties				16	300	300

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Load factors						
				γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Soil parameter coefficients			
				$\gamma_{tan\phi}$	γ_c	γ_r	γ_{cu}
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 102 di 187

6.2.5.2.2 Risultati

Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N _s	T _s	U _{Ts}	M _s	U _{Ms/σ}	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	280	709	0.79	2579	0.812	OK
ULS2 STR	A1	M1	395	709	0.79	2572	0.795	OK
ULS3 GEO	A2	M2	280	666	0.74	2443	0.769	OK
ULS4 GEO	A2	M2	295	666	0.74	2435	0.765	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	239	764	0.85	2645	0.838	OK
SLS RARE	(1)	(1)	292	509		1833	225	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	280	369		1200	141	OK

EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

Horizontal pressure coefficient (M1)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K _{ah} '	K _{ah}
0.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
9.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
9.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
11.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
11.11	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
11.11	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307

Horizontal pressure coefficient (M2)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K _{ah} '	K _{ah}
0.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
9.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
9.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
11.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
11.11	26.56	0.00	0.00	0.00	18.88		0.701	0.382
11.11	26.56	0.00	0.00	0.00	18.88		0.701	0.382

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 103 di 187

6.2.5.2.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 9.11 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
	0.00							
1.0	0.00	14.40	15.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	15.35	20.0	73.86	-120.03	895.68	-8329.82
1.0	3.11	14.10	15.35	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.03
1.0	9.11	14.10	15.35	20.0	187.50	-332.81	1692.00	-15989.37
1.0	9.11	0.00	16.50	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.02
1.0	11.11	0.00	16.50	20.0	825.00	-6806.22	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					1086.36	-7259.07	2587.68	-24319.24

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	14.40	15.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	15.35	20.0	21.57	206.08	261.54	2499.00
1.0	3.11	14.10	15.35	20.0	0.00	0.00	0.00	0.01
1.0	9.11	14.10	15.35	20.0	54.75	273.75	494.06	2470.31
1.0	9.11	0.00	16.50	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	11.11	0.00	16.50	20.0	240.90	240.90	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					317.22	720.73	755.60	4969.32

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	318.97	1606.55	0.00
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	11.11	222.20	85.40	155.43	150.30	0.00
0.470	0.000	9.00	11.11	222.20	104.45	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.11	222.20	104.45	0.00	0.00	0.00
Total						474.40	1756.85	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
-----------------	----------------------------------	--	---	---	----------------	----------------	------------------	----------------

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 104 di 187

0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	140.05	918.05	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		11.11	40.00	15.37	30.75	30.75	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						170.80	948.79	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	390.05	1964.55	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	11.11	222.20	104.43	190.06	183.79	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	222.20	122.85	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	222.20	122.85	0.00	0.00	0.00
Total						580.11	2148.34	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	171.26	1122.62	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						208.86	1160.22	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	477.61	2405.55	0.00
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	11.11	222.20	127.87	232.73	225.05	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	222.20	155.66	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	222.20	155.66	0.00	0.00	0.00
Total						710.33	2630.60	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	0.00	14.40	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	14.40	40.00	576.00	-5356.80

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 105 di 187

WALL H = 9.11 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
1.0	0.00	14.40	15.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	15.35	20.0	73.86	-35.08	18.66	-20.53
1.0	3.11	14.10	15.35	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.11	14.10	15.35	20.0	187.50	-117.19	0.00	0.00
0.0	9.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					261.36	-152.27	18.66	-20.53

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	14.40	15.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	15.35	20.0	21.57	162.95	5.45	41.17
1.0	3.11	14.10	15.35	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.11	14.10	15.35	20.0	54.75	164.25	0.00	0.00
0.0	9.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					76.32	327.20	5.45	41.17

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	318.97	968.61	0.00
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.11	200.20	94.11	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.11	200.20	94.11	0.00	0.00	0.00
Total						318.97	968.61	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 106 di 187

0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	140.05	637.94	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						140.05	637.94	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	390.05	1184.45	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	200.20	110.68	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	200.20	110.68	0.00	0.00	0.00
Total						390.05	1184.45	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	171.26	780.10	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						171.26	780.10	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85			
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	200.20	140.24	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	200.20	140.24	0.00	0.00	0.00
Total						477.61	1450.34	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _q	M _{stab}
Dead load	0.00	14.10	14.40	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	14.10	14.40	40.00	12.00	-13.20

 Consorzio IricAV Due	 ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 107 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 107 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 107 di 187		

6.2.5.2.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	311.04	-2892.67		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	640.44	2371.75
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	83.01	461.11
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	247.66	1375.75
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3985.1	-34471.0	971.1	4208.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			430.61	1307.62
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			75.63	344.49
Live load Pressure	1.45	1.000			203.08	925.01
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 108 di 187

Wall Inertia	0.00			0.00	0.00
Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		280.0	-172.8	709.32	2577.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3985.08 kN	280 kN
Shear force	T	971.10 kN	709 kN
Bending moment	M	2614.56 kNm	2579 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	1466.59	-9799.74		
Soil Weight	1.35	1.000	3493.37	-32830.97		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	311.04	-2892.67		
Live load Weight	1.45	1.000	835.20	-7767.36		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	640.44	2371.75
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	83.01	461.11
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	247.66	1375.75
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			6106.2	-53290.7	971.1	4208.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	352.84	-205.57		
Soil Weight	1.35	1.000	25.19	-27.71		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	1.45	1.000	17.40	-19.14		

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 109 di 187

Soil Pressure	1.35	1.000			430.61	1307.62
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			75.63	344.49
Live load Pressure	1.45	1.000			203.08	925.01
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			395.4	-252.4	709.32	2577.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	6106.20 kN	395.43 kN
Shear force	T	971.10 kN	709.32 kN
Bending moment	M	1293.99 kNm	2571.85 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	580.11	2148.34
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	75.19	417.68
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	261.08	1450.28
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3881.4	-33506.8	916.4	4016.3

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 110 di 187

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			390.05	1184.45
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			61.65	280.84
Live load Pressure	1.25	1.000			214.08	975.12
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			280.0	-172.8	665.78	2440.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3881.40 kN	280.02 kN
Shear force	T	916.38 kN	665.78 kN
Bending moment	M	2531.11 kNm	2442.62 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 111 di 187

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{\tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	1.25	1.000	720.00	-6696.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	580.11	2148.34
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	75.19	417.68
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	261.08	1450.28
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4601.4	-40202.8	916.4	4016.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.25	1.000	15.00	-16.50		
Soil Pressure	1.00	1.000			390.05	1184.45
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			61.65	280.84
Live load Pressure	1.25	1.000			214.08	975.12
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 112 di 187

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		295.0	-189.3	665.78	2440.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4601.4 kN	295.0 kN
Shear force	T	916.4 kN	665.8 kN
Bending moment	M	1775.1 kNm	2435.5 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	927.75	-6199.24		
Soil Weight	1.00	0.854	2209.88	-20768.63		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.854	177.09	-1646.89		
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	814.04	3014.67
Dead 2 Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	105.51	586.11
Live load Pressure	0.20	1.146	0.00	0.00	58.62	325.62
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				317.22	720.73
Soil Inertia	1.00				755.60	4969.32
Total			3314.7	-28614.8	2051.0	9616.5

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	223.20	-130.04		
Soil Weight	1.00	0.854	15.94	-17.53		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.854				
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146			547.34	1662.08

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 113 di 187

Dead 2 Pressure	1.00	1.146			86.52	394.08
Live load Pressure	0.20	1.146			48.06	218.94
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				76.32	327.20
Soil Inertia	1.00				5.45	41.17
Total			239.1	-147.6	763.69	2643.5

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3314.72 kN	239.14 kN
Shear force	T	2050.99 kN	763.69 kN
Bending moment	M	8348.10 kNm	2645.36 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	1.00	1.000	576.00	-5356.80		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	474.40	1756.85
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	61.49	341.57
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	170.80	948.79
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4457.4	-38863.6	706.7	3047.2

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
----------------------------	----------	--------------------	---	-------------------	---	------------------

Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.00	1.000	12.00	-13.20		
Soil Pressure	1.00	1.000			318.97	968.61
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			50.42	229.66
Live load Pressure	1.00	1.000			140.05	637.94
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			292.0	-186.0	509.44	1836.2

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4457.40 kN	292.02 kN
Shear force	T	706.69 kN	509.44 kN
Bending moment	M	957.22 kNm	1832.72 kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 115 di 187

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	474.40	1756.85
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	61.49	341.57
Live load Pressure	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3881.4	-33506.8	535.9	2098.4

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			318.97	968.61
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			50.42	229.66
Live load Pressure	0.00	0.000			0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 116 di 187

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total	280.0	-172.8	369.39	1198.3	

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3881.40 kN	280.02 kN
Shear force	T	535.89 kN	369.39 kN
Bending moment	M	613.23 kNm	1200.48 kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 117 di 187

6.2.5.2.5 Verifiche sezione base muro

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del muro andatore della spalla B (materiali, armatura e geometria).

WALL H = 9.11 m (P.) RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

Characteristics of the materials

Parameter	Simb	Unit	Value
Characteristic resistance	f_{ck}	Mpa	25
Safety factor	γ_c	-	1.5
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	121
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1181

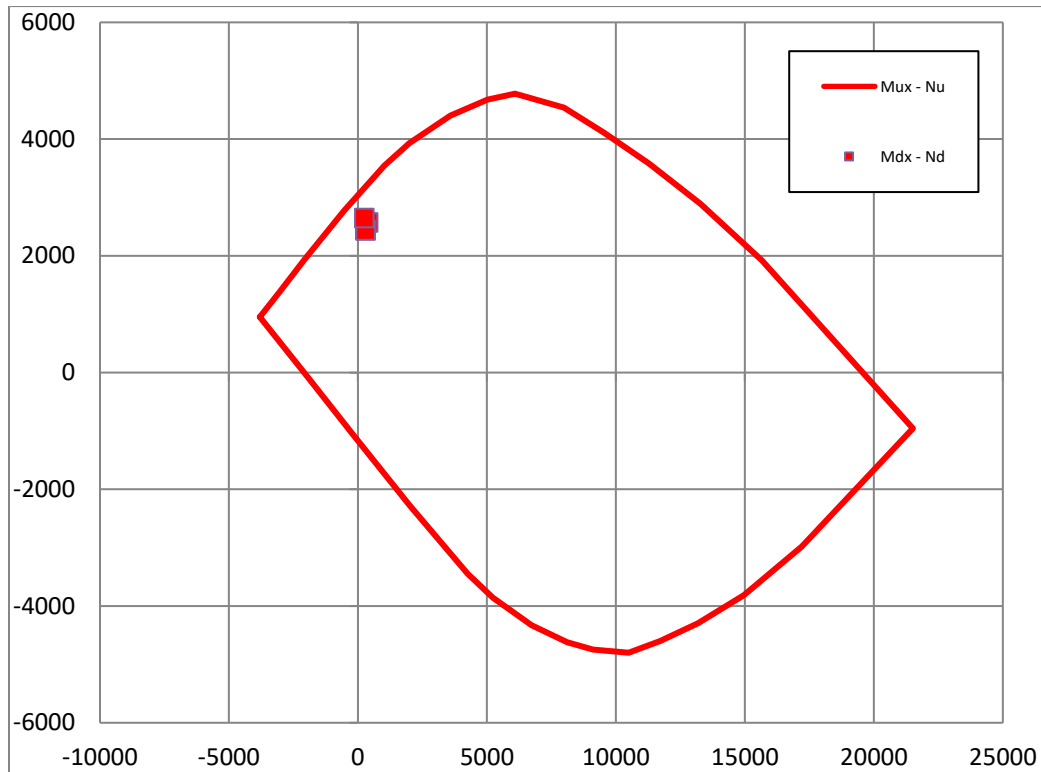
Geometric characteristics

Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	1250
Concrete cover	c	mm	40

Shear reinforcement	n_b	ϕ_w (mm)	s_w (mm)
Dir y	3.3	16	300

Il dominio di resistenza della sezione viene riportato di seguito, si può notare che le sollecitazioni massime sono tutte comprese all'interno.

Rupture domain N - $M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN	280.02	395.43	280.02	295.02	239.14
Shear	V_{yEd}	kN	709.32	709.32	665.78	665.78	763.69
Moment	M_{xEd}	kNm	2579.34	2571.85	2442.62	2435.5	2645.36
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	903.21	903.21	903.21	903.21	903.21
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	3177.	3234.15	3177.	3184.43	3156.75
Moment Ratio %	U_M	-	0.81	0.80	0.77	0.76	0.84
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.16	0.16	0.15	0.15	0.18
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.79	0.79	0.74	0.74	0.85
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 119 di 187	

6.2.5.3 Pali

Si riportano le tabelle riassuntive delle sollecitazioni massime agenti sui pali.

Combinations		Load	Soil	N _{pmax}	N _{pmin}	T _p	M _p
				kN	kN	kN	kNm
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>				
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	7466	1971	1264	3584
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	9536	3086	1261	3575
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7040	1904	1192	3382
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7489	2273	1190	3376
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	7317	753	2572	7293
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	6916	2249	917	2601
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	5606	1953	693	1965

6.2.5.3.1 Verifiche SLU – Flessione

Nei pali è presente la seguente armatura a flessione:

Pmax

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 75 [cm]

Raggio interno: 0 [cm]

N° barre uguali: 52

Diametro barre: 3 [cm]

Copriferro (baric.): 12 [cm]

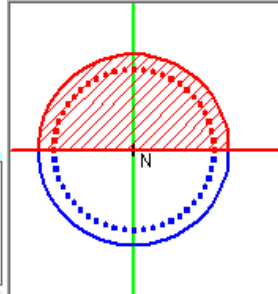
N° barre: Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: kN

M_{xEd}: kNm

M_{yEd}: kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN: yN:

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C

ϵ_{su} : 67.5 ‰

f_{yd} : 391.3 N/mm²

E_s : 200,000 N/mm²

E_s/E_c : 15

ϵ_{syd} : 1.957 ‰

$\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm²

C25/30

ϵ_{c2} : 2 ‰

ϵ_{cu} : 3.5

f_{cd} : 14.17

f_{cc}/f_{cd} : 0.8

$\sigma_{c,adm}$: 9.75

τ_{co} : 0.6

τ_{c1} : 1.829

M_{xRd}: kN m

σ_c : -14.17 N/mm²

σ_s : 391.3 N/mm²

ϵ_c : 3.5 ‰

ϵ_s : 2.935 ‰

d: 138 cm

x: 75.06 x/d: 0.5439

δ : 1

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

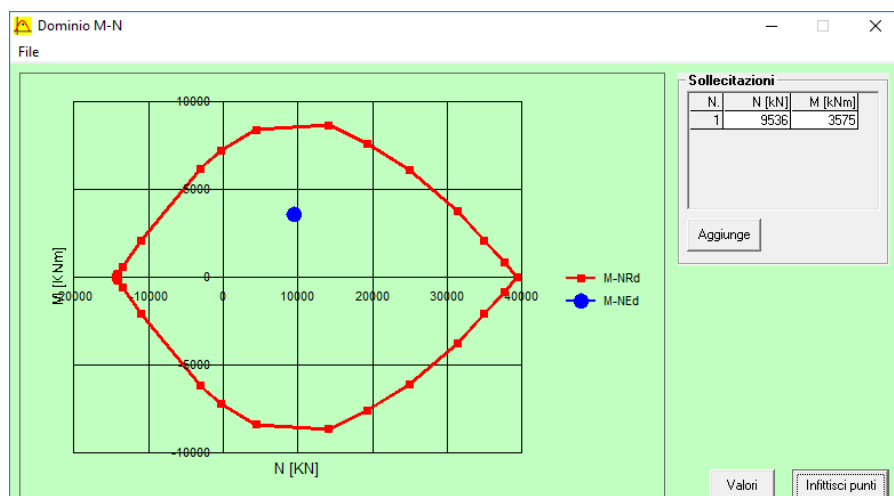
Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: N° rett.:

Calcola MRd

L₀: cm Col. modello



Pmin

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 75 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 52
 Diametro barre: 3 [cm]
 Copriferro (baric.): 12 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 753 [kN]
 M_{xEd}: 7293 [kNm]
 M_{yEd}: 0 [kNm]

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 [cm] Col. modello

Precompresso

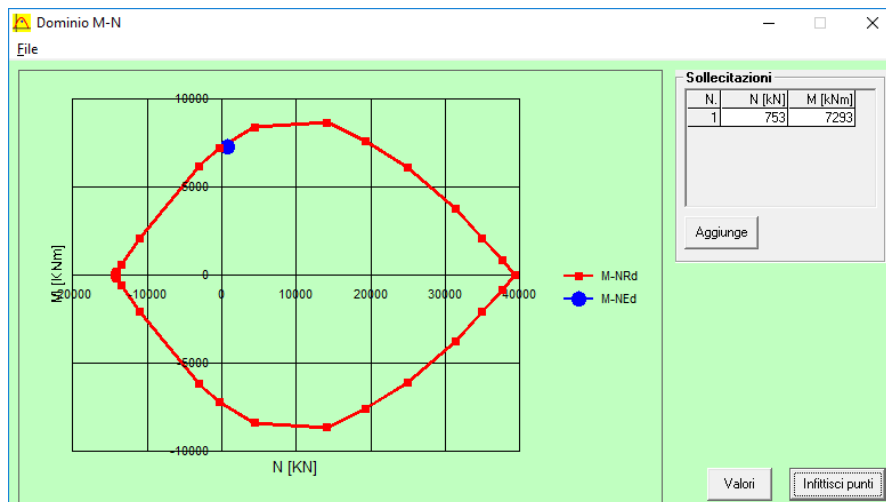
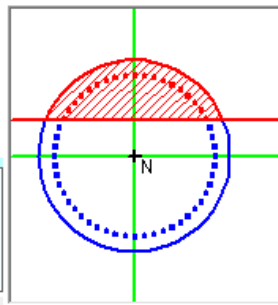
Materiali

B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

M_{xRd}: 7,553 [kN m]

σ_c: -14.17 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 6.672 ‰
 d: 138 [cm]
 x: 47.49 x/d: 0.3441
 δ: 0.8701



Mmax

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 75 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 52
 Diametro barre: 3 [cm]
 Copriferro (baric.): 12 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 753 [kN]
 M_{xEd}: 7293 [kNm]
 M_{yEd}: 0 [kNm]

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 [cm] Col. modello

Precompresso

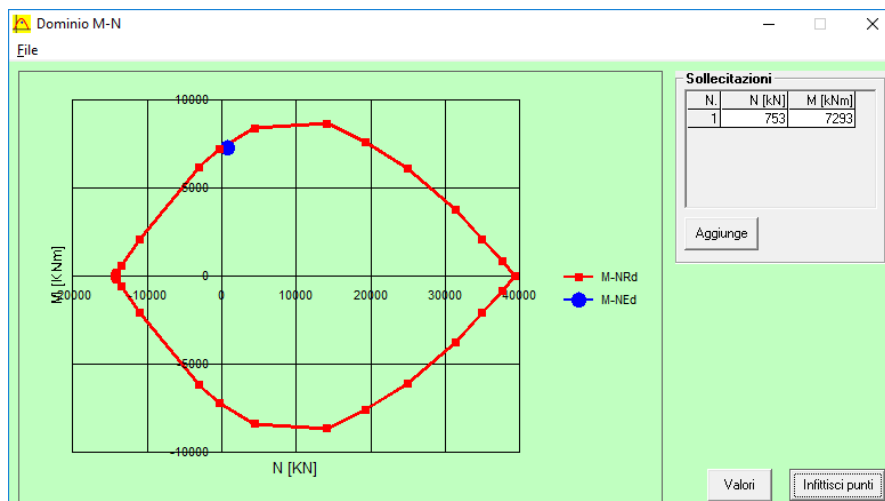
Materiali

B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

M_{xRd}: 7,553 [kN m]

σ_c: -14.17 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 6.672 ‰
 d: 138 [cm]
 x: 47.49 x/d: 0.3441
 δ: 0.8701



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 123 di 187

6.2.5.4 Verifiche SLE – Tensionale

Quasi Permanente

Titolo :

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]

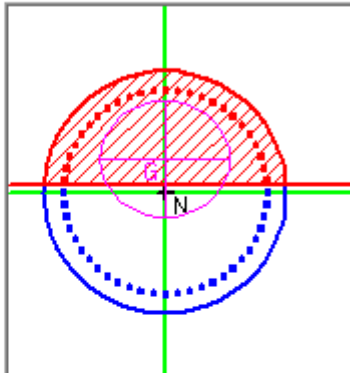
Raggio interno [cm]

N* barre uguali

Diametro barre [cm]

Copriferro (baric.) [cm]

N* barre **Zoom**



Sollecitazioni

S.L.U. **Metodo n**

N kN

M kNm

M

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C **C25/30**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} [?]

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{c1}

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_s ‰

d cm

x x/d δ

Vertici:

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 6.285 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]

Raggio interno [cm]

N* barre uguali

Diametro barre [cm]

Copriferro (baric.) [cm]

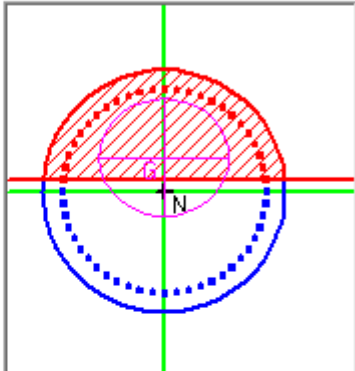
N* barre **Zoom**

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2249"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2601"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN
yN

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.829"/>

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

Vertici:

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

$\sigma_c = 8.284 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$\sigma_s = 127.6 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 125 di 187

6.2.5.4.1 Verifiche SLU – Taglio

La verifica è stata fatta su una sezione equivalente i cui lati sono determinati secondo dati di letteratura seguendo le indicazioni di Paul Regan:

base equivalente $be = 0.9 * D$

altezza utile equivalente $he = 0.45 * D + 0.64 * (d - D/2)$

D = diametro

d = altezza utile

Nella spalla "B" è presente la seguente armatura a taglio:

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	2572
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	0
3	Larghezza Sezione	B		mm	1350
4	Altezza Sezione	H		mm	1090
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	52.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	30
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	120
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	4
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	20
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	150
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45.000
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}			0.85
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	14.17
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	955
22	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	36,757
23	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.02000

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 30%;">Foglio 126 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 126 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 126 di 187		

24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.45763
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	V_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.308
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	V'_{min}	$V_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.308
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot\theta^2)$		0.500
28	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	V_{Rd}	$0,18k(100\rho f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.644
30	Taglio Resistente del cls non armato	V_{Rd}	$v_{Rd,c}Bd$	kN	831
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	armatura NECESSARIA
32	Resistenza massima a taglio del cls	V_{Rcd}	$0,5\alpha_c v f_{cd}$	MPa	3.542
33	Taglio Resistente massimo del cls	V_{Rcd}	$0,9v_{Rcd}Bd$	kN	4,109
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	η_{Rcd}	V_{Rcd} / V_{Ed}	-	1.598
35	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rcd}$	?	OK
36	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm ²	1,257
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta) \text{sen}\alpha$		1.000
38	Taglio Resistente dell'armatura	V_{Rsd}	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	2,818
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	η_{Rsd}	V_{Rsd} / V_{Ed}	-	1.095
40	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rsd}$	?	OK
41	Verifica a taglio sulla sezione?				OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 127 di 187	

6.2.5.5 Verifiche portanza palo

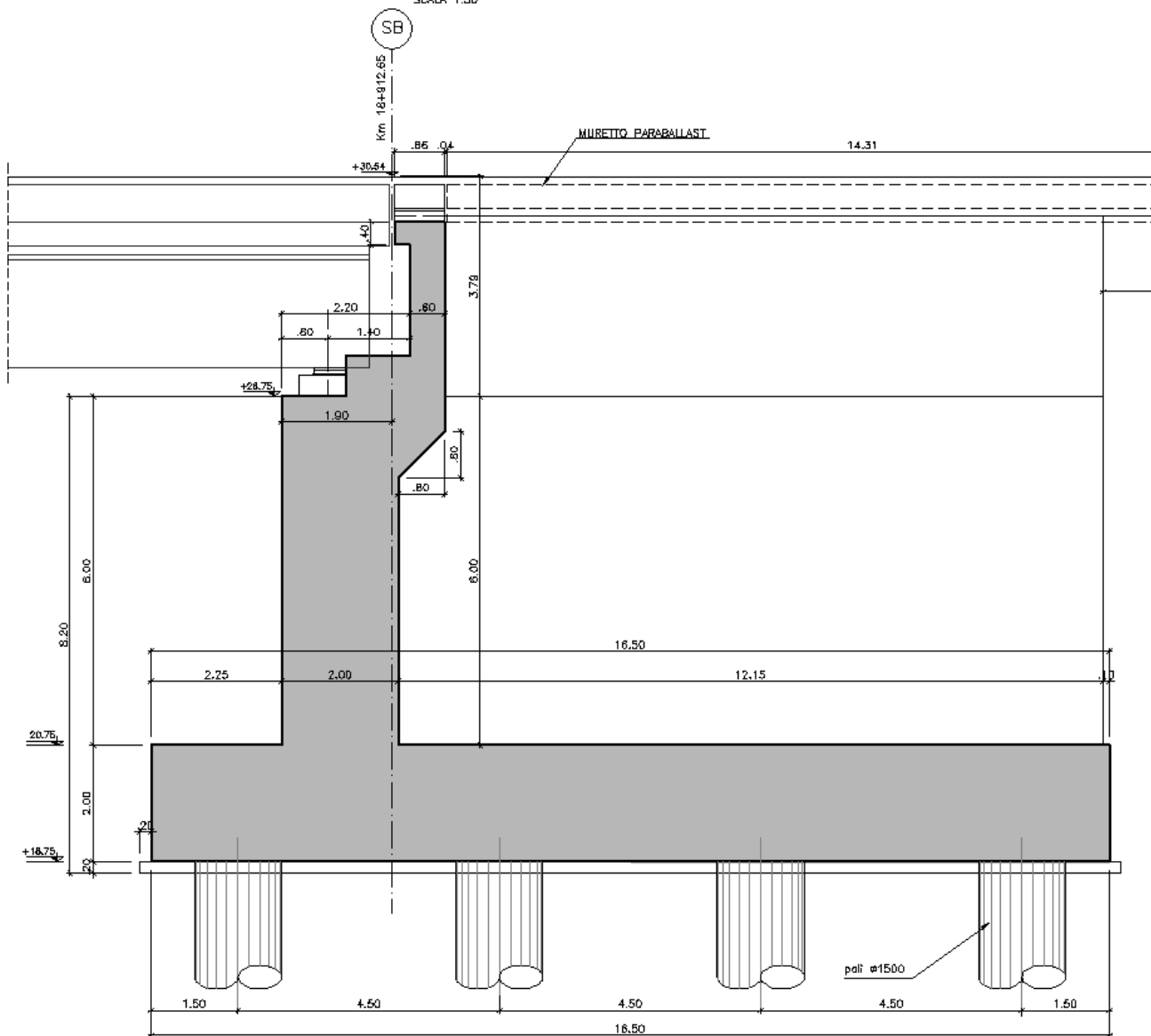
Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a $N = 9536$ kN (cfr. tab. Par. 6.5.5.3), ma la sollecitazione più gravosa per l'interazione palo-terreno corrisponde a $N = 7489$ kN.

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 34.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale IN1710YI2RBVI1800001.

6.2.6 SPALLA B

SEZIONE A-A

SCALA 1:50



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 129 di 187

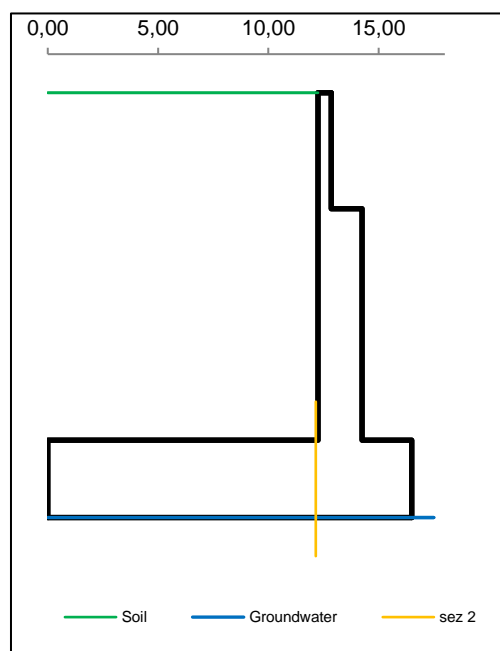
6.2.6.1 Muro frontale

6.2.6.1.1 Dati di Input

WALL H = 9.00 m (Piles) SUMMARY OF DATA

Geometric data

y _m	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	12.25	12.85
3.00	12.25	12.85
3.00	12.25	14.25
9.00	12.25	14.25
9.00	0.00	16.50
11.00	0.00	16.50
Foundation Height		9.00
Global Height		11.00
Wall inclination (°)		
Wall extention		13.40



General data

Wall unit weight	kN/m ³	25.00
Dead load 1	kN/m ²	0.00
Dead load 2 (ballast)	kN/m ²	14.40
Live load	kN/m ²	40.00
Ground acceleration	g	0.292
Coefficient S		1.00
Decrease factor 1/r		1.00

Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	25
Concrete safety factor		1.5
Steel Characteristic Strength	Mpa	450
Steel safety factor		1.15
Concrete Design strength	Mpa	14.17
Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	337.5

Foundation on piles

L = 16.50 m

n	∅	x
4	1500	1.50
4	1500	6.00
4	1500	10.50
4	1500	15.00

Pile Characteristics

n	16.00	-
X _g	8.25	m
J _g	405.00	m ²
W _{min}	-60.00	m
W _{max}	60.00	m

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 130 di 187

Soil characteristics

Soil layer	y _t	ps	φ'	c'	C _u
	m	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	9.00	20.00	38.00	0.00	0.00
2	9.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	11.00	20.00	38.00	0.00	0.00
3	11.00	19.00	32.00	0.00	0.00
	20.00	19.00	32.00	0.00	0.00
Ground slope (°)				0.000	°
Soil/wall Friction				0%	% φ
Groundwater upstream				11.00	m
Groundwater downstream				11.00	m
NO Groundwater					

Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force 1			288.9	13.45	F
Dead force 2 (ballast)			127.6	13.45	F
Live force	125.00	3.00	253.5	13.45	S
ΔSeismic force	272.84	3.00			

Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	2000	1000	40
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d
Rear reinforcement (soil side)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1931
Shear reinforcement	φ _s	s _x	s _y
Ties	16	300	300

Characteristics of RC sections

Section	Section 2		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	2000	1000	50

 Consorzio IricAV Due	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 131 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 131 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 131 di 187		

Bending reinforcement	n_a	ϕ_a	d
Bottom reinforcement (soil side)	5	26	79
B side (layer 2)			
B side (layer 3)	10	30	1869
Upper reinforcement	10	30	1919
Shear reinforcement	ϕ_s	s_x	s_y
Ties	16	300	300

Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors							
			γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Soil parameter coefficients				
			$\gamma_{\tan\phi}$	γ_c	γ_r	γ_{cu}	
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 132 di 187

6.2.6.1.2 Risultati

WALL H = 9.00 m (Piles) SUMMARY OF RESULTS

Stress on foundation

Combinations	Load	Soil	N	T	M	M _G
			kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m
<i>ULS EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>				
<i>ULS1 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	4488	1136	6407	6407
<i>ULS2 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	6480	1136	4376	4376
<i>ULS3 GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	4285	1058	5613	5613
<i>ULS4 GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	4897	1058	4312	4312
<i>ULS SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	3447	2247	10497	10497
<i>SLS RARE</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	4711	820	3046	3046
<i>SLS QUASIP</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	3968	526	839	839

Stress on piles -Piglet

Combinations	Load	Soil	N _{pmax}	N _{pmin}	T _p	M _p
			kN	kN	kN	kNm
<i>ULS EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>				
<i>ULS1 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	7902	1884	1504	4266
<i>ULS2 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	9972	2999	1501	4258
<i>ULS3 GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7416	1829	1400	3970
<i>ULS4 GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7865	2198	1398	3964
<i>ULS SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	8043	127	2972	8428
<i>SLS RARE</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	7217	2189	1083	3072
<i>SLS QUASIP</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	5606	1953	693	1965

Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N _s	T _s	U _{Ts}	M _s	U _{M_s/σ}	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
<i>ULS1 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1193	877	0.59	3725	0.615	OK
<i>ULS2 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1415	877	0.59	3735	0.600	OK
<i>ULS3 GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1078	809	0.54	3421	0.573	OK
<i>ULS4 GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1078	809	0.54	3421	0.573	OK
<i>ULS SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	708	1069	0.72	4427	0.780	OK
<i>SLS RARE</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	1015	624		2633	148	OK
<i>SLS QUASIP</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	761	361		1210	96	OK

Section 2 Check (up side)

Combinations	Load	Soil	T ₂	U _{T2}	M ₂	U _{M2/σ}	CHECK
			kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
<i>ULS1 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	466.98	0.314	-4739.07	0.492	OK
<i>ULS2 STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	730.57	0.491	-5475.21	0.568	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 133 di 187

<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>		<i>464.04</i>	<i>0.312</i>	<i>-4458.28</i>	<i>0.463</i>	<i>OK</i>
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>		<i>606.53</i>	<i>0.407</i>	<i>-4824.19</i>	<i>0.501</i>	<i>OK</i>
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>		<i>860.69</i>	<i>0.578</i>	<i>-8673.20</i>	<i>0.900</i>	<i>OK</i>
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>		<i>531.40</i>		<i>-3934.34</i>	<i>156</i>	<i>OK</i>
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>		<i>394.68</i>		<i>-2381.27</i>	<i>115</i>	<i>OK</i>

EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

Horizontal pressure coefficient (M1)

<i>y</i>	ϕ°	δ°	β°	ε°	θ°	<i>W</i>	K_{ah}'	K_{ah}
<i>0.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>9.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>9.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>11.00</i>	<i>38.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.238</i>	<i>0.238</i>
<i>11.00</i>	<i>32.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.307</i>	<i>0.307</i>
<i>11.00</i>	<i>32.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>		<i>0.307</i>	<i>0.307</i>

Horizontal pressure coefficient (M2)

<i>y</i>	ϕ°	δ°	β°	ε°	θ°	<i>W</i>	K_{ah}'	K_{ah}
<i>0.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>9.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>9.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>11.00</i>	<i>32.01</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.575</i>	<i>0.307</i>
<i>11.00</i>	<i>26.56</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.701</i>	<i>0.382</i>
<i>11.00</i>	<i>26.56</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>18.88</i>		<i>0.701</i>	<i>0.382</i>

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 134 di 187

6.2.6.1.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 9.00 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
	0.00							
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	45.00	-177.75	735.00	-7625.63
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.03
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	300.00	-975.00	1470.00	-15251.22
1.0	9.00	0.00	16.50	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.02
1.0	11.00	0.00	16.50	20.0	825.00	-6806.22	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					1170.00	-7958.98	2205.00	-22876.89

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	13.14	124.83	214.62	2038.89
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	0.01
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	87.60	438.00	429.24	2146.19
1.0	9.00	0.00	16.50	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	11.00	0.00	16.50	20.0	240.90	240.90	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					341.64	803.73	643.86	4185.09

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	311.31	1556.57	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	11.00	220.00	84.55	153.74	148.61	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	220.00	103.42	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	220.00	103.42	0.00	0.00	0.00
Total						465.05	1705.18	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 135 di 187

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	138.36	899.35	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		11.00	40.00	15.37	30.75	30.75	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						169.11	930.10	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	380.69	1903.43	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	11.00	220.00	103.40	187.99	181.73	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	220.00	121.63	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	220.00	121.63	0.00	0.00	0.00
Total						568.68	2085.16	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	169.19	1099.76	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						206.79	1137.36	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	466.14	2330.72	0.00
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	11.00	220.00	126.61	230.19	222.52	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	220.00	154.11	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	220.00	154.11	0.00	0.00	0.00
Total						696.34	2553.24	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	0.00	12.25	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	12.25	40.00	490.00	-5083.75

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 136 di 187

WALL H = 9.00 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	45.00	-76.50	0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	300.00	-300.00	0.00	0.00
0.0	9.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					345.00	-376.50	0.00	0.00

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	12.25	12.85	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	12.85	20.0	13.14	98.55	0.00	0.00
1.0	3.00	12.25	14.25	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.00	12.25	14.25	20.0	87.60	262.80	0.00	0.00
0.0	9.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.00	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					100.74	361.35	0.00	0.00

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	311.31	933.94	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	198.00	93.08	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.00	198.00	93.08	0.00	0.00	0.00
Total						311.31	933.94	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
-----------------	----------------------------------	--	---	---	----------------	----------------	------------------	----------------

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 137 di 187

0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	138.36	622.63	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						138.36	622.63	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	380.69	1142.06	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	198.00	109.47	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.00	198.00	109.47	0.00	0.00	0.00
Total						380.69	1142.06	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	169.19	761.37	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						169.19	761.37	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59			
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	9.00	180.00	103.59	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	198.00	138.70	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.00	198.00	138.70	0.00	0.00	0.00
Total						466.14	1398.43	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	12.25	12.25	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	12.25	12.25	40.00	0.00	0.00

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 138 di 187</p>

 Consorzio IricAV Due	 ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 139 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 139 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 139 di 187		

6.2.6.1.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	264.60	-2745.23		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	627.82	2302.00
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	82.19	452.03
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	245.21	1348.64
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-583.82	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-1121.24	181.25	1450.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4487.5	-36167.3	1136.5	5552.7

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			420.27	1260.82
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			74.72	336.22
Live load Pressure	1.45	1.000			200.62	902.81
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-153.13	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-294.09	181.25	1087.50
Seismic Force	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
V118 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 140 di 187

Wall Inertia	0.00			0.00	0.00
Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		1192.9	-1054.8	876.86	3587.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4487.52 kN	1193 kN
Shear force	T	1136.46 kN	877 kN
Bending moment	M	6407.47 kNm	3725 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-4739 kN
Shear - section 2	T₂		467 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{\tan\phi}$
A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	1579.50	-10744.62		
Soil Weight	1.35	1.000	2976.75	-30883.80		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	264.60	-2745.23		
Live load Weight	1.45	1.000	710.50	-7371.44		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	627.82	2302.00
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	82.19	452.03
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	245.21	1348.64
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	390.00	-1189.50	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-583.82	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-1121.24	181.25	1450.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			6480.4	-54639.6	1136.5	5552.7

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	465.75	-508.27		
Soil Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 141 di 187

Dead load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	1.45	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			420.27	1260.82
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			74.72	336.22
Live load Pressure	1.45	1.000			200.62	902.81
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	390.00	-312.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	191.42	-153.13	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	367.62	-294.09	181.25	1087.50
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1414.8	-1267.5	876.86	3587.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	6480.38 kN	1414.78 kN
Shear force	T	1136.46 kN	876.86 kN
Bending moment	M	4376.19 kNm	3734.63 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-5475 kN
Shear - section 2	T₂		731 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	568.68	2085.16
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	74.45	409.45
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	258.49	1421.70
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 142 di 187

Live Force	1.25	1.000	316.91	-966.58	156.25	1250.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4284.8	-34902.9	1057.9	5166.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			380.69	1142.06
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			60.91	274.09
Live load Pressure	1.25	1.000			211.49	951.72
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-253.53	156.25	937.50
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1078.4	-963.2	809.34	3305.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4284.81 kN	1078.41 kN
Shear force	T	1057.87 kN	809.34 kN
Bending moment	M	5613.08 kNm	3420.55 kNm
Bending moment - section 2	M ₂		-4458 kN
Shear - section 2	T ₂		464 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{\tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 143 di 187

Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	1.25	1.000	612.50	-6354.69		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	568.68	2085.16
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	74.45	409.45
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	258.49	1421.70
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-966.58	156.25	1250.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4897.3	-41257.6	1057.9	5166.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.25	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			380.69	1142.06
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			60.91	274.09
Live load Pressure	1.25	1.000			211.49	951.72
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	316.91	-253.53	156.25	937.50
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1078.4	-963.2	809.34	3305.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4897.3 kN	1078.4 kN
Shear force	T	1057.9 kN	809.3 kN
Bending moment	M	4311.5 kNm	3420.6 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-4824 kN
Shear - section 2	T₂		607 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 144 di 187

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	999.18	-6796.97		
Soil Weight	1.00	0.854	1883.07	-19536.86		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.854	150.65	-1562.95		
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	798.00	2926.01
Dead 2 Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	104.47	574.56
Live load Pressure	0.20	1.146	0.00	0.00	58.04	319.20
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	246.71	-752.47	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	108.98	-332.39	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	58.11	-177.23	28.65	229.20
Seismic Force	1.00				272.84	2182.72
Wall Inertia	1.00				341.64	803.73
Soil Inertia	1.00				643.86	4185.09
Total			3446.7	-29158.9	2247.5	11220.5

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	294.63	-321.53		
Soil Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.854				
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146			534.20	1602.60
Dead 2 Pressure	1.00	1.146			85.47	384.62
Live load Pressure	0.20	1.146			47.48	213.68
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	246.71	-197.37	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	108.98	-87.18	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	58.11	-46.49	28.65	171.90
Seismic Force	1.00				272.84	1637.04

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 145 di 187</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 145 di 187
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 145 di 187		

Wall Inertia	1.00				100.74	361.35
Soil Inertia	1.00				0.00	0.00
Total			708.4	-652.6	1069.39	4371.2

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3446.70 kN	708.43 kN
Shear force	T	2247.50 kN	1069.39 kN
Bending moment	M	10496.88 kNm	4427.05 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-8673 kN
Shear - section 2	T₂		861 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	1.00	1.000	490.00	-5083.75		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	465.05	1705.18
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	60.88	334.84
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	169.11	930.10
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	253.53	-773.27	125.00	1000.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4711.4	-39793.4	820.0	3970.1

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 146 di 187

Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			311.31	933.94
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			49.81	224.15
Live load Pressure	1.00	1.000			138.36	622.63
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	253.53	-202.82	125.00	750.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			1015.0	-912.5	624.49	2530.7

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4711.43 kN	1015.03 kN
Shear force	T	820.04 kN	624.49 kN
Bending moment	M	3046.05 kNm	2633.22 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-3934 kN
Shear - section 2	T₂		531 kNm

WALL H = 9.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1170.00	-7958.98		
Soil Weight	1.00	1.000	2205.00	-22876.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	176.40	-1830.15		
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	465.05	1705.18
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	60.88	334.84
Live load Pressure	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-881.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-389.21	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 147 di 187

Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3967.9	-33936.3	525.9	2040.0

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	345.00	-376.50		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			311.31	933.94
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			49.81	224.15
Live load Pressure	0.00	0.000			0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	288.89	-231.11	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	127.61	-102.09	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			761.5	-709.7	361.12	1158.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3967.90 kN	761.50 kN
Shear force	T	525.93 kN	361.12 kN
Bending moment	M	838.84 kNm	1209.89 kNm
Bending moment - section 2	M ₂		-2381 kN
Shear - section 2	T ₂		395 kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 148 di 187

6.2.6.1.5 Verifiche sezione base muro

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del muro di base della spalla A (materiali, armatura e geometria).

WALL H = 9.00 m (P.) RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

Characteristics of the materials

Parameter	Simb	Unit	Value
Characteristic resistance	f_{ck}	Mpa	25
Safety factor	γ_c	-	1.5
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	0	0	0
B side (layer 4)	5	26	1931

Geometric characteristics

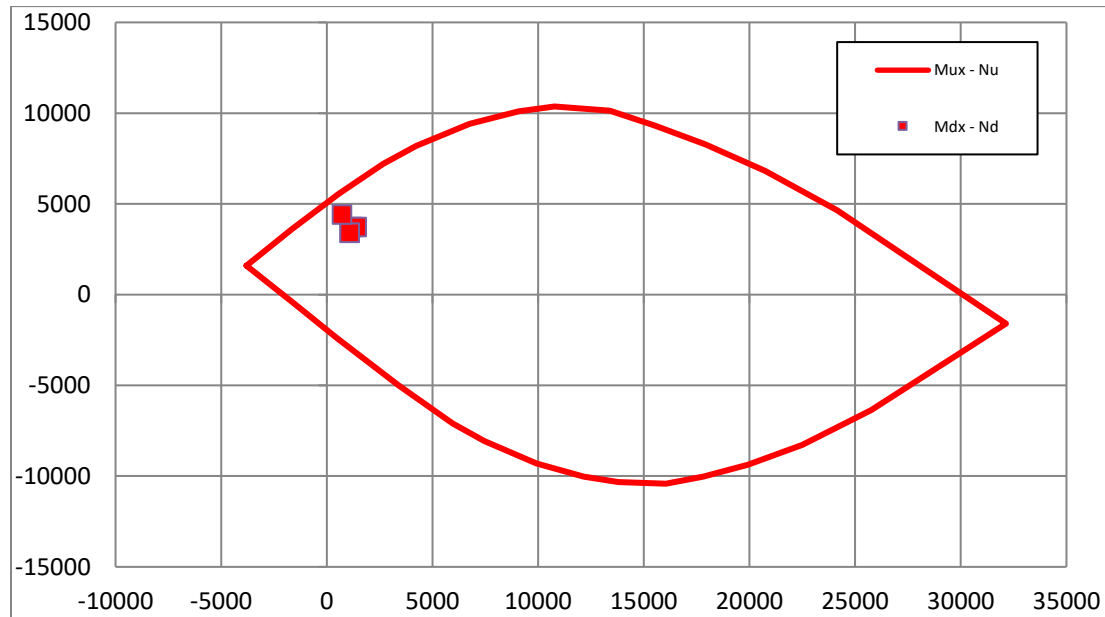
Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	2000
Concrete cover	c	mm	40

Shear reinforcement	n_b	ϕ_w (mm)	s_w (mm)
Dir y	3.3	16	300

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 149 di 187

Il dominio di resistenza della sezione viene riportato di seguito, si può notare che le sollecitazioni massime sono tutte comprese all'interno.

Rupture domain N - $M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN	1192.92	1414.78	1078.41	1078.41	708.43
Shear	V_{yEd}	kN	876.86	876.86	809.34	809.34	1069.39
Moment	M_{xEd}	kNm	3725.44	3734.63	3420.55	3420.55	4427.05
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	1493.28	1493.28	1493.28	1493.28	1493.28
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	6055.7	6228.77	5966.37	5966.37	5677.76
Moment Ratio %	U_M	-	0.62	0.60	0.57	0.57	0.78
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.12	0.12	0.11	0.11	0.15
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.59	0.59	0.54	0.54	0.72
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 150 di 187

6.2.6.1.6 Verifiche sezione platea di fondazione

Di seguito si riportano le caratteristiche principali della platea di fondazione della spalla A (materiali, armatura e geometria).

WALL H = 9.00 m (P.) RC SECTION CHECK (SECTION 2)

Characteristics of the materials

Parameter	Simb.	Unit	Value
Characteristic resistance	f_{ck}	Mpa	25
Safety factor	γ_c	-	1.5
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	5	26	79
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	10	30	1869
B side (layer 4)	10	30	1919

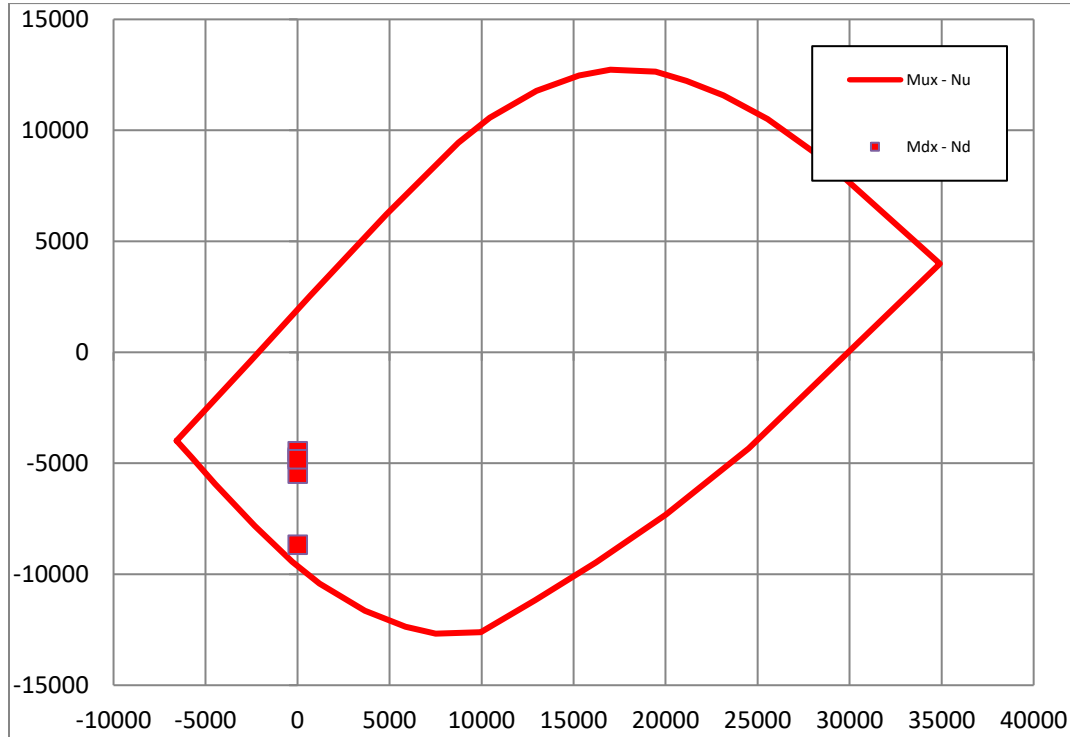
Geometric characteristics

Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	2000
Concrete cover	c	mm	50

ARMATURE A TAGLIO	n_b	ϕ_w (mm)	s_w (mm)
Dir y	3.3	16	300

Il dominio di resistenza della sezione viene riportato di seguito, si può notare che le sollecitazioni massime sono tutte comprese all'interno.

Rupture domain N - $M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN	.	.	.	.	.
Shear	V_{yEd}	kN	466.98	730.57	464.04	606.53	860.69
Moment	M_{xEd}	kNm	-4739.07	-5475.21	-4458.28	-4824.19	-8673.2
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	1488.56	1488.56	1488.56	1488.56	1488.56
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	-9633.84	-9633.84	-9633.84	-9633.84	-9633.84
Moment Ratio %	U_M	-	0.49	0.57	0.46	0.50	0.90
Shear Ratio % (no reforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.07	0.10	0.07	0.09	0.12
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.31	0.49	0.31	0.41	0.58
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 152 di 187

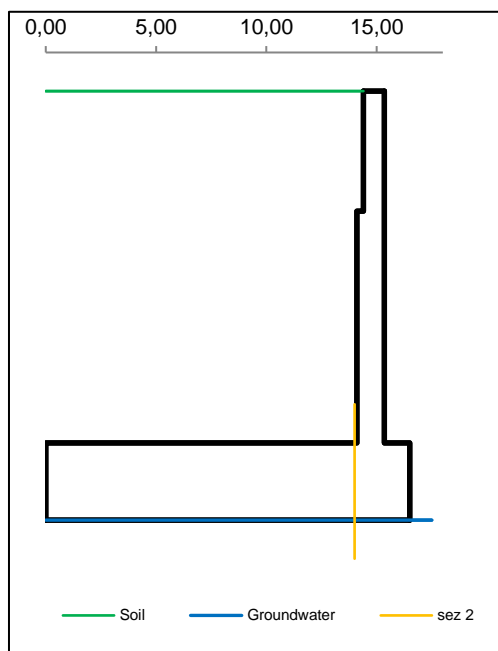
6.2.6.2 Muro andatore

6.2.6.2.1 Dati di Input

WALL H = 9.11 m (Piles) SUMMARY OF DATA

Geometric data

y _m	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	14.40	15.35
3.11	14.40	15.35
3.11	14.10	15.35
9.11	14.10	15.35
9.11	0.00	16.50
11.11	0.00	16.50
Foundation Height		9.11
Global Height		11.11
Wall inclination (°)		
Wall extention		12.15



General data

Wall unit weight	kN/m ³	25.00
Dead load 1	kN/m ²	0.00
Dead load 2 (ballast)	kN/m ²	14.40
Live load	kN/m ²	40.00
Ground acceleration	g	0.292
Coefficient S		1.00
Decrease factor 1/r		1.00

Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	25
Concrete safety factor		1.5
Steel Characteristic Strength	Mpa	450
Steel safety factor		1.15
Concrete Design strength	Mpa	14.17
Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	337.5

Foundation on piles

L = 16.50 m

n	∅	x
4	1500	1.50
4	1500	6.00
4	1500	10.50
4	1500	15.00

Pile Characteristics

n	16.00	-
x _g	8.25	m
J _g	405.00	m ²
W _{min}	-60.00	m
W _{max}	60.00	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 153 di 187

Soil characteristics

Soil layer	y _t	ps	φ'	c'	C _u
	m	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	9.11	20.00	38.00	0.00	0.00
2	9.11	20.00	38.00	0.00	0.00
	11.11	20.00	38.00	0.00	0.00
3	11.11	19.00	32.00	0.00	0.00
	20.00	19.00	32.00	0.00	0.00
Ground slope (°)				0.000	°
Soil/wall Friction				0%	% φ
Groundwater upstream				11.11	m
Groundwater downstream				11.11	m
NO Groundwater					

Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force 1					F
Dead force 2 (ballast)					F
Live force					S
ΔSeismic force					

Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	1250	1000	40
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d
Rear reinforcement (soil side)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	121
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1181
Shear reinforcement	φ _s	s _x	s _y
Ties	16	300	300

Characteristics of RC sections

Section	Section 2		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	2000	1000	50
Bending reinforcement	n _a	φ _a	d

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 154 di 187

Bottom reinforcement (soil side)				7	26	79
B side (layer 2)						
B side (layer 3)				5	26	1869
Upper reinforcement				10	30	1919
Shear reinforcement				ϕ_s	s_x	s_y
Ties				16	300	300

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Load factors						
				γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Soil parameter coefficients			
				$\gamma_{tan\phi}$	γ_c	γ_r	γ_{cu}
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.25	1.25	1.00	1.40
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 155 di 187

6.2.6.2.2 Risultati

Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N _s	T _s	U _{Ts}	M _s	U _{Ms/σ}	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	280	709	0.79	2579	0.812	OK
ULS2 STR	A1	M1	395	709	0.79	2572	0.795	OK
ULS3 GEO	A2	M2	280	666	0.74	2443	0.769	OK
ULS4 GEO	A2	M2	295	666	0.74	2435	0.765	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	239	764	0.85	2645	0.838	OK
SLS RARE	(1)	(1)	292	509		1833	225	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	280	369		1200	141	OK

EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

Horizontal pressure coefficient (M1)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K _{ah} '	K _{ah}
0.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
9.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
9.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
11.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
11.11	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
11.11	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307

Horizontal pressure coefficient (M2)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K _{ah} '	K _{ah}
0.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
9.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
9.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
11.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.88		0.575	0.307
11.11	26.56	0.00	0.00	0.00	18.88		0.701	0.382
11.11	26.56	0.00	0.00	0.00	18.88		0.701	0.382

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 157 di 187

0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	140.05	918.05	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		11.11	40.00	15.37	30.75	30.75	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						170.80	948.79	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	390.05	1964.55	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	11.11	222.20	104.43	190.06	183.79	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	222.20	122.85	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	222.20	122.85	0.00	0.00	0.00
Total						580.11	2148.34	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	171.26	1122.62	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						208.86	1160.22	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	477.61	2405.55	0.00
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	11.11	222.20	127.87	232.73	225.05	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	222.20	155.66	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	222.20	155.66	0.00	0.00	0.00
Total						710.33	2630.60	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	0.00	14.40	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	14.40	40.00	576.00	-5356.80

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 158 di 187

WALL H = 9.11 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
1.0	0.00	14.40	15.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	15.35	20.0	73.86	-35.08	18.66	-20.53
1.0	3.11	14.10	15.35	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.11	14.10	15.35	20.0	187.50	-117.19	0.00	0.00
0.0	9.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					261.36	-152.27	18.66	-20.53

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	14.40	15.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	15.35	20.0	21.57	162.95	5.45	41.17
1.0	3.11	14.10	15.35	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.11	14.10	15.35	20.0	54.75	164.25	0.00	0.00
0.0	9.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	11.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					76.32	327.20	5.45	41.17

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	318.97	968.61	0.00
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.11	200.20	94.11	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	11.11	200.20	94.11	0.00	0.00	0.00
Total						318.97	968.61	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.384	0.000		0.00	40.00	15.37			

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 159 di 187

0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	140.05	637.94	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		11.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
Total						140.05	637.94	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	390.05	1184.45	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	200.20	110.68	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	11.11	200.20	110.68	0.00	0.00	0.00
Total						390.05	1184.45	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.470	0.000		0.00	40.00	18.80			
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	171.26	780.10	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		11.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
Total						171.26	780.10	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.575	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85			
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	0.00	0.00	0.00
0.575	0.000	20.00	9.11	182.20	104.85	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	200.20	140.24	0.00	0.00	0.00
0.701	0.000	9.00	11.11	200.20	140.24	0.00	0.00	0.00
Total						477.61	1450.34	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P _q	M _{stab}
Dead load	0.00	14.10	14.40	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	14.10	14.40	40.00	12.00	-13.20

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 160 di 187

6.2.6.2.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	311.04	-2892.67		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	640.44	2371.75
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	83.01	461.11
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	247.66	1375.75
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3985.1	-34471.0	971.1	4208.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			430.61	1307.62
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			75.63	344.49
Live load Pressure	1.45	1.000			203.08	925.01
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 161 di 187

Wall Inertia	0.00			0.00	0.00
Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		280.0	-172.8	709.32	2577.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3985.08 kN	280 kN
Shear force	T	971.10 kN	709 kN
Bending moment	M	2614.56 kNm	2579 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	1466.59	-9799.74		
Soil Weight	1.35	1.000	3493.37	-32830.97		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.50	1.000	311.04	-2892.67		
Live load Weight	1.45	1.000	835.20	-7767.36		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	640.44	2371.75
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	83.01	461.11
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	247.66	1375.75
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			6106.2	-53290.7	971.1	4208.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	352.84	-205.57		
Soil Weight	1.35	1.000	25.19	-27.71		
Water Weight (upstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.50	1.000				
Live load Weight	1.45	1.000	17.40	-19.14		

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 162 di 187

Soil Pressure	1.35	1.000			430.61	1307.62
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			75.63	344.49
Live load Pressure	1.45	1.000			203.08	925.01
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			395.4	-252.4	709.32	2577.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	6106.20 kN	395.43 kN
Shear force	T	971.10 kN	709.32 kN
Bending moment	M	1293.99 kNm	2571.85 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	580.11	2148.34
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	75.19	417.68
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	261.08	1450.28
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3881.4	-33506.8	916.4	4016.3

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 163 di 187

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			390.05	1184.45
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			61.65	280.84
Live load Pressure	1.25	1.000			214.08	975.12
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			280.0	-172.8	665.78	2440.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3881.40 kN	280.02 kN
Shear force	T	916.38 kN	665.78 kN
Bending moment	M	2531.11 kNm	2442.62 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
V118 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 164 di 187

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{\tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	1.25	1.000	720.00	-6696.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	580.11	2148.34
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	75.19	417.68
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	261.08	1450.28
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4601.4	-40202.8	916.4	4016.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.25	1.000	15.00	-16.50		
Soil Pressure	1.00	1.000			390.05	1184.45
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			61.65	280.84
Live load Pressure	1.25	1.000			214.08	975.12
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 165 di 187

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		295.0	-189.3	665.78	2440.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4601.4 kN	295.0 kN
Shear force	T	916.4 kN	665.8 kN
Bending moment	M	1775.1 kNm	2435.5 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	927.75	-6199.24		
Soil Weight	1.00	0.854	2209.88	-20768.63		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.854	177.09	-1646.89		
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	814.04	3014.67
Dead 2 Pressure	1.00	1.146	0.00	0.00	105.51	586.11
Live load Pressure	0.20	1.146	0.00	0.00	58.62	325.62
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				317.22	720.73
Soil Inertia	1.00				755.60	4969.32
Total			3314.7	-28614.8	2051.0	9616.5

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	0.854	223.20	-130.04		
Soil Weight	1.00	0.854	15.94	-17.53		
Water Weight (upstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.854	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.854				
Live load Weight	0.00	0.854	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.146			547.34	1662.08

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 166 di 187

Dead 2 Pressure	1.00	1.146			86.52	394.08
Live load Pressure	0.20	1.146			48.06	218.94
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.854	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.146	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				76.32	327.20
Soil Inertia	1.00				5.45	41.17
Total			239.1	-147.6	763.69	2643.5

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3314.72 kN	239.14 kN
Shear force	T	2050.99 kN	763.69 kN
Bending moment	M	8348.10 kNm	2645.36 kNm

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	1.00	1.000	576.00	-5356.80		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	474.40	1756.85
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	61.49	341.57
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	170.80	948.79
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			4457.4	-38863.6	706.7	3047.2

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}

Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	1.00	1.000	12.00	-13.20		
Soil Pressure	1.00	1.000			318.97	968.61
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			50.42	229.66
Live load Pressure	1.00	1.000			140.05	637.94
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			292.0	-186.0	509.44	1836.2

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4457.40 kN	292.02 kN
Shear force	T	706.69 kN	509.44 kN
Bending moment	M	957.22 kNm	1832.72 kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 168 di 187

WALL H = 9.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

Static condition		Partial factors							
Combination		γ_{GS}	γ_{GR1}	γ_{GR2}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	1086.36	-7259.07		
Soil Weight	1.00	1.000	2587.68	-24319.24		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	1.000	207.36	-1928.45		
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	474.40	1756.85
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	61.49	341.57
Live load Pressure	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
Total			3881.4	-33506.8	535.9	2098.4

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	261.36	-152.27		
Soil Weight	1.00	1.000	18.66	-20.53		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	1.000				
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			318.97	968.61
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			50.42	229.66
Live load Pressure	0.00	0.000			0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 169 di 187	

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total	280.0	-172.8	369.39	1198.3	

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3881.40 kN	280.02 kN
Shear force	T	535.89 kN	369.39 kN
Bending moment	M	613.23 kNm	1200.48 kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 170 di 187

6.2.6.2.5 Verifiche sezione base muro

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del muro andatore della spalla A (materiali, armatura e geometria).

WALL H = 9.11 m (P.) RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

Characteristics of the materials

Parameter	Simb	Unit	Value
Characteristic resistance	f_{ck}	Mpa	25
Safety factor	γ_c	-	1.5
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	10	30	71
B side (layer 2)	0	0	121
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1181

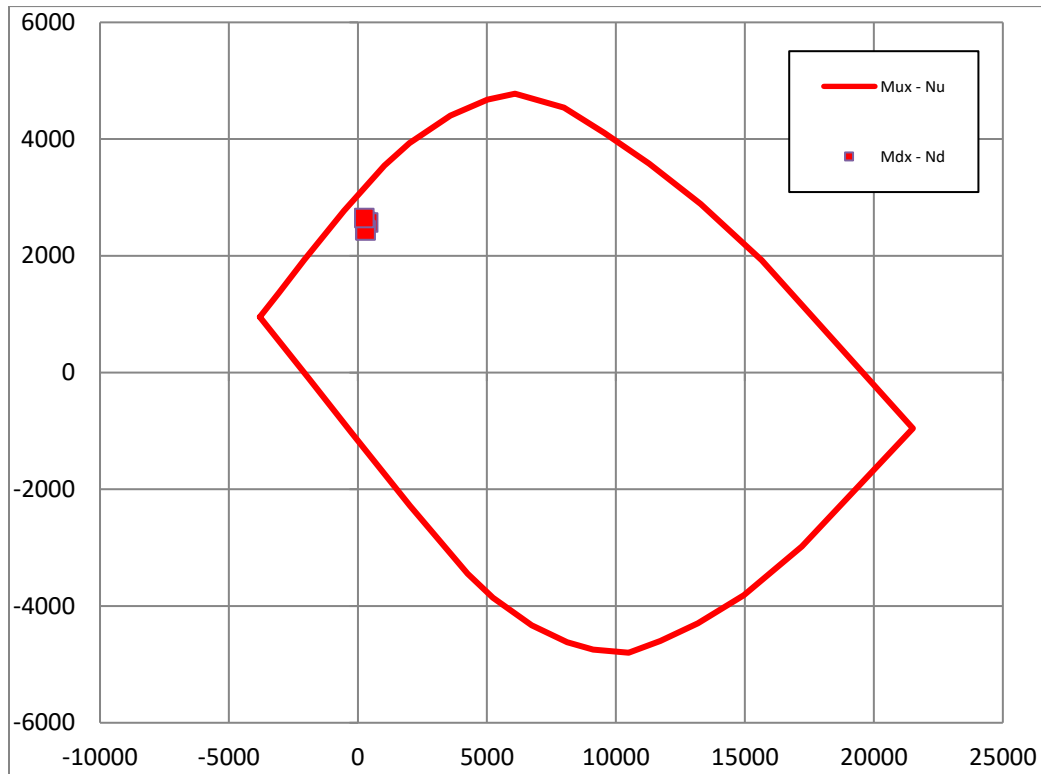
Geometric characteristics

Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	1250
Concrete cover	c	mm	40

Shear reinforcement	n_b	ϕ_w (mm)	s_w (mm)
Dir y	3.3	16	300

Il dominio di resistenza della sezione viene riportato di seguito, si può notare che le sollecitazioni massime sono tutte comprese all'interno.

Rupture domain N - M_x / N - M_y



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N _{Ed}	kN	280.02	395.43	280.02	295.02	239.14
Shear	V _{yEd}	kN	709.32	709.32	665.78	665.78	763.69
Moment	M _{xEd}	kNm	2579.34	2571.85	2442.62	2435.5	2645.36
Shear Resistance	V _{yRd}	kN	903.21	903.21	903.21	903.21	903.21
Moment of ropture	M _{xRd}	kNm	3177.	3234.15	3177.	3184.43	3156.75
Moment Ratio %	U_M	-	0.81	0.80	0.77	0.76	0.84
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.16	0.16	0.15	0.15	0.18
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.79	0.79	0.74	0.74	0.85
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 172 di 187

6.2.6.3 Pali

Si riportano le tabelle riassuntive delle sollecitazioni massime agenti sui pali.

Combinations		Load	Soil	N _{pmax}	N _{pmin}	T _p	M _p
				kN	kN	kN	kNm
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>				
<i>ULS1</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	7902	1884	1504	4266
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	9972	2999	1501	4258
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7416	1829	1400	3970
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7865	2198	1398	3964
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	8043	127	2972	8428
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	7217	2189	1083	3072
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	5606	1953	693	1965

6.2.6.3.1 Verifiche SLU – Flessione

Nei pali è presente la seguente armatura a flessione:

Pmax

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 75 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 56
Diametro barre: 3.2 [cm]
Copriferro (baric.): 12.2 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 9972 0 kN
 M_{xEd}: 4258 0 kNm
 M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

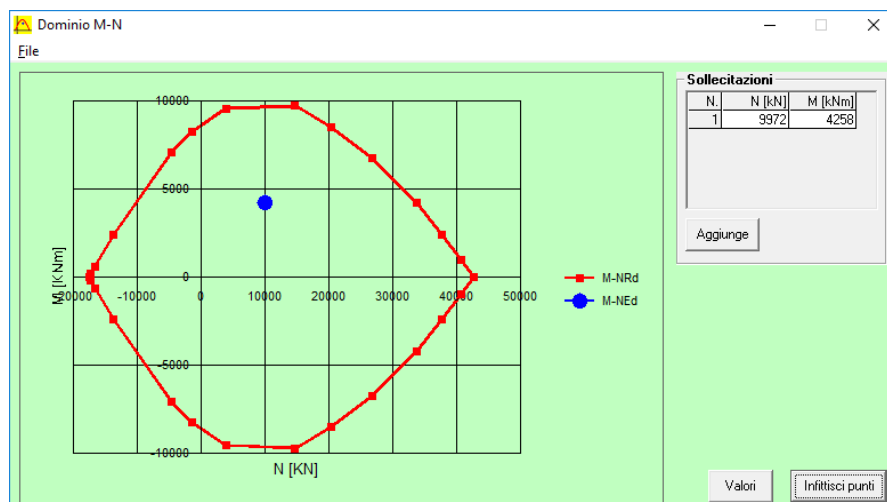
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello

M_{xRd}: 10.144 kN m
 σ_c: -14.17 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 2.824 ‰
 d: 137.8 cm
 x: 76.27 x/d: 0.5535
 δ: 1

Precompresso



Pmin

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 75 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 56
 Diametro barre: 3.2 [cm]
 Copriferro (baric.): 12.2 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 127 kN
 M_{xEd}: 8428 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

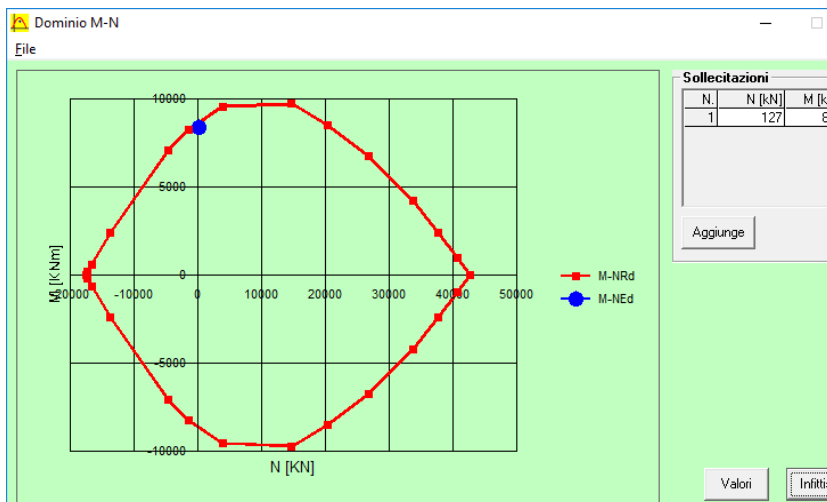
Materiali

B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200,000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

M_{xRd}: 8,746 kN m

σ_c: -14.17 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 6.44 ‰
 d: 137.8 cm
 x: 48.52 x/d: 0.3521
 δ: 0.8801



Mmax

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 75 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 56
Diametro barre: 3.2 [cm]
Copriferro (baric.): 12.2 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

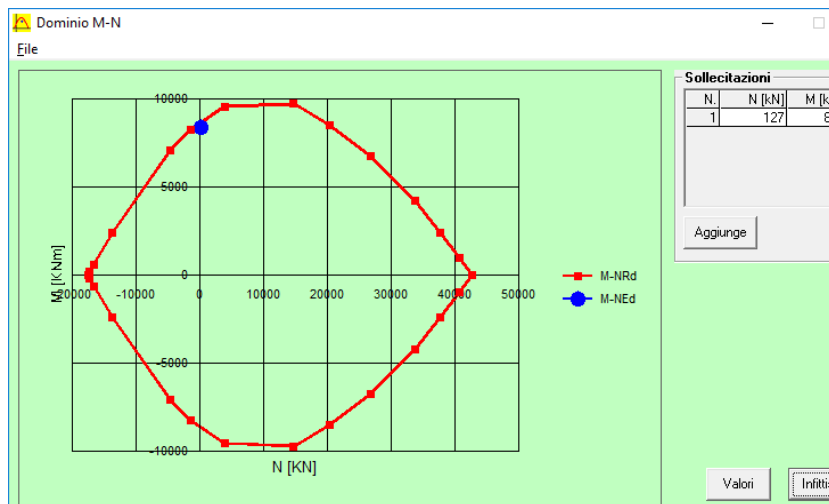
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 8,746 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 6.44 ‰
 d 137.8 cm
 x 48.52 x/d 0.3521
 δ 0.8801



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 176 di 187

6.2.6.4 Verifiche SLE – Tensionale

Quasi Permanente

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]

Raggio interno [cm]

N° barre uguali

Diametro barre [cm]

Copriferro (baric.) [cm]

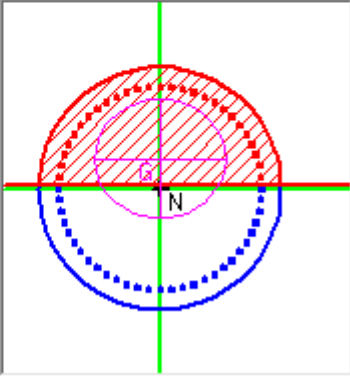
N° barre **Zoom**

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="14.17"/> ‰
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

Vertici:

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 5.709 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]

Raggio interno [cm]

N* barre uguali

Diametro barre [cm]

Copriferro (baric.) [cm]

N* barre **Zoom**

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

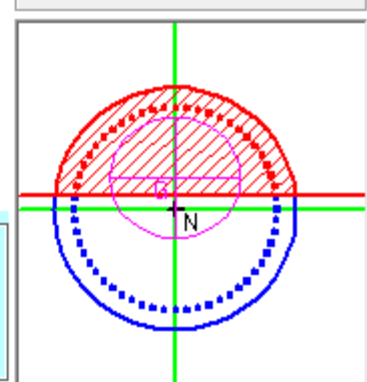
N <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2189"/> kN
M_{xEd} <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3072"/> kNm
M_{yEd} <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN

yN



Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c	<input type="text" value="-8.789"/> N/mm ²
σ_s	<input type="text" value="137.2"/> N/mm ²
ϵ_s	<input type="text" value="0.6858"/> ‰
d	<input type="text" value="137.8"/> cm
x	<input type="text" value="67.54"/> x/d <input type="text" value="0.4901"/>
	δ <input type="text" value="1"/>

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Vertici:

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 8.789 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 137.2 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 178 di 187

6.2.6.4.1 Verifiche SLU – Taglio

La verifica è stata fatta su una sezione equivalente i cui lati sono determinati secondo dati di letteratura seguendo le indicazioni di Paul Regan:

base equivalente $be = 0.9 * D$

altezza utile equivalente $he = 0.45 * D + 0.64 * (d - D/2)$

D = diametro

d = altezza utile

Nella spalla "A" è presente la seguente armatura a taglio:

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	2972
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	0
3	Larghezza Sezione	B		mm	1350
4	Altezza Sezione	H		mm	1090
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	56.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	32
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	122
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	4
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	20
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	100
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45.000
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}			0.85
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	$\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	MPa	14.17
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk} / γ_a	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed} / BH < 0,2 f_{cd}$	MPa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	952
22	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n \pi \phi^2 / 4$	mm ²	45,038
23	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl} / B d < 0,02$	-	0.02000

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 179 di 187	

24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.45835
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	v_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.308
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	v'_{min}	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.308
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot^2\theta)$		0.500
28	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	V_{Rd}	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.645
30	Taglio Resistente del cls non armato	V_{Rd}	$v_{Rd,c}Bd$	kN	829
31	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$	?	armatura NECESSARIA
32	Resistenza massima a taglio del cls	V_{Rcd}	$0,5\alpha_c v_{fcd}$	MPa	3.542
33	Taglio Resistente massimo del cls	V_{Rcd}	$0,9v_{Rcd}Bd$	kN	4,097
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	η_{Rcd}	V_{Rcd} / V_{Ed}	-	1.378
35	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rcd}$	?	OK
36	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$\eta_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm ²	1,257
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta) \text{sen}\alpha$		1.000
38	Taglio Resistente dell'armatura	V_{Rsd}	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	4,213
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	η_{Rsd}	V_{Rsd} / V_{Ed}	-	1.418
40	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rsd}$	?	OK
41	Verifica a taglio sulla sezione?				OK

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 180 di 187	

6.2.6.5 Verifiche portanza palo

Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a $N = 9972$ kN (cfr. tab. Par. 6.5.5.3), ma la sollecitazione più gravosa per l'interazione palo-terreno corrisponde a $N = 8043$ kN.

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 35.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale IN1710YI2RBVI1800001.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 181 di 187	

7 APPARECCHI DI APPOGGIO

7.1 SPOSTAMENTI

L'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio è valutata come indicato al §2.1.5 della specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A.

In direzione longitudinale

$$E_L = k_1 * (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 * (2 * D_t + 4 * d_{Ed} * k_2 + 2 * d_{eg})$$

Ove:

E_1 = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;

E_2 = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;

E_3 = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;

$$k_1 = 0.45$$

$$k_2 = 0.55$$

$$d_{Ed} = \pm \mu_d * d_{Ee}$$

$$\mu_d = q \quad \text{se } T_1 \geq T_c$$

$$\mu_d = 1 + (q - 1) * T_c / T_1 \quad \text{se } T_1 < T_c$$

d_{Ee} = spostamento ottenuto dall'analisi dinamica;

d_{eg} = spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno.

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore E_L dovrà essere assunto non minore di:

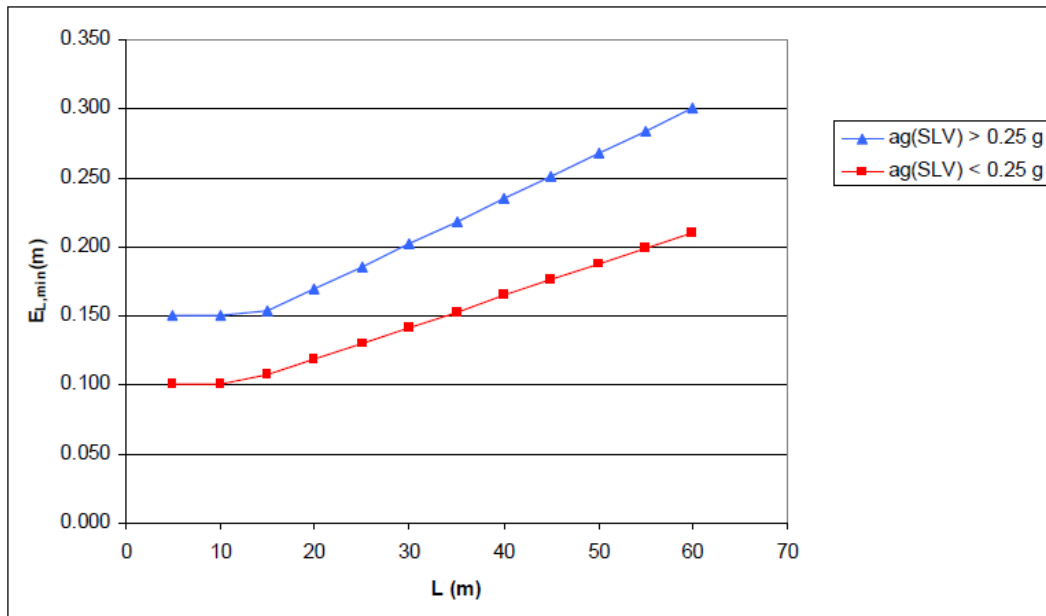
$$E_L \geq 3.3 \cdot \frac{L}{1000} + 0.1 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0.15m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) \geq 0.25 \text{ g}$$

$$E_L \geq 2.3 \cdot \frac{L}{1000} + 0.073 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0.10m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) < 0.25 \text{ g}$$

Ove:

L = la lunghezza del ponte (m).

Tali limiti vengono riportati nella successiva figura



Impalcato in c.a.p. (25 m)

Il valore massimo del termine E_L derivante dai calcoli relativamente all'impalcato in c.a.p è pari a :

$$E_L = 6.8 \text{ mm}$$

Il valore minimo del termine E_L indicato dalla specifica RFI è pari a :

$$E_L = 182.5 \text{ mm}$$

Impalcato a travi incorporate (22 m)

Il valore massimo del termine E_L derivante dai calcoli relativamente all'impalcato in c.a.p è pari a :

$$E_L = 9.45 \text{ mm}$$

Il valore minimo del termine E_L indicato dalla specifica RFI è pari a :

$$E_L = 172.6 \text{ mm}$$

7.2 CORSA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO MOBILI

La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili deve essere non inferiore a $\pm(E_L/2 + E_L/8)$ con un minimo di $\pm(E_L / 2 + 15 \text{ mm})$.

Impalcato in c.a.p. (25 m)

$$E_s = \pm 114.1 \text{ mm}$$

Impalcato a travi incorporate (22 m)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 183 di 187</p>

$$E_s = \pm 107.9 \text{ mm}$$

7.3 ESCURSIONE DEI GIUNTI

Il giunto fra le testate di due travi adiacenti dovrà consentire un'escursione totale pari a $\pm(E_L / 2 + 10 \text{ mm})$.

Impalcato in c.a.p. (25 m)

$$E_s = \pm 102 \text{ mm}$$

Impalcato a travi incorporate (22 m)

$$E_s = \pm 96.3 \text{ mm}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL VI 18 0 0 001 Rev. A Foglio 184 di 187

7.4 SOLLECITAZIONI

7.4.1 Condizione Statica

Impalcato in c.a.p. (25 m)

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-4002	-	-

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-4001	-	-

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-3617	-	-

F	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-3617	864	501

Ux	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-3418	-	1003

F	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-3486	864	501

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-3498	-	-

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-3498	-	-

7.4.2 Condizione Sismica

Impalcato in c.a.p. (25 m)

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2804	-	-

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2801	-	-

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2368	-	-

F	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2354	3486	2078*

Ux	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2351	-	4261

F	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2406	3486	2078*

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2765	-	-

M	F _v [kN]	F _L [kN]	F _T [kN]
	-2762	-	-

*Nel dimensionamento degli appoggi fissi si è considerato reagente alle azioni trasversali un solo apparecchio di appoggio, eguagliando l'azione trasversale all'azione dell'appoggio unidirezionale.

Impalcato a travi incorporate (22 m) sollecitazioni massime

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 185 di 187

CARATTERISTICHE TECNICHE						
SIGLA	APPOGGIO TIPO	CARICHI SLU [kN]			ESCURS. [mm]	
		VERT.	LONG.	TRASV.	LONG.	TRASV.
M3	APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO MULTIDIREZIONALE	* 800	-	-	± 115	± 20
Ux3	APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO UNIDIREZIONALE LONGITUDINALE	* 800	-	* 600	± 115	-
F3	APPOGGIO A CALOTTA SFERICA TIPO FISSO CEDEVOLE CON ELEMENTO ELASTICO METALLICO	* 800	* 950	* 600	-	-
* CARICHI MASSIMI NON CONTEMPORANEI						

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 186 di 187	

7.4.3 Schede appoggi RFI

Impalcato in c.a.p. (25 m)

APPARECCHI DI APPOGGIO FISSI									
	Condizioni di esercizio non sismiche			Condizioni sismiche			Condizioni di soli carichi permanenti		
	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)
N max	2546.0	744.4	199.0	2354.0	3485.0	631.3	1435.0	0.0	0.0
N min	1325.0	745.8	412.0	720.8	3485.0	631.3	1435.0	0.0	0.0
TI max	2409.0	746.2	199.0	2354.0	3485.0	631.3	1435.0	0.0	0.0
Tt max	1325.0	745.8	412.0	2179.0	1253.0	2077.5	1435.0	0.0	0.0

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 - VIADOTTO GRENA DAL km 18+840,65 AL km 18+912,65 0 - GENERALE E GEOTECNICA GENERALE RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL VI 18 0 0 001	Rev. A	Foglio 187 di 187	

APPARECCHI DI APPOGGIO UNIDIREZIONALI									
Condizioni di esercizio non sismiche			Condizioni sismiche			Condizioni di soli carichi permanenti			
	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)
N max	2409.0		398.8	2351.0		1259.0	1435.0		0.0
N min	1324.0		825.6	706.5		1259.0	1435.0		0.0
Tt max	1324.0		825.6	2167.0		4142.0	1435.0		0.0

APPARECCHI DI APPOGGIO MULTIDIREZIONALI									
Condizioni di esercizio non sismiche			Condizioni sismiche			Condizioni di soli carichi permanenti			
	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)	N (KN)	TI (KN)	Tt (KN)
N max	2810.0			2804.0			1435.0		
N min	1060.0			276.5			1435.0		