

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

### PROGETTO DEFINITIVO

#### LINEA AV/AC VERONA - PADOVA

#### SUB TRATTA VERONA – VICENZA

#### 1° SUB LOTTO VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

VI PONTI E VIADOTTI

VI06 VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" DAL Km 24+874.84 AL Km 25+314.84

VI060 GENERALE E GEOTECNICA - GENERALE: RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA:
<b>ATI bonifica</b> Progettista integratore  Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 8664 – Sez. A settore Civile ed Ambientale	Consorzio IRICAV DUE Il Direttore		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	V	I	0	6	0	0	0	0	1	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<b>ATI bonifica</b>	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data
	Ing.F.P. Bocchetto	Luglio 2015

Programmazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE	P. Simonetti	Maggio 2015	G.Nizzi	Maggio 2015	F.P.Bocchetto	Maggio 2015	F. Momoni Luglio 2015
B	REVISIONE ISTRUTTORIA ITALFERR	P. Simonetti	Luglio 2015	G.Nizzi	Luglio 2015	F.P.Bocchetto	Luglio 2015	

File: IN0D00DI2CLVI0600001B_00A.DOCX	CUP.: J41E9100000009	n. Elab.:
	CIG.: 3320049F17	

INDICE

1	PREMESSA .....	6
1.1	OGGETTO .....	6
1.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	6
1.3	DATI GENERALI .....	8
1.4	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	9
1.5	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	11
1.6	MATERIALI E PRESCRIZIONI RELATIVE.....	12
1.6.1	Calcestruzzo .....	12
1.6.2	Acciaio.....	14
1.7	CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	15
2	AZIONI SULLE STRUTTURE.....	15
2.1	Carichi trasmessi dagli impalcati .....	15
2.2	Carichi diretti sulle sottostrutture .....	15
3	ANALISI DEI CARICHI .....	16
3.1	PERMANENTI STRUTTURALI .....	16
3.2	PERMANENTI PORTATI .....	16
3.3	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI .....	18
3.4	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI .....	19
3.4.1	Frenatura e avviamento.....	19
3.4.2	Serpeggio.....	20
3.4.3	Forza centrifuga .....	21
3.5	VENTO.....	22
3.6	AZIONI TERMICHE.....	22
3.7	AZIONE SISMICA .....	23
3.8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	28
3.8.1	Gruppi di carico .....	28
3.8.2	Combinazione SLU .....	30
3.9	Combinazione SLE.....	30
4	MODELLAZIONE .....	31
4.1	PILE .....	31

4.2	IMPALCATI .....	32
4.3	APPOGGI.....	34
4.4	SPALLE.....	34
5	ANALISI DINAMICA .....	35
6	SOTTOSTRUTTURE .....	38
6.1	PILA 15 .....	41
6.1.1	Fusto .....	42
6.1.1.1	Stato di sollecitazione .....	42
6.1.1.2	Verifiche SLU - Flessione.....	42
6.1.1.3	Verifiche SLU – Taglio .....	44
6.1.1.4	Verifiche SLE – Tensionale.....	49
6.1.2	Platea di fondazione.....	50
6.1.2.1	Stato di sollecitazione .....	50
6.1.2.2	Verifiche SLU – Flessione.....	61
6.1.2.3	Verifiche SLU – Taglio .....	62
6.1.2.4	Verifiche SLU – Fessurazione.....	64
6.1.2.5	Verifiche SLE – Tensionale.....	65
6.1.3	Pali .....	67
6.1.3.1	Stato di sollecitazione .....	67
6.1.3.2	Verifiche SLU – Flessione.....	68
6.1.3.3	Verifiche SLU – Taglio .....	69
6.1.3.4	Verifiche SLE – Fessurazione.....	71
6.1.3.5	Verifiche SLE – Tensionale.....	71
6.1.3.6	Verifiche portanza palo .....	73
6.2	PILA 16 .....	74
6.2.1	Fusto .....	75
6.2.1.1	Stato di sollecitazione .....	75
6.2.1.2	Verifiche SLU - Flessione.....	75
6.2.1.3	Verifiche SLU – Taglio .....	77
6.2.1.4	Verifiche SLE – Tensionale.....	81
6.2.2	Platea di fondazione.....	82
6.2.2.1	Stato di sollecitazione .....	82
6.2.2.2	Verifiche SLU – Flessione.....	91

6.2.2.3	Verifiche SLU – Taglio .....	92
6.2.2.4	Verifiche SLU – Fessurazione.....	94
6.2.2.5	Verifiche SLE – Tensionale.....	95
6.2.3	Pali .....	97
6.2.3.1	Stato di sollecitazione .....	97
6.2.3.2	Verifiche SLU – Flessione.....	98
6.2.3.3	Verifiche SLU – Taglio .....	99
6.2.3.4	Verifiche SLE – Fessurazione.....	101
6.2.3.5	Verifiche SLE – Tensionale.....	101
6.2.3.6	Verifiche portanza palo .....	102
6.3	SPALLE.....	103
6.3.1	Riepilogo dati (Summary of data) .....	103
6.3.2	Riepilogo risultati (Summary of results) .....	106
6.3.3	Calcolo delle sollecitazioni (Stress on the wall) .....	109
6.3.4	Verifica delle sezioni.....	110
6.3.5	SPALLA A .....	111
6.3.5.1	Muro frontale.....	113
6.3.5.1.1	Dati di Input.....	113
6.3.5.1.2	Risultati .....	116
6.3.5.1.3	Caratteristiche azioni.....	118
6.3.5.1.4	Stato di sollecitazione .....	123
6.3.5.1.5	Verifiche sezione base muro .....	134
6.3.5.1.6	Verifiche sezione platea di fondazione .....	136
6.3.5.2	Muro andatore.....	138
6.3.5.2.1	Dati di Input .....	138
6.3.5.2.2	Risultati .....	141
6.3.5.2.3	Caratteristiche azioni.....	142
6.3.5.2.4	Stato di sollecitazione .....	147
6.3.5.2.5	Verifiche sezione base muro .....	158
6.3.5.3	Pali.....	160
6.3.5.3.1	Stato di sollecitazione .....	160
6.3.5.3.2	Verifiche SLU – Flessione .....	161
6.3.5.4	Verifiche SLE – Tensionale.....	164

6.3.5.4.1	Verifiche SLU – Taglio .....	166
6.3.5.4.2	Verifiche portanza palo.....	168
6.3.6	SPALLA B .....	169
6.3.6.1	Muro frontale.....	171
6.3.6.1.1	Dati di Input.....	171
6.3.6.1.2	Risultati .....	174
6.3.6.1.3	Caratteristiche azioni.....	176
6.3.6.1.4	Stato di sollecitazione .....	181
6.3.6.1.5	Verifiche sezione base muro .....	192
6.3.6.1.6	Verifiche sezione platea di fondazione .....	194
6.3.6.2	Muro andatore.....	196
6.3.6.2.1	Dati di Input.....	196
6.3.6.2.2	Risultati .....	199
6.3.6.2.3	Caratteristiche azioni.....	200
6.3.6.2.4	Stato di sollecitazione .....	205
6.3.6.2.5	Verifiche sezione base muro .....	216
6.3.6.3	Pali.....	218
6.3.6.3.1	Stato di sollecitazione .....	218
6.3.6.3.2	Verifiche SLU – Flessione .....	219
6.3.6.4	Verifiche SLE – Tensionale.....	222
6.3.6.4.1	Verifiche SLU – Taglio .....	224
6.3.6.4.2	Verifiche portanza palo.....	225
7	APPARECCHI DI APPOGGIO .....	226
7.1	SPOSTAMENTI.....	226
7.2	ESCURSIONE DEI GIUNTI.....	227
7.3	SOLLECITAZIONI .....	227
7.3.1	Condizione Statica .....	227
7.3.2	Condizione Sismica.....	228

 	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 6 di 229

## 1 PREMESSA

### 1.1 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto la verifica strutturale delle opere previste per la realizzazione del Viadotto “San Bonifacio 2”, nell’ambito della progettazione definitiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona – Padova, relativo al 1° Sublotto Verona – Montebello Vicentino.

### 1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il viadotto ha una lunghezza complessiva di 440,0 m tra le progressive 24+874.84 e 25+314.84, ed è composto da 16 campate di luce pari a 25,0 m, da 1 campate da 40,0 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 40 m è costituito da una struttura composta acciaio-clc.

Le caratteristiche geometriche del viadotto sono riportate nella seguente tabella.

Caratteristiche Impalcati

Parte d’Opera	I [m]	B [m]	L [m]
Impalcato SA – P8 / P9 – SB	25.00	13.40	22.80
Impalcato P8 – P9	40.00	13.40	37.80

- 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]	$a_s/\Phi_s$ [m]	$b_s$ [m]	$H_s$ [m]	$n_{pali}$	$D_{pali}$ [m]	$L_{pali}$ [m]
Spalla A	12.00	16.50	2.00	-	-	4.00	12	1.50	34
Pila 1	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	4.00	6	1.50	42
Pila 2	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	4.50	6	1.50	42
Pila 3	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	4.50	6	1.50	42
Pila 4	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	5.00	6	1.50	42
Pila 5	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	5.00	6	1.50	42
Pila 6	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	4.50	6	1.50	42
Pila 7	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	5.00	6	1.50	42
Pila 8	10.80	12.00	2.50	3.6	9.40	5.50	8	1.50	44
Pila 9	10.80	12.00	2.50	3.6	9.40	5.50	8	1.50	44
Pila 10	10.80	12.00	2.00	3.6	9.40	5.50	8	1.50	44
Pila 11	10.80	12.00	2.00	3.6	9.40	5.50	8	1.50	44
Pila 12	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	5.00	6	1.50	42
Pila 13	10.80	12.00	2.00	3.6	9.40	5.5	8	1.50	44
Pila 14	10.80	12.00	2.00	3.6	9.40	6.00	8	1.50	44
Pila 15	10.80	12.00	2.00	3.6	9.40	6.00	8	1.50	44
Pila 16	8.00	12.00	2.00	3.6	9.40	5.00	6	1.50	42
Spalla B	12.00	16.50	2.00	-	-	5.50	12	1.50	35

$A_F$	Dimensione longitudinale fondazione;
$B_F$	Dimensione trasversale fondazione;
$h_F$	Spessore fondazione;
$a_s/\Phi_s$	Dimensione longitudinale allo spiccato;
$b_s$	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

### 1.3 DATI GENERALI

Longitudine	11.309191
Latitudine	45.393476
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

### 1.4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

#### GENERALE:

- IN0D00DI2L6VI0600001B - PLANIMETRIA E PROFILO DI PROGETTO.
- IN0D00DI2DZVI0600001B - SCHEMA APPOGGI IMPALCATO
- IN0D00DI2DZVI0600002B - FASI ESECUTIVE, SCAVI E OPERE PROVVISORIALI
- IN0D00DI2CLVI0600001B - RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE
- IN0D00DI2RBVI0600001B - RELAZIONE GEOTECNICA

#### VI06A:

- IN0D00DI2PZVI06A0001B - PIANTA DELL'OPERA, PROSPETTO E SEZIONE TRASVERSALE
- IN0D00DI2BZVI06A4001B - CARPENTERIA SPALLA A
- IN0D00DI2BZVI06A5001B - CARPENTERIA PILE TIPO 1
- IN0D00DI2BZVI06A5003A - CARPENTERIA PILA N.8
- IN0D00DI2BZVI06A5004A - CARPENTERIA PILA N.9

#### VI06B:

- IN0D00DI2PZVI06B0001B - PIANTA DELL'OPERA, PROSPETTO E SEZIONE TRASVERSALE
- IN0D00DI2BZVI06B4001B - CARPENTERIA SPALLA B
- IN0D00DI2BZVI06B5001B - CARPENTERIA PILE TIPO 1
- IN0D00DI2BZVI06B5002B - CARPENTERIA PILE TIPO 2

#### IMPALCATO C.A.P. DA 25M:

- IN0D00DI2BZVI0007001B - CARPENTERIA IMPALCATO DA 25 M IN C.A.P.
- IN0D00DI2BZVI0007002B - CARPENTERIA TRAVE PREFABBRICATA IN C.A.P. DA 24.20 M
- IN0D00DI2BZVI0007003B - DETTAGLI PRECOMPRESSIONE IMPALCATO DA 25 M IN C.A.P.
- IN0D00DI2CLVI0107001A - RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

#### IMPALCATO IN STRUTTURA MISTA ACC./CLS. DA 40M:

- IN0D00DI2PZVI0007015B - IMPALCATO DA 40M - PIANTA, PROSPETTO E SEZIONI TRASVERSALI
- IN0D00DI2BZVI0007016B - IMPALCATO DA 40M - CARPENTERIA SOLETTA E DIAFRAMMI
- IN0D00DI2CLVI0007005A - RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO DA 40M IN STRUTTURA MISTA

## DETTAGLI DI PIATTAFORMA:

**-IN0D00DI2BZVI0007011C** - DETTAGLI DI PIATTAFORMA - PARTE 1**-IN0D00DI2BZVI0007012B** - DETTAGLI DI PIATTAFORMA - PARTE 2**-IN0D00DI2BZVI0007013B** - DETTAGLI DI PIATTAFORMA - PARTE 3 (SCALE DI ACCESSO)**-IN0D00DI2BZVI0007014C** - DETTAGLI DI PIATTAFORMA - PARTE 4 (IMPALCATO A STRUTTURA METALLICA)

## TABELLA MATERIALI:

**-IN0D00DI2TTMD0000001B** - TABELLA MATERIALI

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 11 di 229

## 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**

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

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 12 di 229

## 1.6 MATERIALI E PRESCRIZIONI RELATIVE

### 1.6.1 Calcestruzzo

#### Magroni

Classe di resistenza	<b>C12/15</b>
Classe di esposizione	X0

#### Pali di fondazione

Classe di resistenza	<b>C25/30</b>	
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 <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	2.56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	1.80	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.20	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.08	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.15	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{cfk}/1,5$	14.17	N/mm <sup>2</sup>
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	60	mm

#### Fondazione spalle e pile

Classe di resistenza	<b>C25/30</b>
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 <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	2.56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	1.80	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.20	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.08	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.15	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	14.17	N/mm <sup>2</sup>
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	40	mm

### Elevazione spalle e pile

Classe di resistenza	<b>C32/40</b>	
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 <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / 1,5$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	40	mm

### Baggioli e ritegni

Classe di resistenza	<b>C32/40</b>	
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 <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / 1,5$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
Tipo cemento	CEM I-V*	
Copriferro	40	mm

### 1.6.2 Acciaio

#### Armatura lenta

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

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 15 di 229

## 1.7 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Per quanto riguarda i parametri geotecnici – geologici si rimanda alla relazione specifica IN0D00DI2RBVI0600001B.

## 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 40 m acciaio-cls i carichi agenti sono integrati nel modello dell'impalcato stesso descritto nella relazione 00DI2CLVI0007005A, 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.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 16 di 229

### 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

$\gamma_{cls}$	25	[kN/m <sup>3</sup> ]	(densità calcestruzzo)
A	4.86	[m <sup>2</sup> ]	(area sezione)
$L_{\text{sbalzo}}$	0.36	[m]	(lunghezza sbalzo)
$L_{\text{inter}}$	25	[m]	(interasse pila-pila)
$n^{\circ}_{\text{tratti}}$	2		(numero sbalzi)
$q_{\text{soletta}} = \gamma_{cls} * A * L_{\text{sbalzo}} / L_{\text{inter}} * n * c$	3.61	[kN/m]	

### Cordoli esterni

$\gamma_{cls}$	25	[kN/m <sup>3</sup> ]	(densità calcestruzzo)
A	0.10	[m <sup>2</sup> ]	(area sezione)
n° tratti	2		(numero cordoli)
$Q_{cordoli} = \gamma_{cls} * A * n * c$	5.17	[kN/m]	

### Ballast

$\gamma_{cls}$	20	[kN/m <sup>3</sup> ]	(densità calcestruzzo)
H	0.8	[m]	(altezza ballast)
b	9.06	[m]	(larghezza sezione)
$Q_{ballast} = \gamma_{cls} * H * b * c$	149.75	[kN/m]	

### Paraballast

$\gamma_{cls}$	25	[kN/m <sup>3</sup> ]	(densità calcestruzzo)
A	0.14	[m <sup>2</sup> ]	(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		(numero carichi)
p	2	[kN/m <sup>2</sup> ]	(peso al metro quadro)
$q_{barr} = p * H * n * c$	16.53	[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

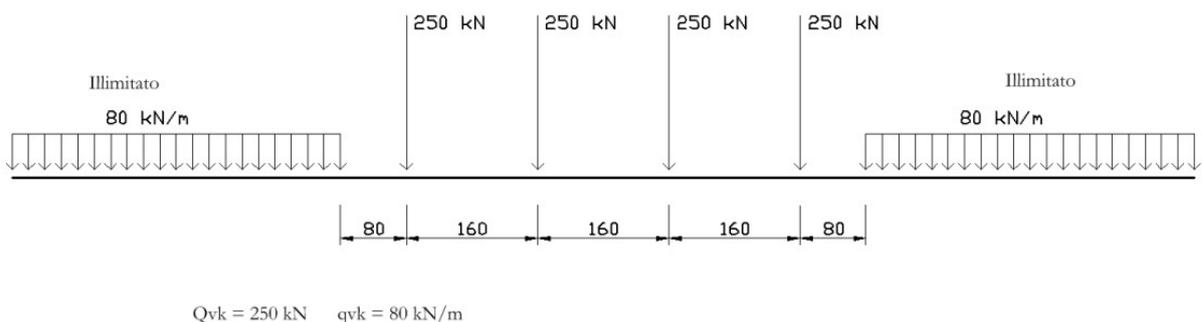
$\gamma_{cls}$	25	[kN/m <sup>3</sup> ]	(densità calcestruzzo)
larghezza =	0.35	[m]	
A	1.41	[m <sup>2</sup> ]	(area sezione)
n <sub>y</sub>	4		(numero direzione trasversale)
n <sub>x</sub>	4		(numero direzione longitudinale)
$Q_{traversi} = \gamma_{cls} * A * b * n_x * n_y / L_{inter} * c$	8.17	[kN/m]	

### 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.

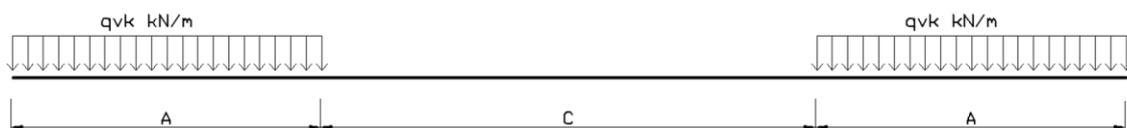
#### LM71

Il modello di carico LM71 è rappresentato nella figura sottostante.



#### SW/2

Il modello di carico SW2 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

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 19 di 229

I valori caratteristici dei carichi devono essere incrementati del coefficiente  $\alpha$  e del coefficiente di incremento dinamico  $\Phi_2$ , riportati di seguito.

$\alpha_{11} =$	1.1	(LM71)
$\alpha_{22} =$	1	(SW/2)
$L\phi =$	25 m	(lunghezza caratteristica)
$\Phi_2 = (1.44/(L\phi - 0.2)^{0.5}) + 0.82$	1.11	

### Treno scarico

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	[m]	(distanza z baricentro trave-piano ferro)
$h_{bin\_tr.bar} =$	2.25	[m]	(distanza y binario-baricentro trave)
$Q_{1a,k} =$	33	[kN/m]	
$Q_{1b,k} =$	20	[kN/m]	
$Q_{1b,k} =$	35	[kN/m]	

### Avviamento

LM71

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

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

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

### Frenatura

LM71

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

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

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

SW/2

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

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

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

### 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  $\alpha$ .  $Q_{sk}$  è applicata alla sommità della rotaia e induce pertanto un momento torcente sull'impalcato.

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

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

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

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

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

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

### 3.4.3 Forza centrifuga

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

Rmin	2700 [m]	
Vmax	300 km/h]	(LM71)
Vmax	100 km/h]	(SW/2)
L	25 M]	

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

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

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

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

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

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 <sub>tk</sub>	q <sub>tk</sub>	M <sub>Q<sub>tk</sub></sub>	M <sub>q<sub>tk</sub></sub>
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 <sub>tk</sub>	M <sub>q<sub>tk</sub></sub>
m/s		kN/m	kNm/m
100	1	1.53	3.28

Questi carichi sono considerati concomitanti con il relativo convoglio.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 22 di 229

### 3.5 VENTO

L'azione del vento sulla struttura è valutata secondo quanto previsto in NTC 2008. La pressione del vento risulta pari a  $p = 0.86 \text{ kN/m}^2$ . Tale valore è inferiore al limite previsto dalla specifica RFI, per cui in favore di sicurezza, si considera il valore  $p = 2.5 \text{ kN/m}^2$ .

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.

$p =$	2.5 [kN/m <sup>2</sup> ]	(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

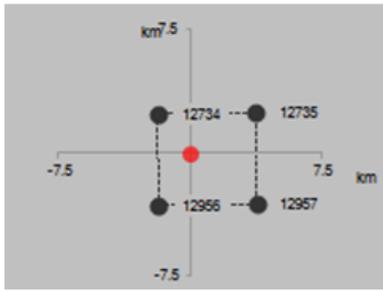
L'azione termica considerata consiste in una variazione uniforme di temperatura agente su tutti gli elementi strutturali. Tale azione si differenzia secondo il tipo di impalcato:

- 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

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 23 di 229

### 3.7 AZIONE SISMICA

Per l'individuazione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento alla relazione sismica 00DI2RH000000001A. Lo spettro di risposta è stato calcolato per il sito con le seguenti coordinate.

15	24+000	45.393476	11.309191	
----	--------	-----------	-----------	---

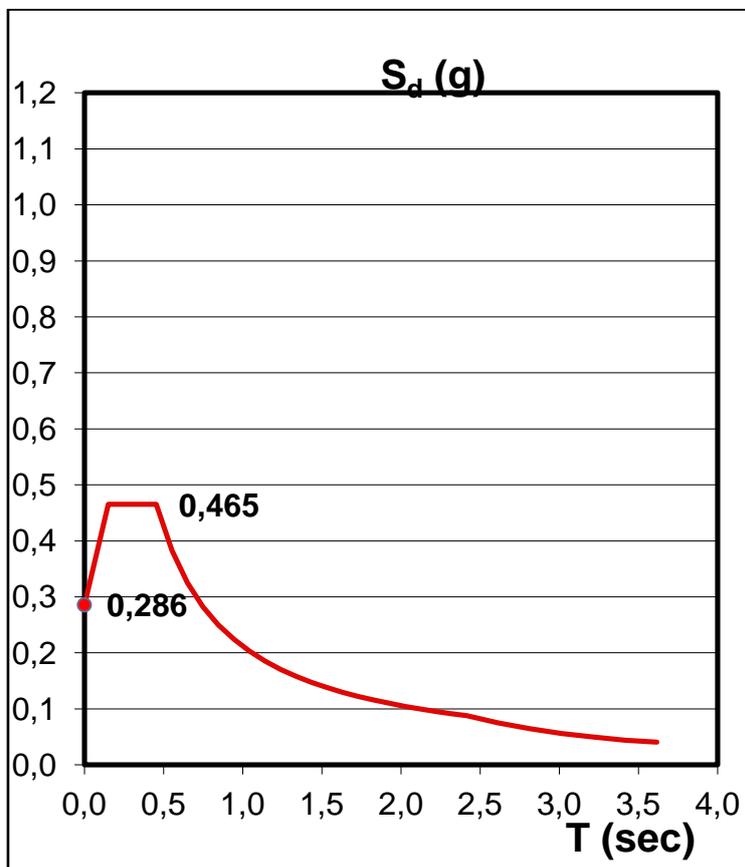
Per il calcolo dello spettro di progetto si è utilizzato il foglio di calcolo Spettri-NTCver. 1.03, messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (<http://www.cslp.it>). I valori di input sono riportati di seguito.

Caratteristica	Notazione NTC 2008	Unità	Valore
Stato Limite	SL		<b>SLV</b>
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)	0.204
Fattore massimo di amplificazione spettrale orizzontale	$F_o$		2.440

Periodo inizio tratto a velocità orizzontale costante	$T_C^*$	(sec)	0.287
Smorzamento	$\xi$	(%)	5
Coefficiente di smorzamento	$\eta$		0.67
Coefficiente inizio tratto a velocità orizzontale costante	$C_C$		1.585
Profilo geologico			C
Coefficiente di topografia	$S_T$		1.00
Coefficiente stratigrafico	$S_S$		1.402
Coefficiente di amplificazione al sito	S		1.402
Periodo inizio tratto ad accelerazione orizzontale costante	$T_B$	(sec)	0.152
Periodo inizio tratto a velocità orizzontale costante	$T_C$	(sec)	0.455
Periodo inizio tratto a spostamento orizzontale costante	$T_D$	(sec)	2.414
Coefficiente di amplificazione verticale	$S_v$		1.000
Fattore massimo di amplificazione spettrale verticale	$F_v$		1.486
Periodo inizio tratto ad accelerazione verticale costante	$T_B$	(sec)	0.050
Periodo inizio tratto a velocità verticale costante	$T_C$	(sec)	0.150
Periodo inizio tratto a spostamento verticale costante	$T_D$	(sec)	1.000

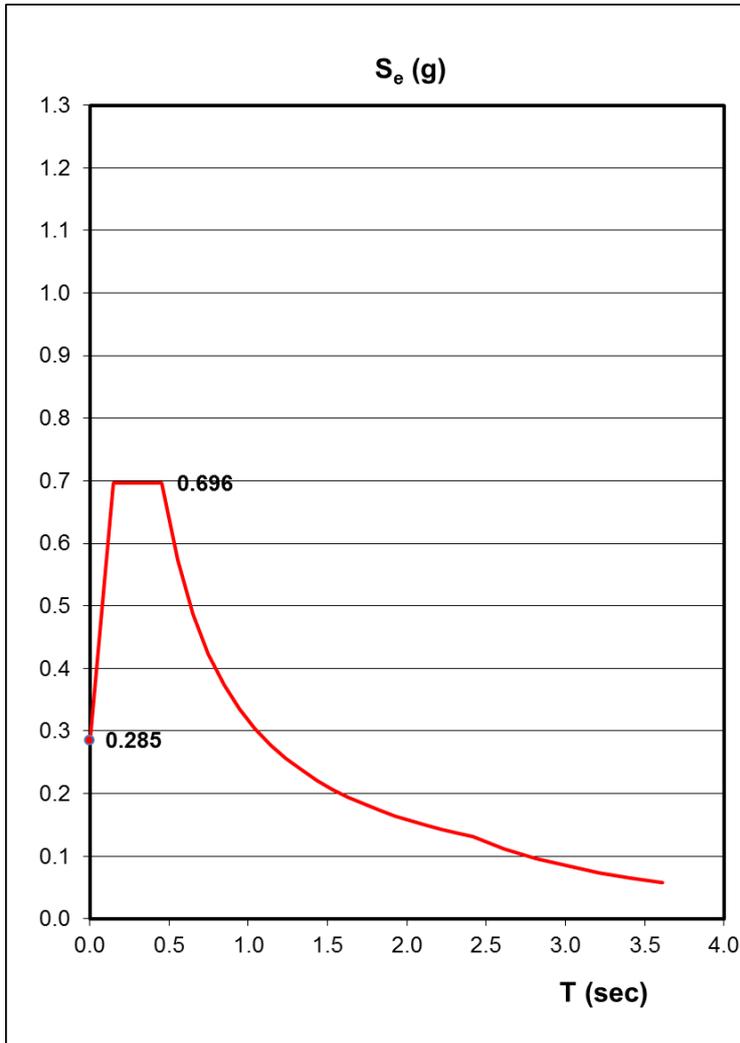
Gli spettri per la direzione orizzontale e verticale sono mostrati nelle figure sottostanti. Per lo spettro orizzontale è stato applicato un fattore di struttura  $q$  pari a 1.5, progettando il viadotto in classe di duttilità bassa CD "B", secondo la specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A. Per la verifica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

**Spettro di risposta orizzontale  $q = 1.5$**



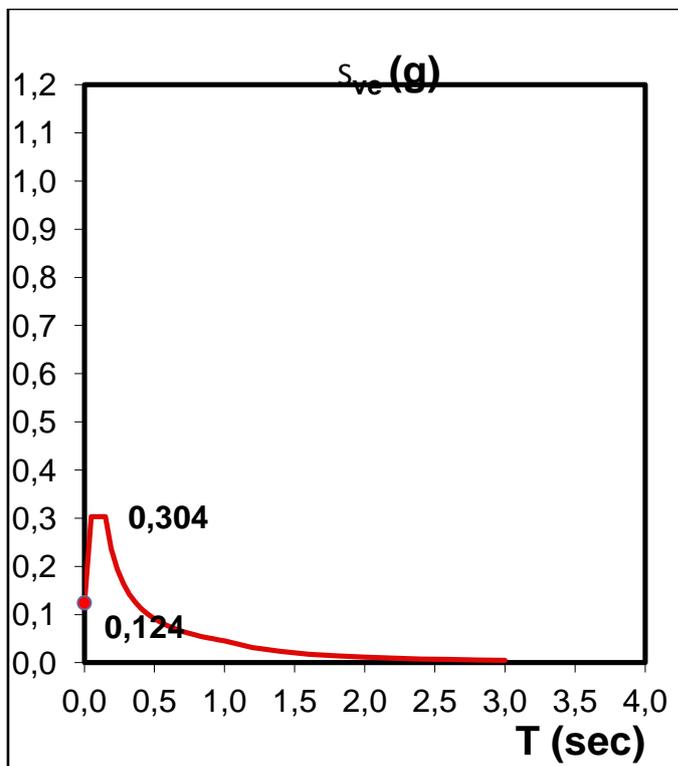
<b>T</b>	<b><math>S_d</math></b>
0.000	0.286
0.152	0.465
0.455	0.465
0.553	0.383
0.651	0.325
0.749	0.282
0.847	0.250
0.945	0.224
1.043	0.203
1.141	0.185
1.239	0.171
1.337	0.158
1.435	0.147
1.534	0.138
1.632	0.130
1.730	0.122
1.828	0.116
1.926	0.110
2.024	0.105
2.122	0.100
2.220	0.095
2.318	0.091
2.416	0.088
2.616	0.075
2.816	0.064
3.016	0.056
3.216	0.049
3.416	0.044
3.616	0.041

**Spettro di risposta elastico orizzontale**



T	$S_e$
0.000	0.286
0.152	0.698
0.455	0.698
0.553	0.574
0.651	0.487
0.749	0.424
0.847	0.375
0.945	0.336
1.043	0.304
1.141	0.278
1.239	0.256
1.337	0.237
1.435	0.221
1.534	0.207
1.632	0.195
1.730	0.183
1.828	0.174
1.926	0.165
2.024	0.157
2.122	0.150
2.220	0.143
2.318	0.137
2.416	0.131
2.616	0.112
2.816	0.097
3.016	0.084
3.216	0.074
3.416	0.066
3.616	0.059

**Spettro di risposta elastico verticale**



T	$S_{ve}$
0.000	0.124
0.050	0.304
0.150	0.304
0.193	0.236
0.235	0.194
0.278	0.164
0.320	0.142
0.363	0.126
0.405	0.112
0.448	0.102
0.490	0.093
0.533	0.085
0.575	0.079
0.618	0.074
0.660	0.069
0.703	0.065
0.745	0.061
0.788	0.058
0.830	0.055
0.873	0.052
0.915	0.050
0.958	0.048
1.000	0.046
1.200	0.032
1.400	0.023
1.600	0.018
1.800	0.014
2.000	0.011
2.200	0.009
2.400	0.008
2.600	0.007
2.800	0.006
3.000	0.005

### 3.8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni considerate sono di seguito riassunte:

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
Marciapiedi	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

	<b>Gr32</b>	binario 1				binario 1			binario 1		binario 1
	<b>Gr33</b>	binario 2	binario 1			binario 2	binario 1	binario 2		binario 1	binario 1,2
	<b>Gr34</b>	binario 1,2				binario 1,2		binario 2	binario 1		binario 1,2
	<b>Gr35</b>				binario 1,2						

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

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

■ Azione dominante  
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc...)  
 (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.

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

### 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
		$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$			
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.

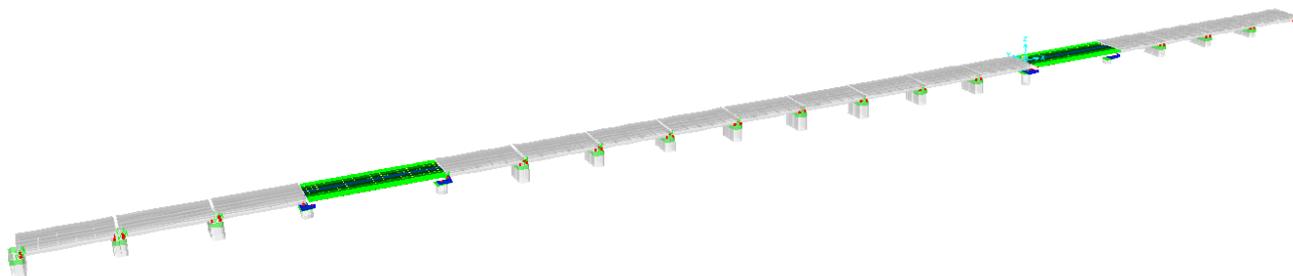
	G	Traff-Inv	T	V
SLE-CAR-1	1	1	0.6	0.6
SLE-CAR-2	1	0.8	1	0.6
SLE-CAR-3	1	0	0.6	1
SLE-QP	1	0	0.5	1

Le combinazioni SLU-CAR-1, SLU-CAR-2 e SLU-CAR-3, sono state involuppate nella combinazione SLE-CAR.

## 4 MODELLAZIONE

La struttura è stata analizzata mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 (V.14.2.4). 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



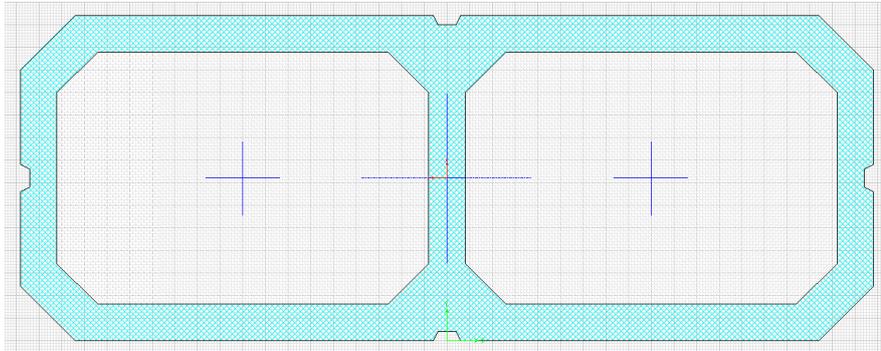
Modello 3D

### 4.1 PILE

Data l'omogeneità delle strutture e la notevole estensione si è modellata la parte più significativa.

Le pile sono state modellate con elementi monodimensionali (*frame*), incastrati alla base. E' stata utilizzata una sezione rettangolare cava, di dimensioni 3.6 m e 9.4 m, per tutte le pile.

Si riportano di seguito le caratteristiche della sezione rettangolare.

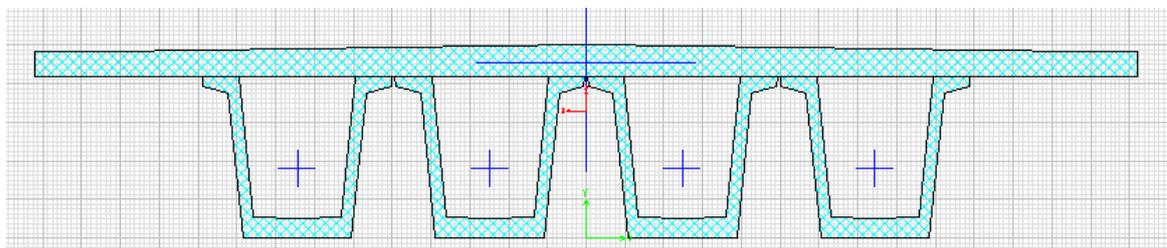


Properties			
Cross-section (axial) area	10.87	Section modulus about 3 axis	11.561
Torsional constant	57.1579	Section modulus about 2 axis	19.6029
Moment of Inertia about 3 axis	20.8098	Plastic modulus about 3 axis	14.1537
Moment of Inertia about 2 axis	92.1335	Plastic modulus about 2 axis	26.2107
Shear area in 2 direction	4.5247	Radius of Gyration about 3 axis	1.3836
Shear area in 3 direction	7.7406	Radius of Gyration about 2 axis	2.9113

## 4.2 IMPALCATI

Gli impalcati 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.

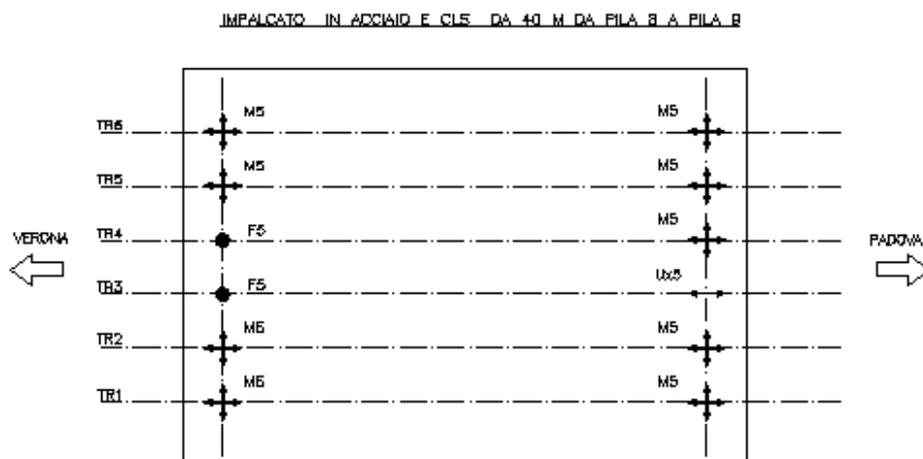
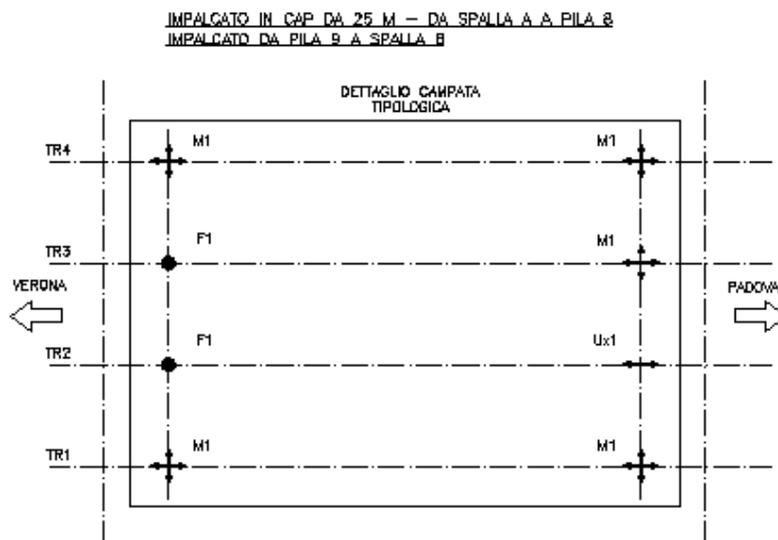


Properties			
Cross-section (axial) area	9.1852	Section modulus about 3 axis	4.107
Moment of Inertia about 3 axis	6.7068	Section modulus about 2 axis	15.4018
Moment of Inertia about 2 axis	103.2553	Plastic modulus about 3 axis	6.0523
Product of Inertia about 2-3	-0.0305	Plastic modulus about 2 axis	26.2916
Shear area in 2 direction	3.4242	Radius of Gyration about 3 axis	0.8545
Shear area in 3 direction	7.0323	Radius of Gyration about 2 axis	3.3528
Torsional constant	5.5244	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

- Per l'impalcato da 40,0 m acciaio-clc, il modello complesso sviluppato nella relazione IN0D00DI2CLVI0007005A, cui si fa riferimento per i dettagli, sono stati integrati direttamente nel modello complessivo utilizzato in questa sede per le sottostrutture.

### 4.3 APPOGGI

Lo schema di appoggio degli impalccati 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.



Schema appoggi

### 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.

## 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 75 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.

		Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
		Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	0.384	0.004	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Mode	2	0.274	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
Mode	3	0.193	0.000	0.116	0.004	0.116	0.049	0.049
Mode	4	0.168	0.000	0.000	0.004	0.116	0.000	0.049
Mode	5	0.168	0.011	0.000	0.015	0.116	0.000	0.049
Mode	6	0.167	0.014	0.000	0.029	0.116	0.000	0.049
Mode	7	0.166	0.000	0.000	0.029	0.116	0.000	0.049
Mode	8	0.165	0.031	0.000	0.061	0.116	0.000	0.049
Mode	9	0.165	0.014	0.000	0.075	0.116	0.000	0.049
Mode	10	0.165	0.003	0.000	0.078	0.116	0.000	0.049
Mode	11	0.164	0.006	0.000	0.084	0.116	0.000	0.049
Mode	12	0.164	0.040	0.000	0.124	0.116	0.000	0.049
Mode	13	0.164	0.037	0.000	0.161	0.116	0.000	0.049
Mode	14	0.163	0.023	0.000	0.184	0.116	0.000	0.049
Mode	15	0.156	0.116	0.000	0.300	0.116	0.000	0.049
Mode	16	0.128	0.000	0.002	0.300	0.118	0.005	0.053
Mode	17	0.117	0.000	0.000	0.300	0.118	0.000	0.053
Mode	18	0.114	0.000	0.000	0.300	0.118	0.000	0.054

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"  
 RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.  
 IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
 36 di 229

Mode	19	0.113	0.000	0.000	0.300	0.118	0.002	0.055
Mode	20	0.113	0.000	0.001	0.300	0.119	0.001	0.056
Mode	21	0.108	0.003	0.000	0.304	0.119	0.000	0.056
Mode	22	0.107	0.136	0.000	0.440	0.119	0.000	0.056
Mode	23	0.106	0.078	0.000	0.518	0.119	0.000	0.056
Mode	24	0.105	0.000	0.000	0.518	0.119	0.000	0.056
Mode	25	0.104	0.000	0.001	0.518	0.120	0.003	0.059
Mode	26	0.101	0.120	0.000	0.638	0.120	0.000	0.059
Mode	27	0.100	0.043	0.000	0.681	0.120	0.000	0.059
Mode	28	0.099	0.000	0.000	0.681	0.120	0.000	0.059
Mode	29	0.096	0.003	0.000	0.684	0.120	0.000	0.059
Mode	30	0.094	0.105	0.000	0.789	0.120	0.000	0.059
Mode	31	0.094	0.034	0.000	0.823	0.120	0.000	0.059
Mode	32	0.094	0.052	0.000	0.875	0.120	0.000	0.059
Mode	33	0.094	0.035	0.000	0.910	0.120	0.000	0.059
Mode	34	0.088	0.036	0.000	0.945	0.120	0.000	0.059
Mode	35	0.080	0.000	0.001	0.945	0.121	0.000	0.059
Mode	36	0.080	0.000	0.308	0.945	0.429	0.279	0.338
Mode	37	0.079	0.000	0.000	0.945	0.429	0.000	0.338
Mode	38	0.076	0.000	0.200	0.945	0.629	0.005	0.343
Mode	39	0.073	0.000	0.011	0.945	0.639	0.008	0.351
Mode	40	0.072	0.002	0.000	0.947	0.639	0.000	0.351
Mode	41	0.070	0.000	0.011	0.947	0.650	0.021	0.372
Mode	42	0.070	0.000	0.153	0.947	0.803	0.325	0.697
Mode	43	0.069	0.000	0.040	0.947	0.843	0.009	0.706
Mode	44	0.069	0.001	0.000	0.948	0.843	0.000	0.706
Mode	45	0.066	0.000	0.001	0.948	0.844	0.017	0.722
Mode	46	0.065	0.000	0.033	0.948	0.877	0.025	0.747
Mode	47	0.064	0.000	0.000	0.948	0.877	0.000	0.747
Mode	48	0.063	0.000	0.012	0.948	0.889	0.051	0.798
Mode	49	0.061	0.000	0.005	0.948	0.893	0.049	0.846
Mode	50	0.059	0.000	0.000	0.948	0.893	0.002	0.848
Mode	51	0.059	0.000	0.000	0.948	0.893	0.000	0.848
Mode	52	0.059	0.000	0.004	0.948	0.897	0.000	0.848
Mode	53	0.057	0.000	0.011	0.948	0.908	0.007	0.856
Mode	54	0.056	0.000	0.002	0.948	0.910	0.006	0.862
Mode	55	0.055	0.000	0.002	0.948	0.912	0.006	0.868
Mode	56	0.054	0.000	0.000	0.948	0.912	0.000	0.868

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"

RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
37 di 229

Mode	57	0.052	0.000	0.002	0.948	0.914	0.004	0.871
Mode	58	0.052	0.000	0.000	0.948	0.914	0.001	0.872
Mode	59	0.052	0.000	0.000	0.948	0.914	0.000	0.873
Mode	60	0.052	0.000	0.001	0.948	0.914	0.004	0.877
Mode	61	0.050	0.000	0.000	0.948	0.914	0.000	0.877
Mode	62	0.050	0.000	0.000	0.948	0.914	0.000	0.877
Mode	63	0.049	0.000	0.000	0.948	0.914	0.000	0.877
Mode	64	0.046	0.000	0.001	0.948	0.915	0.001	0.878
Mode	65	0.046	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	66	0.046	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	67	0.044	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	68	0.043	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	69	0.043	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	70	0.043	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	71	0.042	0.000	0.000	0.948	0.915	0.000	0.878
Mode	72	0.042	0.000	0.000	0.948	0.915	0.001	0.879
Mode	73	0.042	0.001	0.000	0.949	0.915	0.000	0.879
Mode	74	0.042	0.001	0.000	0.950	0.915	0.000	0.879
Mode	75	0.042	0.000	0.000	0.950	0.915	0.000	0.879

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 38 di 229

## 6 SOTTOSTRUTTURE

Per le verifiche agli stati limite SLU e SLE si sono individuati tre tipologie di sottostrutture:

- Tipo 1: pile di altezza minore di 5 m (incluso). Sono comprese in questo gruppo le pile da 1 a 7, 12 e 16. Le verifiche per il tipo 1 sono state condotte sulla pila maggiormente sollecitata, che è la pila 16.
- Tipo 2: pile di altezza compresa tra 5 m e 6 m (incluso). Sono comprese in questo gruppo le pile da 8 a 11 e da 13 a 15. Le verifiche per il tipo 1 sono state condotte sulla pila maggiormente sollecitata, che è la pila 15.

Si riportano di seguito le verifiche delle pile rappresentative dei due gruppi di sottostrutture: pila 15 e pila 16.

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 rigidità 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.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 39 di 229

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 rigidità 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 rigidità 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 rigidità 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 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 rigidità 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.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 40 di 229

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 rigidità del terreno.

In definitiva, il calcolo si sviluppa definendo la geometria della palificata, la rigidità 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.

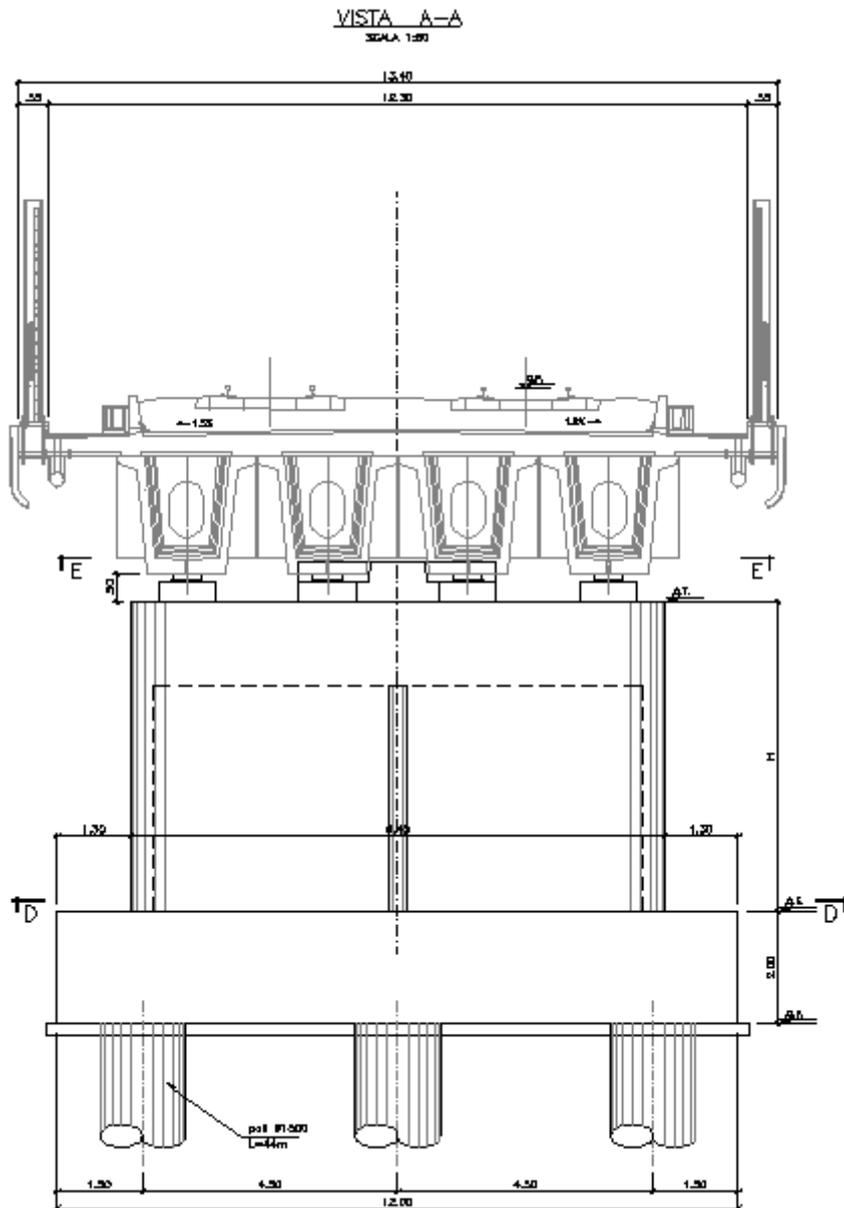
In dettaglio, la risposta dei terreni ai carichi è descritta mediante i valori dei moduli di elasticità tangenziale  $G$  e del modulo di Poisson  $\nu$ , che viene considerato costante per i due strati, al di sopra ed al di sotto della base del palo.

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 rigidità nei riguardi dei carichi verticali ( $GV$ ) rispetto a quelli orizzontali ( $GH$ ). Infatti, laddove la fondazione è soggetta ad elevate azioni orizzontali, alla traslazione della palificata potrebbe associarsi un abbattimento di rigidità maggiore in direzione orizzontale rispetto alla direzione verticale.

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

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  $GH = 0.5 GV$ ), 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 rigidità del terreno intorno al palo nei riguardi delle azioni orizzontali può essere maggiore di quella in direzione verticale.

6.1 PILA 15



## 6.1.1 Fusto

### 6.1.1.1 Stato di sollecitazione

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

	<b>Pmin</b>	<b>Pmax</b>	<b>M2 y</b>	<b>V3 y</b>	<b>M3 x</b>	<b>V2 x</b>
	kN	kN	kNm	kN	kNm	kN
COMB						
SISMICA - Dir. X	-17417	-9601	14401	1597	32129	4971
SISMICA - Dir. Y	-19884	-15239	48592	5785	13864	2027
SISMICA - Dir. Z	-21065	-14059	18717	2076	21713	3275
SLU_TRAFF-A1	-27190	-17887	27126	1688	22953	2714
SLU_ENV-T+V-A1	-25336	-17894	22524	1432	18363	2171
SLU_TRAFF-A2	-23122	-15102	23403	1457	19787	2340
SLU_ENV-T+V-A2	-22546	-15104	21975	1378	18363	2171
SLS - Caratteristica rara	-19265	-12849	18613	1155	15830	1872
SLS - Quasi Permanente	-12872	-12872	0	0	0	0

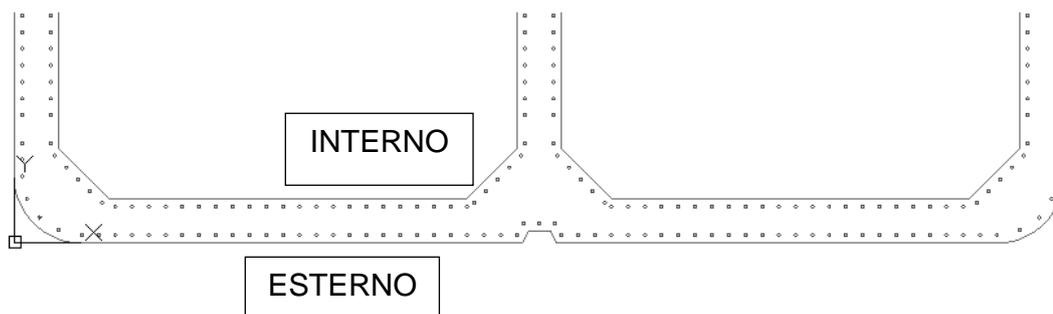
### 6.1.1.2 Verifiche SLU - Flessione

Nella pila 15 è presente la seguente armatura a flessione:

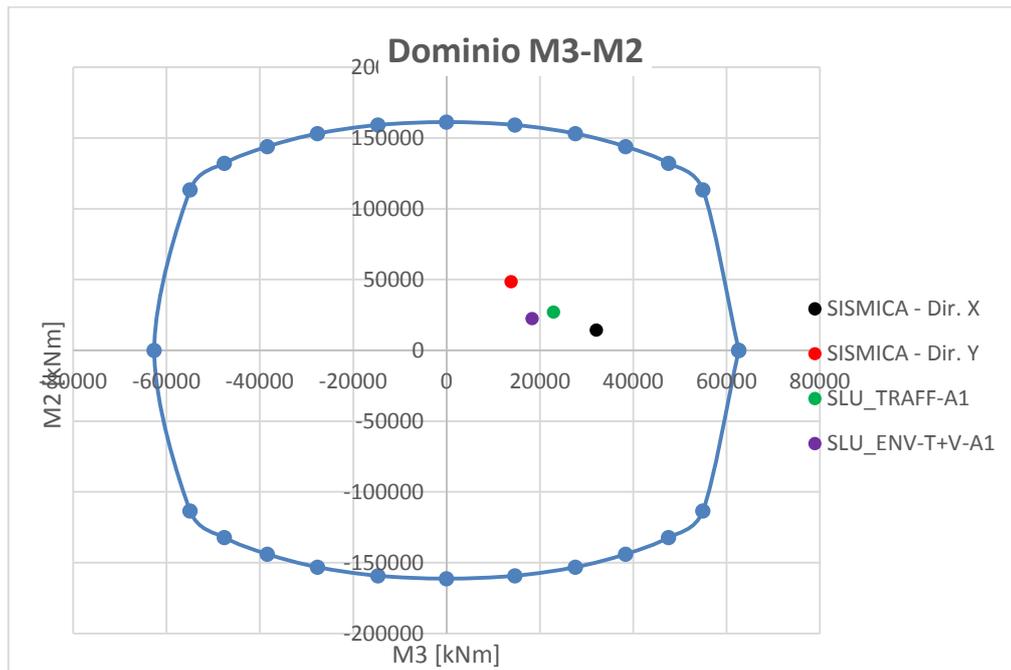
Armatura longitudinale esterna            164  $\Phi$  16

Armatura longitudinale interna            180  $\Phi$  16

La percentuale di armatura della sezione risulta 0.64%, maggiore del limite minimo imposto dalla specifica RFI DTCINCPOSPIFS003A di 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 9601 kN, e i momenti agenti sulla sezione.



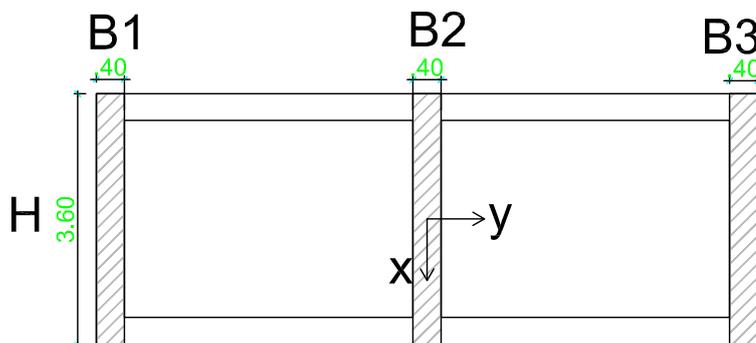
Le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di carico sono tutte comprese nel dominio di resistenza della sezione.

### 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.

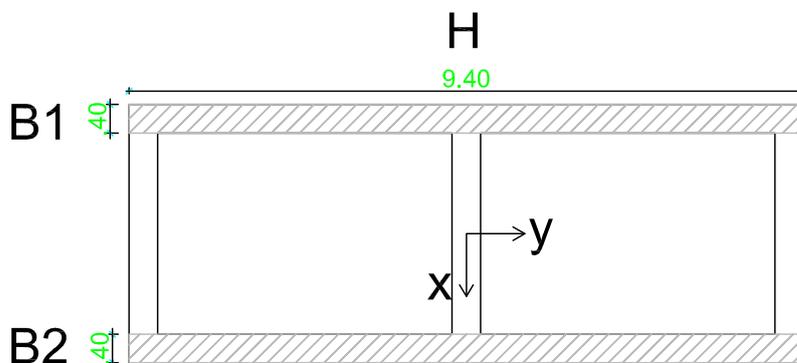
Taglio direzione X

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



Taglio direzione Y

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



Nella pila 15 è presente la seguente armatura a taglio:

Staffe direzione X 6  $\Phi$  14 / 20 cm

Staffe direzione Y 4  $\Phi$  14 / 20 cm

Taglio direzione X					
Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>4971</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	<b>6901</b>
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1200</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>3600</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>344</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>16</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>40</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>6</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>14</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	1.60
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	3552
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	69,165
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01623

23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.23729
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.241
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.480
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot\theta^2)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.096
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.750
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>3,196</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>15,984</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	3.215
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	924
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta) \text{sen}\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rd,s}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>5,777</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.162
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### Taglio direzione Y

Descrizione (Parametro/Caratteristica)	Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1 Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>5785</b>
2 Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	<b>15239</b>
3 Larghezza Sezione	B		mm	<b>800</b>
4 Altezza Sezione	H		mm	<b>9400</b>
5 Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>344</b>
6 Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>16</b>

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	$\phi_w$		mm	14
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	200
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	45
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	1.5
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	450
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	1.15
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	2.03
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	9352
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	69,165
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00924
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.14624
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.215
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.519
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.122
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.696
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>5,205</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>28,056</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	4.850
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>

35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$\eta_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	616
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_e n$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	$V_{Rd,s}$	$0,9 d A_{sw} f_{yd} v_1 / s_w$	kN	<b>10,140</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.753
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### 6.1.1.4 Verifiche SLE – Tensionale

#### Caratteristica

The screenshot shows a software interface for structural analysis. The main window displays various input and output parameters for a pile and slab calculation. The title bar indicates the software is set to 'Progetto Sez. Rett.' and 'Sismica Normativa: NTC 2008'.

**Titolo:** pila speciale

**N° Vertici:** 48 **N° barre:** 344

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<sub>Ed</sub>:** 0 **12872** kN  
**M<sub>xEd</sub>:** 0 **15830** kNm  
**M<sub>yEd</sub>:** 0 **18613**

**P.to applicazione N:** Centro Baricentro cls  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

**Materiali:** B450C C32/40

**ε<sub>su</sub>:** 67.5 ‰ **ε<sub>c2</sub>:** 2 ‰  
**f<sub>yd</sub>:** 391.3 N/mm² **ε<sub>cu</sub>:** 3.5 ‰  
**E<sub>s</sub>:** 200,000 N/mm² **f<sub>cd</sub>:** 18.13  
**E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>:** 15 **f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>:** 0.8  
**ε<sub>syd</sub>:** 1.957 ‰ **σ<sub>c,adm</sub>:** 12.25  
**σ<sub>s,adm</sub>:** 255 N/mm² **τ<sub>co</sub>:** 0.7333  
**τ<sub>c1</sub>:** 2.114

**σ<sub>c</sub>:** -3.349 N/mm²  
**σ<sub>s</sub>:** 24.87 N/mm²  
**ε<sub>s</sub>:** 0.1243 ‰  
**d:** 567 cm  
**x:** 379.3 **x/d:** 0.6689  
**δ:** 1

**Verifica:** N° iterazioni: 4

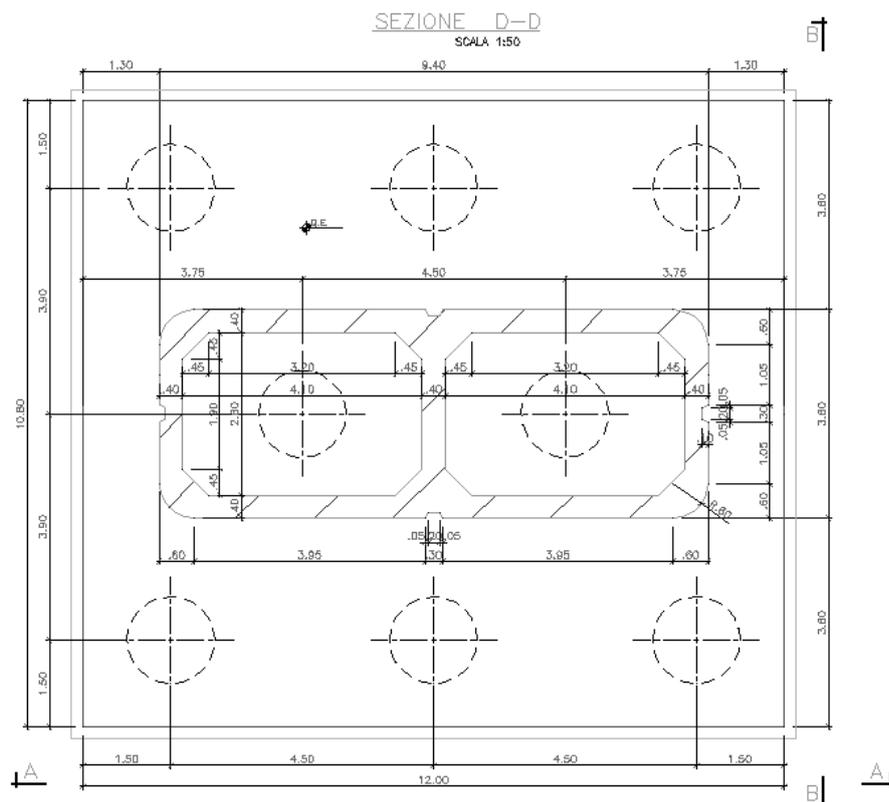
Precompresso

$$\sigma_c = 3.34 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55 \cdot f_{ck} \text{ [MPa]} = 17.6 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 24.87 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75 \cdot f_{yk} \text{ [MPa]} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### 6.1.2 Platea di fondazione

Si riporta di seguito la sezione della fondazione della pila 15.



#### 6.1.2.1 Stato di sollecitazione

Si riportano di seguito le sollecitazioni in corrispondenza dello spiccatto 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 spiccatto 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, considerando l'accelerazione al suolo.

Altezza piastra di fondazione	H	2	m
Lunghezza fondazione DIR X	a	3.6	m
Larghezza fondazione DIR Y	b	9.4	m
Altezza fusto pila	H <sub>pila</sub>	6	m
Altezza terreno	H <sub>ter</sub>	1	m
Peso fondazione	Pf	6480	kN
Peso terreno	Pterr	1819	kN

### AZIONI ALLO SPICCATO DELLA PILA

Combinazione	Max/Min	P	V2	V3	T	M2	M3
Sismica X	Max	-9601	4971	1597	566	14401	32129
Sismica X	Min	-17417	-4971	-1597	-619	-14090	-32129
Sismica Y	Max	-15239	2027	5784	1931	48592	13864
Sismica Y	Min	-19884	-2027	-5785	-1999	-48187	-13864
Sismica Z	Max	-14059	3275	2075	732	18717	21713
Sismica Z	Min	-21065	-3275	-2076	-800	-18312	-21713
SLU-TRAFF	Max	-17887	2714	1688	1250	27126	22953
SLU-TRAFF	Min	-27190	-2714	-543	-899	-12445	-22953
SLU_ENV-T+V-A1	Max	-17894	2171	1432	1021	22524	18363
SLU_ENV-T+V-A1	Min	-25336	-2171	-676	-754	-10778	-18363
SLU-TRAFF-A2	Max	-15102	2340	1457	1078	23403	19787
SLU-TRAFF-A2	Min	-23122	-2340	-470	-776	-10747	-19787
SLU_ENV-T+V-A2	Max	-15104	2171	1378	1007	21975	18363
SLU_ENV-T+V-A2	Min	-22546	-2171	-461	-731	-10230	-18363
SLE-CAR	Max	-12849	1872	1155	858	18613	15830
SLE-CAR	Min	-19265	-1872	-451	-618	-8488	-15830
SLE-QP	Max	-12872	0	0	-24	0	0
SLE-QP	Min	-12872	0	0	-24	0	0

### AZIONI AL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

Combinazione	Max/Min	P	V2	M3	V3	M2
Sismica X	Min	25717	7784	47747	2354	18602
Sismica Y	Min	28184	3075	21249	8308	63514
Sismica Z	Min	29364	4322	31593	2833	23875
SLU-TRAFF-A1	Min	38394	3129	31702	1688	30502
SLU_ENV-T+V-A1	Min	36540	2586	26026	1432	25387

SLU-TRAFF-A2	Min	31421	2687	27248	1457	26317
SLU_ENV-T+V-A2	Min	30846	2519	25487	1378	24730
SLE-CAR	Min	27564	2162	21898	1155	20922
SLE-QP	Min	21172	291	2324	0	0
Sismica X	Max	17900	7784	47747	2354	18602
Sismica Y	Max	23539	3075	21249	8308	63514
Sismica Z	Max	22358	4322	31593	2833	23875
SLU-TRAFF-A1	Max	29091	3129	31702	1688	30502
SLU_ENV-T+V-A1	Max	29098	2586	26026	1432	25387
SLU-TRAFF-A2	Max	23402	2687	27248	1457	26317
SLU_ENV-T+V-A2	Max	23404	2519	25487	1378	24730
SLE-CAR	Max	21149	2162	21898	1155	20922
SLE-QP	Max	21172	291	2324	0	0

Nella tabella delle azioni calcolate allo spiccato della pila, Il massimo e minimo di ogni combinazione si riferisce ai valori massimi e minimi di output di SAP2000, aventi ancora segno positivo o negativo. Nella tabella delle sollecitazioni al piano di posa della platea, invece, tali valori sono stati considerati in termini assoluti, per poter essere combinati con le forze sopra citate, non considerate nel modello (quali attrito, peso della fondazione, peso del terreno sovrastante).

Per calcolare i tagli e i momenti agenti sulla fondazione si è considerata l'azione assiale trasmessa dai singoli pali, e la corrispondente eccentricità nella direzione X e Y della platea. A questo proposito la risposta della palificata alle sollecitazioni calcolate al piano di posa della fondazione sono state ripartite sui pali, secondo la formulazione di Piglet precedentemente descritta.

### 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*).

### Dati di Input

#### Soil details:

Axial: Surface shear modulus, G(0)	85000
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	3000
Axial: Shear modulus below base, G <sub>b</sub>	205000
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	85000
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	3000
Poisson's ratio (all loading modes)	0.33

#### Pile details:

Free-standing length	0
Young's modulus: Free-standing part (axial)	30000000
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000
Young's modulus: Free-standing part (lateral)	30000000
Young's modulus: Embedded part (lateral)	30000000
Piles pinned (0) or fixed (1) to pile cap	1

pile group geometry	Shaft	Base	x	y	Embedded
	Diameter	Diameter	co-ord.	co-ord	Length
1	1.5	1.5	-3.9	-4.5	44
2	1.5	1.5	-3.9	0	44
3	1.5	1.5	-3.9	4.5	44
4	1.5	1.5	0	-2.25	44
5	1.5	1.5	0	2.25	44
6	1.5	1.5	3.9	-4.5	44
7	1.5	1.5	3.9	0	44
8	1.5	1.5	3.9	4.5	44

loading cases	V (w)	H (u)		M (q)	
		x	x to z	y	y to z
1	25717	7784	2354	47747	18602
2	28184	3075	8308	21249	63514
3	29364	4322	2833	31593	23875
4	38394	3129	1688	31702	30502
5	36540	2586	1432	26026	25387
6	31421	2687	1457	27248	26317
7	30846	2519	1378	25487	24730
8	27564	2162	1155	21898	20922
9	21172	291	0	2324	0
10	17900	7784	2354	47747	18602
11	23539	3075	8308	21249	63514
12	22358	4322	2833	31593	23875
13	29091	3129	1688	31702	30502
14	29098	2586	1432	26026	25387
15	23402	2687	1457	27248	26317
16	23404	2519	1378	25487	24730
17	21149	2162	1155	21898	20922
18	21172	291	0	2324	0

### Dati di Output

#### Summary tables of results

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

Load Case No.	Vertical Load	Horizontal Load (x)	Horizontal Load (y)	Moment (x to z)	Moment (y to z)
1	25717	7784	2354	47747	18602
2	28184	3075	8308	21249	63514
3	29364	4322	2833	31593	23875
4	38394	3129	1688	31702	30502
5	36540	2586	1432	26026	25387
6	31421	2687	1457	27248	26317
7	30846	2519	1378	25487	24730
8	27564	2162	1155	21898	20922

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.  
IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
55 di 229

9	21172	291	0	2324	0
10	17900	7784	2354	47747	18602
11	23539	3075	8308	21249	63514
12	22358	4322	2833	31593	23875
13	29091	3129	1688	31702	30502
14	29098	2586	1432	26026	25387
15	23402	2687	1457	27248	26317
16	23404	2519	1378	25487	24730
17	21149	2162	1155	21898	20922
18	21172	291	0	2324	0

Load Case	Vertical	Horizontal	Horizontal	Rotation	Rotation
No.	Deflection	Defn (x)	Defn (y)	(x to z)	(y to z)
1	0.0029	0.0023	0.0007	0.0002	0.0001
2	0.0031	0.0009	0.0026	0.0001	0.0002
3	0.0033	0.0013	0.0009	0.0001	0.0001
4	0.0043	0.0010	0.0006	0.0001	0.0001
5	0.0041	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
6	0.0035	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
7	0.0034	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
8	0.0031	0.0007	0.0004	0.0001	0.0001
9	0.0023	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0020	0.0023	0.0007	0.0002	0.0001
11	0.0026	0.0009	0.0026	0.0001	0.0002
12	0.0025	0.0013	0.0009	0.0001	0.0001
13	0.0032	0.0010	0.0006	0.0001	0.0001
14	0.0032	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
15	0.0026	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
16	0.0026	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
17	0.0023	0.0007	0.0004	0.0001	0.0001
18	0.0023	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

Pile forces and deflections at cap level:

Load Case	Axial	Lateral	Lateral	Moments	Moments	
Pile No.	No.	Loads	Loads (x)	Loads (y)	(x to z)	(y to z)
1	1	229	1273	367	-1369	-365

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

**1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO**

Titolo:  
VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.  
IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
56 di 229

1	2	-577	504	1294	-520	-1307
1	3	1354	708	442	-716	-427
1	4	2509	515	266	-442	-117
1	5	2765	426	226	-367	-103
1	6	1923	442	230	-380	-101
1	7	2003	415	217	-356	-97
1	8	1892	356	182	-306	-80
1	9	2947	48	0	-46	0
1	10	-901	1273	367	-1369	-365
1	11	-1248	504	1294	-520	-1307
1	12	342	708	442	-716	-427
1	13	1164	515	266	-442	-117
1	14	1689	426	226	-367	-103
1	15	764	442	230	-380	-101
1	16	927	415	217	-356	-97
1	17	964	356	182	-306	-80
1	18	2947	48	0	-46	0
2	1	653	907	237	-921	-219
2	2	2220	358	835	-343	-793
2	3	1888	504	284	-466	-251
2	4	2984	365	166	-260	-6
2	5	3020	301	141	-216	-10
2	6	2385	313	143	-223	-6
2	7	2396	294	135	-209	-7
2	8	2180	252	113	-179	-4
2	9	2305	34	0	-30	0
2	10	-237	907	237	-921	-219
2	11	1691	358	835	-343	-793
2	12	1090	504	284	-466	-251
2	13	1924	365	166	-260	-6
2	14	2173	301	141	-216	-10
2	15	1472	313	143	-223	-6
2	16	1549	294	135	-209	-7
2	17	1449	252	113	-179	-4
2	18	2305	34	0	-30	0
3	1	2319	1273	367	-1369	-365
3	2	6601	504	1294	-520	-1307
3	3	4009	708	442	-716	-427

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"

RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
57 di 229

3	4	5611	515	266	-442	-117
3	5	5350	426	226	-367	-103
3	6	4599	442	230	-380	-101
3	7	4519	415	217	-356	-97
3	8	4019	356	182	-306	-80
3	9	2947	48	0	-46	0
3	10	1189	1273	367	-1369	-365
3	11	5929	504	1294	-520	-1307
3	12	2996	708	442	-716	-427
3	13	4266	515	266	-442	-117
3	14	4274	426	226	-367	-103
3	15	3440	442	230	-380	-101
3	16	3443	415	217	-356	-97
3	17	3091	356	182	-306	-80
3	18	2947	48	0	-46	0
4	1	2043	439	207	-402	-171
4	2	1184	172	731	-137	-622
4	3	2275	241	249	-176	-193
4	4	3055	170	145	-45	29
4	5	2986	141	123	-39	20
4	6	2470	146	126	-39	25
4	7	2449	137	119	-37	22
4	8	2215	117	99	-31	20
4	9	2054	16	0	-10	0
4	10	1285	439	207	-402	-171
4	11	734	172	731	-137	-622
4	12	1596	241	249	-176	-193
4	13	2152	170	145	-45	29
4	14	2264	141	123	-39	20
4	15	1692	146	126	-39	25
4	16	1727	137	119	-37	22
4	17	1592	117	99	-31	20
4	18	2054	16	0	-10	0
5	1	2946	439	207	-402	-171
5	2	4283	172	731	-137	-622
5	3	3421	241	249	-176	-193
5	4	4394	170	145	-45	29
5	5	4103	141	123	-39	20

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"

RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
58 di 229

5	6	3626	146	126	-39	25
5	7	3535	137	119	-37	22
5	8	3133	117	99	-31	20
5	9	2054	16	0	-10	0
5	10	2188	439	207	-402	-171
5	11	3833	172	731	-137	-622
5	12	2742	241	249	-176	-193
5	13	3491	170	145	-45	29
5	14	3381	141	123	-39	20
5	15	2848	146	126	-39	25
5	16	2813	137	119	-37	22
5	17	2511	117	99	-31	20
5	18	2054	16	0	-10	0
6	1	5116	1273	367	-1369	-365
6	2	1548	504	1294	-520	-1307
6	3	4481	708	442	-716	-427
6	4	5490	515	266	-442	-117
6	5	5215	426	226	-367	-103
6	6	4485	442	230	-380	-101
6	7	4400	415	217	-356	-97
6	8	3951	356	182	-306	-80
6	9	3174	48	0	-46	0
6	10	3986	1273	367	-1369	-365
6	11	876	504	1294	-520	-1307
6	12	3468	708	442	-716	-427
6	13	4145	515	266	-442	-117
6	14	4139	426	226	-367	-103
6	15	3326	442	230	-380	-101
6	16	3324	415	217	-356	-97
6	17	3023	356	182	-306	-80
6	18	3174	48	0	-46	0
7	1	5204	907	237	-921	-219
7	2	4199	358	835	-343	-793
7	3	4800	504	284	-466	-251
7	4	5760	365	166	-260	-6
7	5	5302	301	141	-216	-10
7	6	4771	313	143	-223	-6
7	7	4629	294	135	-209	-7

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.  
IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
59 di 229

7	8	4098	252	113	-179	-4
7	9	2516	34	0	-30	0
7	10	4314	907	237	-921	-219
7	11	3670	358	835	-343	-793
7	12	4002	504	284	-466	-251
7	13	4701	365	166	-260	-6
7	14	4454	301	141	-216	-10
7	15	3858	313	143	-223	-6
7	16	3781	294	135	-209	-7
7	17	3367	252	113	-179	-4
7	18	2516	34	0	-30	0
8	1	7206	1273	367	-1369	-365
8	2	8725	504	1294	-520	-1307
8	3	7135	708	442	-716	-427
8	4	8592	515	266	-442	-117
8	5	7800	426	226	-367	-103
8	6	7161	442	230	-380	-101
8	7	6916	415	217	-356	-97
8	8	6078	356	182	-306	-80
8	9	3174	48	0	-46	0
8	10	6076	1273	367	-1369	-365
8	11	8054	504	1294	-520	-1307
8	12	6123	708	442	-716	-427
8	13	7247	515	266	-442	-117
8	14	6724	426	226	-367	-103
8	15	6002	442	230	-380	-101
8	16	5840	415	217	-356	-97
8	17	5150	356	182	-306	-80
8	18	3174	48	0	-46	0

### Riepilogo delle sollecitazioni

Massima azione trasmessa dal palo

	Pmin	Pmax	V	M
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	7206	-901	1325	4055
Sismica Y	8725	-1248	1388	4249
Sismica Z	7135	342	835	2554
SLU-TRAFF-A1	8592	1164	580	1774
SLU_ENV-T+V-A1	7800	1689	482	1474
SLU-TRAFF-A2	7161	764	498	1525
SLU_ENV-T+V-A2	6916	927	468	1432
SLE-CAR	6078	964	400	1223
SLE-QP	3174	2054	48	146

Momenti e tagli agenti sulla platea

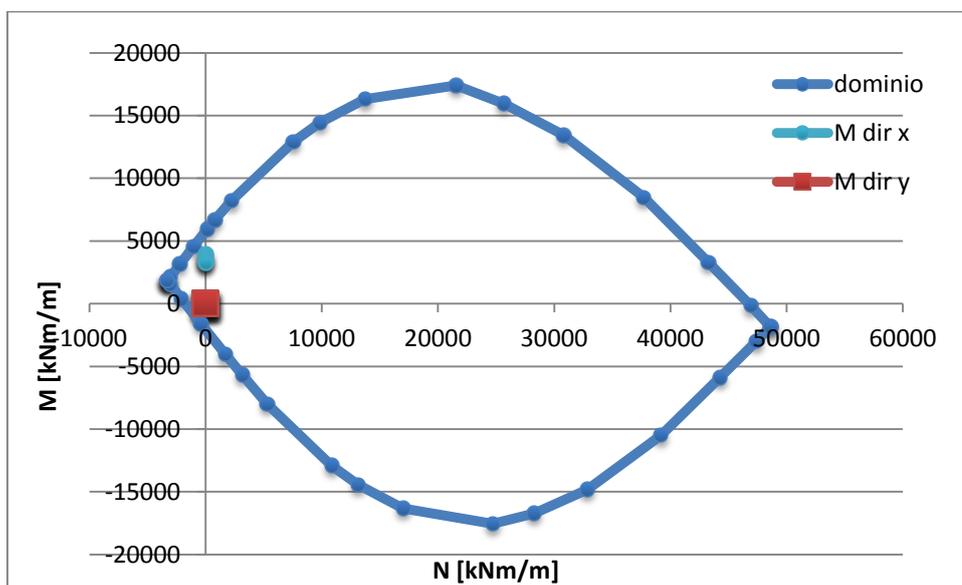
	M dir x	M dir y	T dir x	T dir y
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
Sismica X	3418	0	1593	0
Sismica Y	3774	0	1763	0
Sismica Z	3323	0	1548	0
SLU-TRAFF-A1	3996	0	1856	0
SLU_ENV-T+V-A1	3638	0	1686	0
SLU-TRAFF-A2	3327	0	-	-
SLU_ENV-T+V-A2	3216	0	-	-
SLE-CAR	2830	0	-	-
SLE-QP	1537	0	-	-

### 6.1.2.2 Verifiche SLU – Flessione

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

Armatura Inferiore 4 strati di  $\Phi 20 / 15$

Armature Superiore  $\Phi 20 / 15$  (in entrambe le direzioni)



Tutte le sollecitazioni sono comprese nel dominio di resistenza della sezione.

### 6.1.2.3 Verifiche SLU – Taglio

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

Spille  $\Phi$  26 / 50x40

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>1856</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1000</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>2500</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>7.0</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>20</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>40</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>2</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>26</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>400</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	2450
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	2,199
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00090
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.28571

24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.255
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min}+0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.255
26	Coefficiente di riduzione	$v$	$(cot\alpha+cot\theta)/(1+cot\theta^2)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.255
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c}Bd$	kN	<b>625</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	$V_{Rd,max}$	$0,9V_{Rd,max}Bd$	kN	<b>9,188</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	4.950
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,max}$		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm <sup>2</sup>	1,062
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(cot\alpha+cot\theta)sen\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/S_w$	kN	<b>2,290</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.234
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

6.1.2.4 Verifiche SLU – Fessurazione

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Verifica allo stato limite di apertura delle fessure

TIPO COMBINAZIONE :

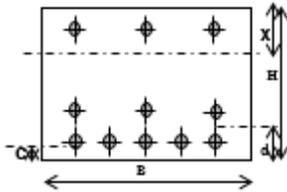
CONDIZIONI AMBIENTE :

SENSIBILITA' ARMATURA :

TIPO ARMATURA :

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

SEZIONE RETTANGOLARE



$b = 1000$  mm  
 $H = 2500$  mm  
 $d = 50$  mm  
 $c = 40.0$  mm

ACCIAIO  
FeB44K

$R_{ck} = 30$  N/mm<sup>2</sup> Resistenza caratteristica  
 $f_{td} = 2.61$  N/mm<sup>2</sup>  $f_t$  a traz. semplice  
 $f_{td} = 3.13$  N/mm<sup>2</sup>  $f_t$  a traz. per flessione

$E_c = 210000$  N/mm<sup>2</sup> Modulo elastico  
 $n = 15$  Coeff. omogenizzazione  
 $N_{t,eff} = 6.7$  Numero barre tese  
 $s = 149$  mm Interasse barre  
 $\phi = 20$  mm Diametro barre  
 $A_s = 2105$  mm<sup>2</sup> Area armatura tesa  
 $\sigma_s = 112.9$  N/mm<sup>2</sup> Tensione di lavoro acciaio

$b_{eff} = 1000$  mm Larghezza efficace  $x = 339.2$  mm  
 $h_{eff} = c + 7.5\phi = 190$  mm Altezza efficace  $\leq (h-x)/2$   $(h-x)/2 = 1080.4$  mm  
 $A_{s,eff} = b_{eff} \cdot h_{eff} = 190000$  mm<sup>2</sup> Area efficace  
 $\rho = A_s / A_{c,eff} = 0.0111$

$k_2 = 0.4$  (0.4 = barre aderenza migliorata; 0.8 = barre lisce)  
 $k_3 = 0.125$   (0.125 = presso-flessione; 0.250 = trazione pura)

$S_{sm} = 2 \left( c + \frac{s}{10} \right) + k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{\phi}{\rho} = 200.1$  mm Distanza media fra le fessure in corrispondenza del livello baricentrico dell'armatura all'interno dell'area efficace

$\beta_1 = 1.0$  (1.0 = barre aderenza migliorata; 0.5 = barre lisce)  
 $\beta_2 = 0.5$   (1.0 = breve durata; 0.5 = lunga durata / ripetute)

$M_{1,teff} = 3372.3$  kNm Momento di prima fessurazione

$\sigma_{sr} = 683.0$  N/mm<sup>2</sup> Tensione nell'acciaio, nella sezione fessurata, al raggiungimento della resistenza a trazione  $f_{td}$  nella fibra di cls più sollecitata

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_{sr}}{E} \left[ 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] = -3.30E-03$$

$$\varepsilon_{sm} \geq 0.4 \frac{\sigma_{sr}}{E} = 2.15E-04$$

$w_k = \beta_0 \cdot S_{sm} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.073$  mm Valore caratteristico di apertura delle fessure

### 6.1.2.5 Verifiche SLE – Tensionale

#### Quasi Permanente

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.94	5
2	20.94	235
3	20.94	240
4	20.94	245

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

Diagramma della sezione rettangolare con il centro di gravità G e il centro di massa N.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>

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

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

Verifica  
 N° iterazioni:   
 Precompresso

Materiali  
 C32/40  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>   
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

$$\sigma_c = 2.23 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**N\* figure elementari**  **Zoom** **N\* strati barre**  **Zoom**

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N*	As [cm²]	d [cm]
1	20.94	5
2	20.94	235
3	20.94	240
4	20.94	245

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

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n  kN  
 M<sub>xEd</sub>  2830 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  0

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

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

**Materiali**  
 C32/40  
 ε<sub>su</sub>  % ε<sub>c2</sub>  %  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  %  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  %  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  % σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  %  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

**Verifica**  
 N\* iterazioni:   
 Precompresso

$$\sigma_c = 4.11 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 207.8 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### 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. Il momento massimo sul palo è stato calcolato moltiplicando il taglio agente (il vettore risultante dei tagli nelle due direzioni) per il coefficiente  $\alpha$  (rapporto tra momento e taglio a testa palo). Per il tipo di terreno in esame  $\alpha$  è pari a 3.06.

Pmax	Pmin	V	M
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	7206	1325	4055
Sismica Y	8725	1388	4249
Sismica Z	7135	835	2554
SLU-TRAFF-A1	8592	580	1774
SLU_ENV-T+V-A1	7800	482	1474
SLU-TRAFF-A2	7161	498	1525
SLU_ENV-T+V-A2	6916	468	1432
SLE-CAR	6078	400	1223
SLE-QP	3174	48	146

Pmin	Pmax	V	M
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	-901	1325	4055
Sismica Y	-1248	1388	4249
Sismica Z	342	835	2554
SLU-TRAFF-A1	1164	580	1774
SLU_ENV-T+V-A1	1689	482	1474
SLU-TRAFF-A2	764	498	1525
SLU_ENV-T+V-A2	927	468	1432
SLE-CAR	964	400	1223
SLE-QP	2054	48	146

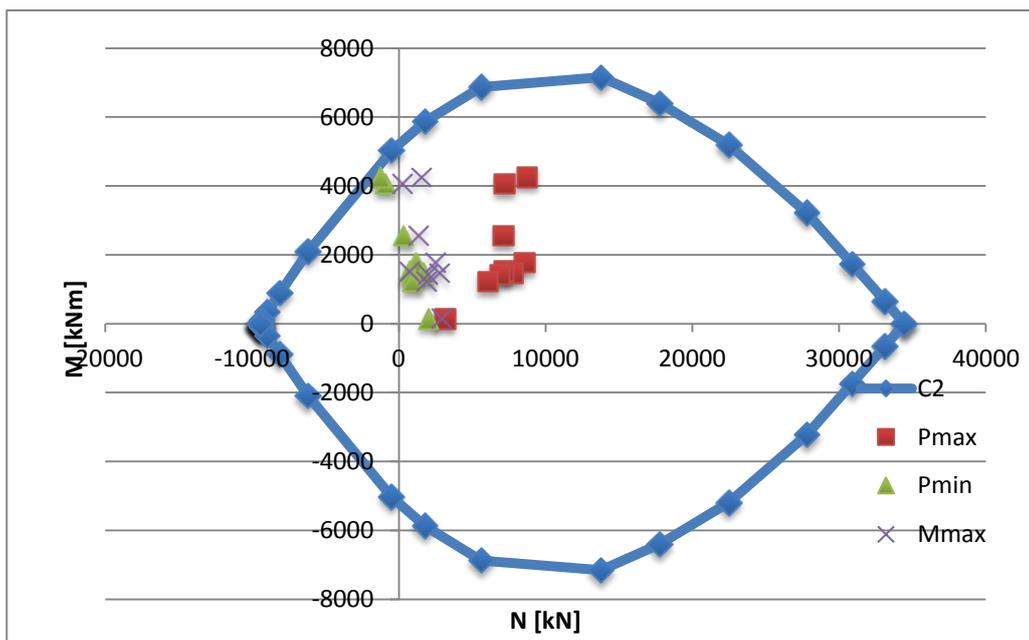
Mmax	P	Vmax	Mmax
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	229	1325	4055
Sismica Y	1548	1388	4249
Sismica Z	1354	835	2554
SLU-TRAFF-A1	2509	580	1774
SLU_ENV-T+V-A1	2765	482	1474
SLU-TRAFF-A2	764	498	1525
SLU_ENV-T+V-A2	2003	468	1432
SLE-CAR	1892	400	1223
SLE-QP	2947	48	146

### 6.1.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Nel palo è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura principale 30  $\Phi$  32

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  $b_e = 0.9 * D$

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

D = diametro

d = altezza utile

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN/m	<b>1388</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	<b>-1248</b>
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1350</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>1117</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>30</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>32</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>60</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>4</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>16</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	-0.83

20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	1041
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	$mm^2$	24,127
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01717
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.43840
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.302
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.178
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.480
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>V_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>675</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9V_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>5,268</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	3.795
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	$mm^2$	804
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta)sen\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rd,s}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/S_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>1,474</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.062
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### 6.1.3.4 Verifiche SLE – Fessurazione

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

### 6.1.3.5 Verifiche SLE – Tensionale

#### Quasi Permanente

The screenshot shows a software interface for structural analysis. The main window displays the following data:

- Sezione circolare cava:**
  - Raggio esterno: 75 [cm]
  - Raggio interno: 0 [cm]
  - N° barre uguali: 30
  - Diametro barre: 3.2 [cm]
  - Copriferro (baric.): 9 [cm]
- Sollecitazioni:**
  - S.L.U. Metodo n
  - N<sub>Ed</sub>: 0, 3174 kN
  - M<sub>xEd</sub>: 0, 146 kNm
  - M<sub>yEd</sub>: 0, 0
- P.to applicazione N:**
  - Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm]
  - xN: 0, yN: 0
- Materiali:**
  - B450C:  $\epsilon_{su}$  67.5 ‰,  $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>,  $E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>
  - C25/30:  $\epsilon_{c2}$  2 ‰,  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰,  $f_{cd}$  14.17,  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8,  $\sigma_{c,adm}$  9.75,  $\tau_{co}$  0.6,  $\tau_{c1}$  1.829
- Calcolo:**
  - Metodo di calcolo: S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n
  - $\sigma_c$ : -1.83 N/mm<sup>2</sup>
  - $\epsilon_s$ : -0.08988 ‰
  - Vertici: 52
  - N° iterazioni: 0
  - Precompresso:

$$\sigma_c = 1.83 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 30

Diametro barre 3.2 [cm]

Copriferro (baric.) 9 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re  Trapezi

a T  Circolare

Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 964 kN

M<sub>xEd</sub> 0 1223 kNm

M<sub>yEd</sub> 0 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

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰

$f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰

$E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  14.17

$E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8

$\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75

$\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6

$\tau_{c1}$  1.829

$\sigma_c$  -4.552 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  86.97 N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_s$  0.4348 ‰

d 141 cm

x 62.01 x/d 0.4398

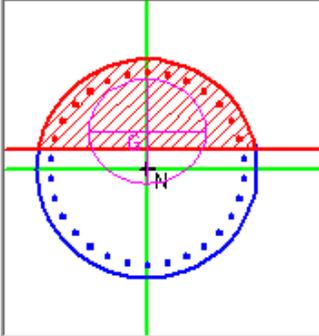
$\delta$  0.9897

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso



$$\sigma_c = 4.55 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 86.97 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

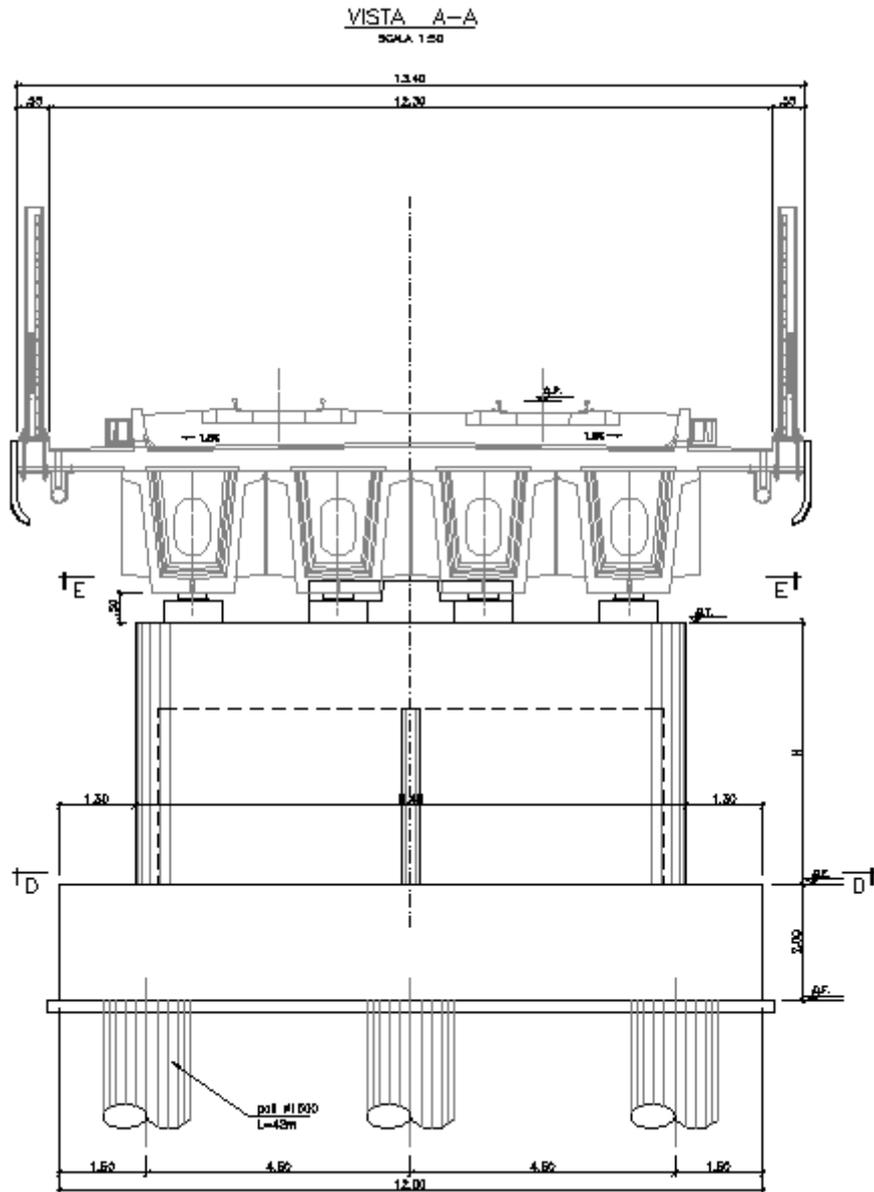
 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 73 di 229

### 6.1.3.6 Verifiche portanza palo

Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a  $N = 8593$  kN, ma la sollecitazione più gravosa per l'interazione palo-terreno corrisponde a  $N = 8726$  kN.

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 44.0 m.

6.2 PILA 16



## 6.2.1 Fusto

### 6.2.1.1 Stato di sollecitazione

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

	<b>Pmin</b>	<b>Pmax</b>	<b>M2 y</b>	<b>V3 y</b>	<b>M3 x</b>	<b>V2 x</b>
COMB	kN	kN	kNm	kN	kNm	kN
SISMICA - Dir. X	-16798	-9677	8719	1010	24793	4552
SISMICA - Dir. Y	-19420	-14997	27954	3657	10779	1832
SISMICA - Dir. Z	-20587	-13830	11333	1313	16574	2917
SLU_TRAFF-A1	-26823	-17520	25410	1678	20239	2714
SLU_ENV-T+V-A1	-24969	-17527	21068	1423	16191	2171
SLU_TRAFF-A2	-22850	-14830	21922	1448	17448	2340
SLU_ENV-T+V-A2	-22275	-14832	20575	1369	16191	2171
SLE-CAR	-18993	-12577	17439	1148	13958	1872
SLE-QP	-12600	-12600	1	0	0	0

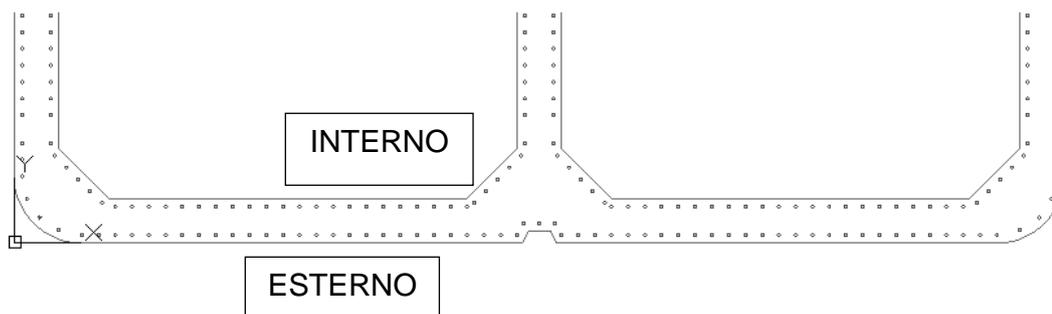
### 6.2.1.2 Verifiche SLU - Flessione

Nella pila 16 è presente la seguente armatura a flessione:

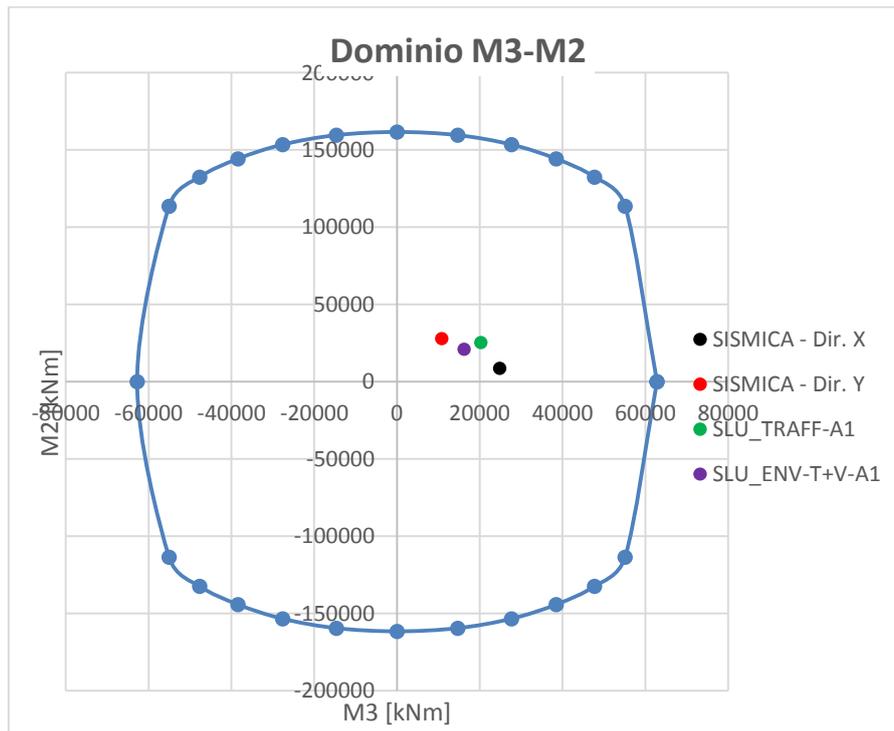
Armatura longitudinale esterna            164  $\Phi$  16

Armatura longitudinale interna            180  $\Phi$  16

La percentuale di armatura della sezione risulta 0.64%, maggiore del limite minimo imposto dalla specifica RFI DTCINCPOSPIFS003A di 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 9677 kN, derivante dalla combinazione Sismica X, e i momenti agenti sulla sezione.



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

### 6.2.1.3 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 descritto nel Par. 6.1.1.3.

Nella pila 16 è presente la seguente armatura a taglio:

Staffe direzione X 6  $\Phi$  14 / 20 cm

Staffe direzione Y 4  $\Phi$  14 / 20 cm

Taglio direzione X					
Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>4552</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	<b>9677</b>
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1200</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>3600</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>344</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>16</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>40</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>6</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>14</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391

19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	2.24
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	3552
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	69,165
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01623
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.23729
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.241
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.577
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.134
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.846
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>3,607</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>15,984</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	3.511
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm <sup>2</sup>	924
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta)sen\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rd,s}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>5,777</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.269
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### Taglio direzione Y

Descrizione (Parametro/Caratteristica)	Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1 Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>3657</b>
2 Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	<b>14997</b>

3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>800</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>9400</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>344</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>16</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>40</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>4</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>14</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	1.99
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	9352
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	69,165
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00924
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.14624
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.215
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.514
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.120
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.691
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>5,169</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>OK</b>

27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5v_{f_{cd}}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	$V_{Rd,max}$	<b><math>0,9v_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>28,056</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	7.672
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	616
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_{ena}$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	<b>10,140</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	2.773
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### 6.2.1.4 Verifiche SLE – Tensionale

#### Caratteristica

The screenshot shows a software interface with the following sections:

- File Menu:** File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008
- Titolo:** pila speciale
- N° Vertici:** 48 (Zoom)
- N° barre:** 344 (Zoom)
- Table 1 (Coordinates):**

N°	x [cm]	y [cm]
1	460	10
2	480	10
3	485	2.850106E-09
4	880	9.966555E-10
5	922.43	17.57
6	940	59.99999
- Table 2 (Bar Properties):**

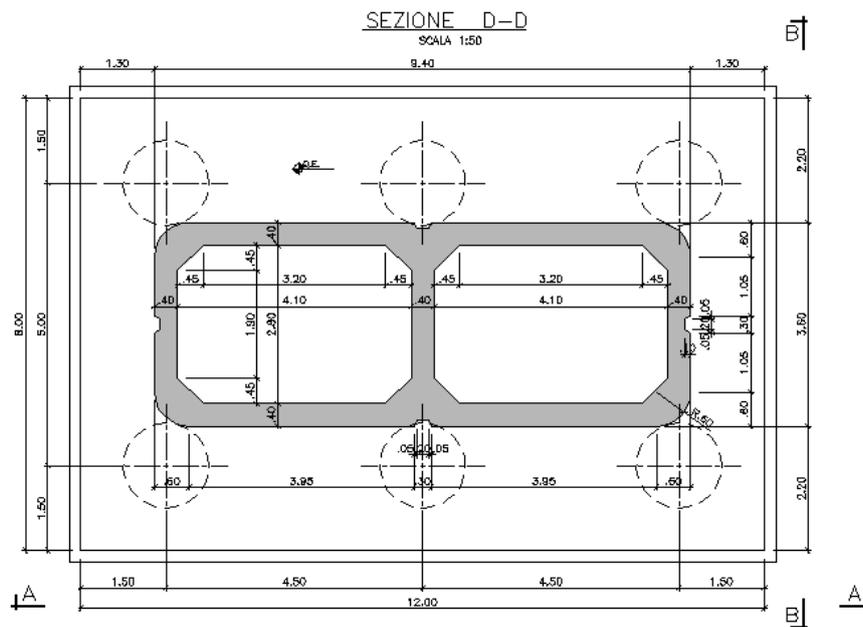
N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.01	39.86861	348.6483
2	2.01	22.77083	337.2282
3	2.01	7.348019	119.9279
4	2.01	7.348019	134.9279
5	2.01	7.348019	149.9279
6	2.01	7.348019	160.4591
- Tipo Sezione:**
  - Rettan.re
  - Trapezi
  - a T
  - Circolare
  - Rettangoli
  - Coord.
- Sollecitazioni:**
  - S.L.U. Metodo n
  - N<sub>Ed</sub>: 0
  - M<sub>xEd</sub>: 0
  - M<sub>yEd</sub>: 0
  - 12577 kN
  - 13958 kNm
  - 17439
- P.to applicazione N:**
  - Centro
  - Baricentro cls
  - Coord.[cm]
  - xN: 0
  - yN: 0
- Metodo di calcolo:**
  - S.L.U.+
  - S.L.U.-
  - Metodo n
- Materiali:**
  - B450C, C32/40
  - ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰, ε<sub>c2</sub>: 2 ‰
  - f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm², ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰
  - E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm², f<sub>cd</sub>: 18.13
  - E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8
  - ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰, σ<sub>c,adm</sub>: 12.25
  - σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm², τ<sub>co</sub>: 0.7333
  - τ<sub>c1</sub>: 2.114
- Results:**
  - σ<sub>c</sub>: -3.006 N/mm²
  - σ<sub>s</sub>: 17.66 N/mm²
  - ε<sub>s</sub>: 0.08829 ‰
  - d: 575.3 cm
  - x: 413.4, x/d: 0.7186
  - δ: 1
- Verifica:**
  - N° iterazioni: 4
  - Precompresso

$$\sigma_c = 3.0 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55 \cdot f_{ck} \text{ [MPa]} = 17.6 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 17.66 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75 \cdot f_{yk} \text{ [MPa]} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

## 6.2.2 Platea di fondazione

Si riporta di seguito la sezione della fondazione della pila 16.



### 6.2.2.1 Stato di sollecitazione

Si riportano di seguito le sollecitazioni in corrispondenza dello spiccatto 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 spiccatto 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, considerando un'accelerazione al suolo di 0.295 g.

Altezza piastra di fondazione	H	2	m
Lunghezza fondazione DIR X	a	8	m
Larghezza fondazione DIR Y	b	12	m
Altezza fusto pila	H <sub>pila</sub>	5	m
Altezza terreno	H <sub>ter</sub>	1	m
Peso fondazione	Pf	4800	kN
Peso terreno	Pterr	1181	kN

### AZIONI ALLO SPICCATO DELLA PILA

Combinazione	Max/Min	P	V2	V3	T	M2	M3
Sismica X	Max	-9677	4552	1010	345	8719	24793
Sismica X	Min	-16798	-4552	-1010	-411	-8400	-24792
Sismica Y	Max	-14997	1832	3656	1206	27954	10779
Sismica Y	Min	-19420	-1832	-3657	-1292	-27539	-10778
Sismica Z	Max	-13830	2917	1313	445	11333	16574
Sismica Z	Min	-20587	-2917	-1313	-530	-10918	-16573
SLU-TRAFF	Max	-17520	2714	1678	903	25410	20239
SLU-TRAFF	Min	-26823	-2714	-538	-797	-12089	-20234
SLU_ENV-T+V-A1	Max	-17527	2171	1423	730	21068	16191
SLU_ENV-T+V-A1	Min	-24969	-2171	-675	-660	-10411	-16187
SLU-TRAFF-A2	Max	-14830	2340	1448	779	21922	17448
SLU-TRAFF-A2	Min	-22850	-2340	-466	-687	-10439	-17443
SLU_ENV-T+V-A2	Max	-14832	2171	1369	725	20575	16191
SLU_ENV-T+V-A2	Min	-22275	-2171	-458	-645	-9918	-16187
SLE-CAR	Max	-12577	1872	1148	620	17439	13958
SLE-CAR	Min	-18993	-1872	-450	-549	-8253	-13955
SLE-QP	Max	-12600	0	0	-27	-1	0
SLE-QP	Min	-12600	0	0	-27	-1	0

### AZIONI AL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

Combinazione	Max/Min	P	V2	M3	V3	M2
Sismica X	Min	22779	6660	38287	1556	11447
Sismica Y	Min	25401	2668	17184	5475	37625
Sismica Z	Min	26568	3753	25150	1859	14667
SLU-TRAFF-A1	Min	34898	3129	28573	1678	28766
SLU_ENV-T+V-A1	Min	33044	2586	23440	1423	23914
SLU-TRAFF-A2	Min	28831	2687	24561	1448	24819

SLU_ENV-T+V-A2	Min	28256	2519	22968	1369	23313
SLE-CAR	Min	24974	2162	19736	1148	19735
SLE-QP	Min	18581	291	2034	0	1
Sismica X	Max	15658	6660	38287	1556	11447
Sismica Y	Max	20978	2668	17184	5475	37625
Sismica Z	Max	19811	3753	25150	1859	14667
SLU-TRAFF-A1	Max	25595	3129	28573	1678	28766
SLU_ENV-T+V-A1	Max	25601	2586	23440	1423	23914
SLU-TRAFF-A2	Max	20811	2687	24561	1448	24819
SLU_ENV-T+V-A2	Max	20813	2519	22968	1369	23313
SLE-CAR	Max	18558	2162	19736	1148	19735
SLE-QP	Max	18581	291	2034	0	1

La risposta della palificata alle sollecitazioni calcolate al piano di posa della fondazione sono state ripartite sui pali, secondo la formulazione di Piglet precedentemente descritta.

### 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*).

### Dati di Input

#### Soil details:

	Symbols
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	85000 $G_{oa}$
Axial: Shear modulus gradient, $dG/dz$	3000 $G_{ma}$
Axial: Shear modulus below base, $G_b$	205000 $G_b$
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$	85000 $G_{ol}$
Lateral: Shear modulus gradient, $dG/dz$	3000 $G_{ml}$
Poisson's ratio (all loading modes)	0.33 $n$

#### 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	$E_{plf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral)	30000000	$E_{pl}$
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	-2.5	-4.5	42
2	1.5	1.5	-2.5	0	42
3	1.5	1.5	-2.5	4.5	42
4	1.5	1.5	2.5	-4.5	42
5	1.5	1.5	2.5	0	42
6	1.5	1.5	2.5	4.5	42

loading cases	V (w)	H (u)	M (q)	H (v)	M (q)
		x	x to z	y	y to z
1	22779	6660	1556	38287	11447
2	25401	2668	5475	17184	37625
3	26568	3753	1859	25150	14667
4	34898	3129	1678	28573	28766
5	33044	2586	1423	23440	23914
6	28831	2687	1448	24561	24819
7	28256	2519	1369	22968	23313
8	24974	2162	1148	19736	19735
9	18581	291	0	2034	1
10	15658	6660	1556	38287	11447
11	20978	2668	5475	17184	37625
12	19811	3753	1859	25150	14667
13	25595	3129	1678	28573	28766
14	25601	2586	1423	23440	23914
15	20811	2687	1448	24561	24819
16	20813	2519	1369	22968	23313
17	18558	2162	1148	19736	19735
18	18581	291	0	2034	1

### Dati di Output

#### Summary tables of results

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

Load Case No.	Vertical Load	Horizontal Load (x)	Horizontal Load (y)	Moment (x to z)	Moment (y to z)
1	22779	6660	1556	38287	11447
2	25401	2668	5475	17184	37625
3	26568	3753	1859	25150	14667
4	34898	3129	1678	28573	28766
5	33044	2586	1423	23440	23914
6	28831	2687	1448	24561	24819
7	28256	2519	1369	22968	23313
8	24974	2162	1148	19736	19735
9	18581	291	0	2034	1
10	15658	6660	1556	38287	11447
11	20978	2668	5475	17184	37625
12	19811	3753	1859	25150	14667
13	25595	3129	1678	28573	28766
14	25601	2586	1423	23440	23914
15	20811	2687	1448	24561	24819
16	20813	2519	1369	22968	23313
17	18558	2162	1148	19736	19735
18	18581	291	0	2034	1

Load Case No.	Vertical Deflection	Horizontal Defn (x)	Horizontal Defn (y)	Rotation (x to z)	Rotation (y to z)
1	0.0028	0.0024	0.0005	0.0003	0.0000
2	0.0031	0.0010	0.0019	0.0001	0.0001
3	0.0032	0.0014	0.0007	0.0002	0.0001
4	0.0042	0.0012	0.0007	0.0002	0.0001
5	0.0040	0.0010	0.0006	0.0002	0.0001
6	0.0035	0.0010	0.0006	0.0002	0.0001
7	0.0034	0.0010	0.0005	0.0002	0.0001
8	0.0030	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
9	0.0023	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.  
IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
87 di 229

10	0.0019	0.0024	0.0005	0.0003	0.0000
11	0.0025	0.0010	0.0019	0.0001	0.0001
12	0.0024	0.0014	0.0007	0.0002	0.0001
13	0.0031	0.0012	0.0007	0.0002	0.0001
14	0.0031	0.0010	0.0006	0.0002	0.0001
15	0.0025	0.0010	0.0006	0.0002	0.0001
16	0.0025	0.0010	0.0005	0.0002	0.0001
17	0.0023	0.0008	0.0005	0.0001	0.0001
18	0.0023	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

Pile forces and deflections at cap level:

Pile No.	Load Case No.	Axial	Lateral	Lateral	Moments	Moments
		Loads	Loads (x)	Loads (y)	(x to z)	(y to z)
1	1	380	1202	295	-929	-312
1	2	794	482	1039	-339	-1122
1	3	1918	678	353	-458	-363
1	4	2520	566	321	-243	-177
1	5	2827	467	272	-204	-155
1	6	1955	486	277	-208	-153
1	7	2050	455	262	-196	-146
1	8	1903	391	220	-168	-121
1	9	3137	52	0	-34	0
1	10	-879	1202	295	-929	-312
1	11	12	482	1039	-339	-1122
1	12	723	678	353	-458	-363
1	13	875	566	321	-243	-177
1	14	1510	467	272	-204	-155
1	15	537	486	277	-208	-153
1	16	734	455	262	-196	-146
1	17	768	391	220	-168	-121
1	18	3137	52	0	-34	0
2	1	542	927	187	-584	-189
2	2	2491	371	659	-199	-693
2	3	2108	522	223	-262	-216
2	4	3184	433	197	-77	-39
2	5	3256	358	167	-67	-38

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"

RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
88 di 229

2	6	2567	372	170	-66	-34
2	7	2589	349	161	-63	-34
2	8	2326	300	135	-54	-26
2	9	2575	40	0	-19	0
2	10	-500	927	187	-584	-189
2	11	1844	371	659	-199	-693
2	12	1120	522	223	-262	-216
2	13	1824	433	197	-77	-39
2	14	2168	358	167	-67	-38
2	15	1394	372	170	-66	-34
2	16	1501	349	161	-63	-34
2	17	1388	300	135	-54	-26
2	18	2575	40	0	-19	0
3	1	1833	1202	295	-929	-312
3	2	5628	482	1039	-339	-1122
3	3	3757	678	353	-458	-363
3	4	5804	566	321	-243	-177
3	5	5561	467	272	-204	-155
3	6	4788	486	277	-208	-153
3	7	4713	455	262	-196	-146
3	8	4155	391	220	-168	-121
3	9	3137	52	0	-34	0
3	10	573	1202	295	-929	-312
3	11	4845	482	1039	-339	-1122
3	12	2562	678	353	-458	-363
3	13	4159	566	321	-243	-177
3	14	4245	467	272	-204	-155
3	15	3370	486	277	-208	-153
3	16	3397	455	262	-196	-146
3	17	3020	391	220	-168	-121
3	18	3137	52	0	-34	0
4	1	6226	1202	295	-929	-312
4	2	3358	482	1039	-339	-1122
4	3	5642	678	353	-458	-363
4	4	6542	566	321	-243	-177
4	5	6129	467	272	-204	-155
4	6	5411	486	277	-208	-153
4	7	5283	455	262	-196	-146

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"

RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
89 di 229

4	8	4680	391	220	-168	-121
4	9	3436	52	0	-34	0
4	10	4966	1202	295	-929	-312
4	11	2576	482	1039	-339	-1122
4	12	4447	678	353	-458	-363
4	13	4896	566	321	-243	-177
4	14	4812	467	272	-204	-155
4	15	3993	486	277	-208	-153
4	16	3967	455	262	-196	-146
4	17	3545	391	220	-168	-121
4	18	3436	52	0	-34	0
5	1	6120	927	187	-584	-189
5	2	4938	371	659	-199	-693
5	3	5662	522	223	-262	-216
5	4	7022	433	197	-77	-39
5	5	6408	358	167	-67	-38
5	6	5865	372	170	-66	-34
5	7	5675	349	161	-63	-34
5	8	4977	300	135	-54	-26
5	9	2860	40	0	-19	0
5	10	5079	927	187	-584	-189
5	11	4291	371	659	-199	-693
5	12	4674	522	223	-262	-216
5	13	5662	433	197	-77	-39
5	14	5319	358	167	-67	-38
5	15	4692	372	170	-66	-34
5	16	4586	349	161	-63	-34
5	17	4039	300	135	-54	-26
5	18	2860	40	0	-19	0
6	1	7678	1202	295	-929	-312
6	2	8192	482	1039	-339	-1122
6	3	7481	678	353	-458	-363
6	4	9825	566	321	-243	-177
6	5	8863	467	272	-204	-155
6	6	8244	486	277	-208	-153
6	7	7946	455	262	-196	-146
6	8	6933	391	220	-168	-121
6	9	3436	52	0	-34	0

6	10	6419	1202	295	-929	-312
6	11	7409	482	1039	-339	-1122
6	12	6286	678	353	-458	-363
6	13	8180	566	321	-243	-177
6	14	7547	467	272	-204	-155
6	15	6826	486	277	-208	-153
6	16	6630	455	262	-196	-146
6	17	5798	391	220	-168	-121
6	18	3436	52	0	-34	0

### Riepilogo delle sollecitazioni

Massima azione trasmessa dal palo

	Pmin	Pmax	V	M
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	7678	-879	1237	3787
Sismica Y	8192	12	1145	3504
Sismica Z	7481	723	764	2338
SLU-TRAFF-A1	9825	875	650	1990
SLU_ENV-T+V-A1	8863	1510	541	1655
SLU-TRAFF-A2	8244	537	559	1711
SLU_ENV-T+V-A2	7946	734	525	1607
SLE-CAR	6933	768	448	1372
SLE-QP	3436	2575	52	161

Momenti e tagli agenti sulla platea

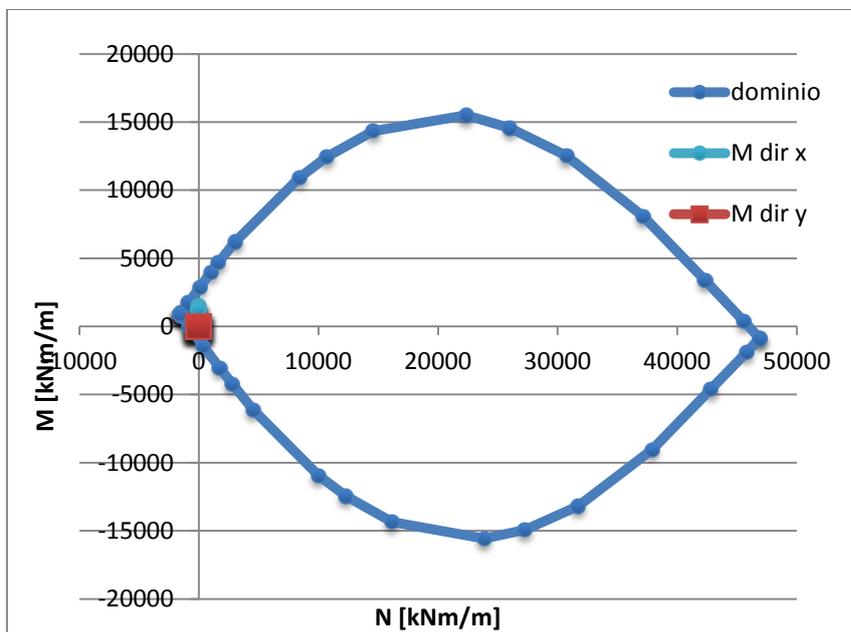
	M dir x	M dir y	T dir x	T dir y
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
Sismica X	1238	0	1831	0
Sismica Y	1229	0	1818	0
Sismica Z	1189	0	1760	0
SLU-TRAFF-A1	1536	0	2278	0
SLU_ENV-T+V-A1	1388	0	2067	0
SLU-TRAFF-A2	1290	0	-	-
SLU_ENV-T+V-A2	1244	0	-	-
SLE-CAR	1085	0	-	-
SLE-QP	553	0	-	-

### 6.2.2.2 Verifiche SLU – Flessione

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

Armatura Inferiore: 3 strati di  $\Phi 16 / 20$  (in entrambe le direzioni)

Armature Superiore:  $\Phi 16 / 20$  (in entrambe le direzioni)



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

### 6.2.2.3 Verifiche SLU – Taglio

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

Spille  $\Phi$  30 / 50x50

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>2278</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1000</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>2500</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>7.0</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>20</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>40</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>2</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>30</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>500</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	2450
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	2,199
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00090
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.28571

24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.255
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min}+0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.255
26	Coefficiente di riduzione	$v$	$(cot\alpha+cot\theta)/(1+cotg^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.255
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c}Bd$	kN	<b>625</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	$V_{Rd,max}$	$0,9V_{Rd,max}Bd$	kN	<b>9,188</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	4.033
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,max}$		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm <sup>2</sup>	1,414
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(cot\alpha+cot\theta)sen\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/S_w$	kN	<b>2,440</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.071
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

6.2.2.4 Verifiche SLU – Fessurazione

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Verifica allo stato limite di apertura delle fessure

TIPO COMBINAZIONE:

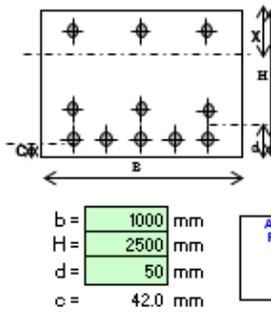
CONDIZIONI AMBIENTE:

SENSIBILITA' ARMATURA:

TIPO ARMATURA:

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

SEZIONE RETTANGOLARE



ACCIAIO  
FeB44K

- $F_{tk} = 30$  N/mm<sup>2</sup> Resistenza caratteristica
- $f_{tk} = 2.61$  N/mm<sup>2</sup> // a traz. semplice
- $f_{tk} = 3.13$  N/mm<sup>2</sup> // a traz. per flessione
- $E_s = 210000$  N/mm<sup>2</sup> Modulo elastico
- $n = 15$  Coeff. omogenizzazione
- $N_{s,eff} = 5$  Numero barre tese
- $s = 200$  mm Interasse barre
- $\phi = 16$  mm Diametro barre
- $A_s = 1005$  mm<sup>2</sup> Area armatura tesa
- $\sigma_s = 82.87$  N/mm<sup>2</sup> Tensione di lavoro acciaio

$b_{eff} = 1000$  mm Larghezza efficace  $x = 246.1$  mm  
 $h_{eff} = c + 7.5 \phi = 162$  mm Altezza efficace  $\leq (h-x)/2$   $(h-x)/2 = 1127.0$  mm  
 $A_{c,eff} = b_{eff} \cdot h_{eff} = 162000$  mm<sup>2</sup> Area efficace  
 $\rho = A_s / A_{c,eff} = 0.0062$

$k_2 = 0.4$  (0.4 = barre aderenza migliorata; 0.8 = barre lisce)  
 $k_3 = 0.125$   (0.125 = presso-flessione; 0.250 = trazione pura)

$S_{sm} = \left[ c + \frac{s}{10} \right] + k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{\phi}{\rho} = 252.9$  mm Distanza media fra le fessure in corrispondenza del livello baricentrico dell'armatura all'interno dell'area efficace

$\beta_1 = 1.0$  (1.0 = barre aderenza migliorata; 0.5 = barre lisce)  
 $\beta_2 = 0.5$   (1.0 = breve durata; 0.5 = lunga durata / ripetute)

$M_{1fess} = 3312.9$  kNm Momento di prima fessurazione  
 $\sigma_{sr} = 1390.0$  N/mm<sup>2</sup> Tensione nell'acciaio, nella sezione fessurata, al raggiungimento della resistenza a trazione  $f_{tk}$  nella fibra di cls più sollecitata

$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E} \left[ 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] = -5.51E-02$   
 $\beta_1 = 1.7$   $\epsilon_{sm} \geq 0.4 \frac{\sigma_s}{E} = 1.58E-04$

$w_k = \beta_0 \cdot S_{sm} \cdot \epsilon_{sm} = 0.068$  mm Valore caratteristico di apertura delle fessure

### 6.2.2.5 Verifiche SLE – Tensionale

#### Quasi Permanente

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	235
3	10.05	240
4	10.05	245

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

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

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

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

Materiali  
 C32/40  
 E<sub>su</sub>  ‰ E<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² E<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Verifica  
 N° iterazioni:   
 Precompresso

$$\sigma_c = 1.11 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

The screenshot shows a software interface with the following sections:

- Menu:** File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008
- Titolo:** [Empty field]
- Parameters:**
  - N° figure elementari: 1
  - N° strati barre: 4
- Tables:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	235
3	10.05	240
4	10.05	245
- Caratteristiche:**
  - Tipologia:  Rettan.re,  Trapezi,  a T,  Circolare,  Rettangoli,  Coord.
  - Metodo di calcolo:  S.L.U.+ ,  S.L.U.- ,  Metodo n
- Carichi (S.L.U.):**
  - Metodo n
  - N<sub>Ed</sub>: 0 kN
  - M<sub>xEd</sub>: 0 kNm
  - M<sub>yEd</sub>: 1 kNm
- Materiali:**
  - C32/40
  - ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰, ε<sub>c2</sub>: 2 ‰
  - f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm², ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰
  - E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm², f<sub>cd</sub>: 18.13
  - E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8
  - ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰, σ<sub>c,adm</sub>: 12.25
  - σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm², τ<sub>co</sub>: 0.7333, τ<sub>c1</sub>: 2.114
- P.to applicazione N:**
  - Centro,  Baricentro cls
  - Coord.[cm]: xN=0, yN=0
- Diagramma:** A schematic diagram of a rectangular pile section with a vertical axis N and a horizontal axis G.
- Results:**
  - σ<sub>c</sub>: -2.185 N/mm²
  - σ<sub>s</sub>: 162.6 N/mm²
  - ε<sub>s</sub>: 0.8129 ‰
  - d: 245 cm
  - x: 41.11, x/d: 0.1678
  - δ: 0.7
- Verifica:**
  - N° iterazioni: 5
  - Precompresso

$$\sigma_c = 2.185 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 162.6 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### 6.2.3 Pali

#### 6.2.3.1 Stato di sollecitazione

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

<b>Pmax</b>	<b>Pmin</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	7678	1237	3787
Sismica Y	8192	1145	3504
Sismica Z	7481	764	2338
SLU-TRAFF-A1	9825	650	1990
SLU_ENV-T+V-A1	8863	541	1655
SLU-TRAFF-A2	8244	559	1711
SLU_ENV-T+V-A2	7946	525	1607
SLE-CAR	6933	448	1372
SLE-QP	3436	52	161

<b>Pmin</b>	<b>Pmax</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	-879	1237	3787
Sismica Y	12	1145	3504
Sismica Z	723	764	2338
SLU-TRAFF-A1	875	650	1990
SLU_ENV-T+V-A1	1510	541	1655
SLU-TRAFF-A2	537	559	1711
SLU_ENV-T+V-A2	734	525	1607
SLE-CAR	768	448	1372
SLE-QP	2575	52	161

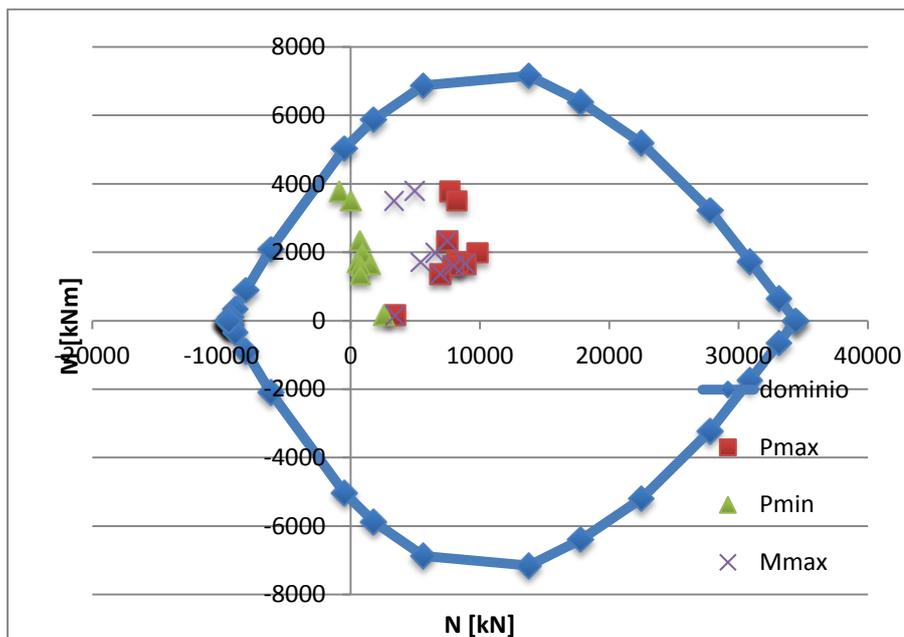
<b>Mmax</b>	<b>P</b>	<b>Vmax</b>	<b>Mmax</b>
	[kN]	[kN]	[kNm]
Sismica X	4966	1237	3787
Sismica Y	3358	1145	3504
Sismica Z	7481	764	2338
SLU-TRAFF-A1	6542	650	1990

SLU_ENV-T+V-A1	8863	541	1655
SLU_TRAFF-A2	5411	559	1711
SLU_ENV-T+V-A2	7946	525	1607
SLE-CAR	6933	448	1372
SLE-QP	3436	52	161

### 6.2.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Nei pali è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura principale 30  $\Phi$  32



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

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 99 di 229

### 6.2.3.3 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  $b_e = 0.9 * D$

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

D = diametro

d = altezza utile

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN/m	<b>1237</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	<b>-879</b>
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1350</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>1117</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>30</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>32</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>60</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>4</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>16</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	-0.58

20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	1041
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	24,127
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01717
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.43840
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.302
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.214
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.517
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>V_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>726</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9V_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>5,268</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	4.259
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm <sup>2</sup>	804
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta)\text{sena}$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rd,s}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/S_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>1,474</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.191
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### 6.2.3.4 Verifiche SLE – Fessurazione

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

### 6.2.3.5 Verifiche SLE – Tensionale

#### Quasi Permanente

The screenshot shows a software interface for structural analysis. The main window displays the following data:

- Sezione circolare cava:**
  - Raggio esterno: 75 [cm]
  - Raggio interno: 0 [cm]
  - N° barre uguali: 30
  - Diametro barre: 3.2 [cm]
  - Copriferro (baric.): 9 [cm]
- Sollecitazioni:**
  - S.L.U. Metodo n
  - N<sub>Ed</sub>: 0, 3436 kN
  - M<sub>xEd</sub>: 0, 161 kNm
  - M<sub>yEd</sub>: 0, 0
- Materiali:**
  - B450C, C25/30
  - ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰, ε<sub>c2</sub>: 2 ‰
  - f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup>, ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰
  - E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>cd</sub>: 14.17
  - E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8
  - ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰, σ<sub>c,adm</sub>: 9.75
  - σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm<sup>2</sup>, τ<sub>co</sub>: 0.6
  - τ<sub>c1</sub>: 1.829
- Calcolo:**
  - σ<sub>c</sub>: -1.987 N/mm<sup>2</sup>
  - ε<sub>s</sub>: -0.09685 ‰
- Altri parametri:**
  - Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.
  - P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm]
  - Metodo di calcolo: S.L.U.+ (selezionato), S.L.U.-, Metodo n
  - Vertici: 52
  - N° iterazioni: 0
  - Precompresso:

$$\sigma_c = 1.98 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### Caratteristica

The screenshot shows a software interface for pile design. The main window is titled 'Linea AV/AC VERONA – PADOVA' and '1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO'. The software is set to 'Normativa: NTC 2008'.

**Sezione circolare cava:**

- Raggio esterno: 75 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 30
- Diametro barre: 3.2 [cm]
- Copriferro (baric.): 9 [cm]

**Tipologia di sezione:**

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Carichi e Sollecitazioni:**

- N<sub>Ed</sub>: 0
- M<sub>xEd</sub>: 0
- M<sub>yEd</sub>: 0
- Metodo n: 768 kN
- Metodo n: 1372 kNm
- Metodo n: 0

**Materiali:**

- B450C:  $\epsilon_{su} = 67.5$  ‰,  $f_{yd} = 391.3$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s = 200,000$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon_{syd} = 1.957$  ‰,  $\sigma_{s,adm} = 255$  N/mm<sup>2</sup>
- C25/30:  $\epsilon_{c2} = 2$  ‰,  $\epsilon_{cu} = 3.5$  ‰,  $f_{cd} = 14.17$ ,  $f_{cc} / f_{cd} = 0.8$ ,  $\sigma_{c,adm} = 9.75$ ,  $\tau_{co} = 0.6$ ,  $\tau_{c1} = 1.829$

**Calcoli e Risultati:**

- $\sigma_c = -5.098$  N/mm<sup>2</sup>
- $\sigma_s = 110.6$  N/mm<sup>2</sup>
- $\epsilon_s = 0.553$  ‰
- d = 141 cm
- x = 57.64, x/d = 0.4088
- $\delta = 0.951$

**Metodo di calcolo:**

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

**Altri parametri:**

- Vertici: 52
- N° iterazioni: 4
- Precompresso:

$$\sigma_c = 5.1 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 110.6 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

#### 6.2.3.6 Verifiche portanza palo

Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a  $N = 9826$  kN, ma la sollecitazione più gravosa per l'interazione palo-terreno corrisponde a  $N = 8245$  kN.

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 42.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale IN0D00DI2RBVI0600001B.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 103 di 229

## 6.3 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.

### 6.3.1 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);
  - 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;

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 104 di 229

- 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  $y_t$ , peso volume  $\rho_s$ , angolo di attrito  $\varphi$ , coesione efficace  $c$  e coesione non drenata  $c_u$ , alla quota  $y_t$ .  
Vengono poi forniti: la pendenza del piano di campagna a monte (Ground slope), l'angolo di attrito terra-muro (Soil-wall friction) come percentuale rispetto a  $\varphi$ , la quota della falda a monte e a valle per la verifica in presenza o meno di acqua (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  $337 \text{ MPa} < 0.75 f_{yk}$ , che è stata ridotta a  $160 \text{ MPa}$  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  $1 \text{ m}$ ;
  - Il copriferro  $c$ ;
  - Il numero  $n_a$ , il diametro  $\varnothing_a$  e la distanza  $d$  dal lembo teso delle armature a flessione;

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 105 di 229

- 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:
  - $\gamma_{GS}$  il fattore per i carichi permanenti stabilizzanti (es. peso muro e terreno);
  - $\gamma_{GR}$  il fattore per i carichi permanenti ribaltanti (es. spinte di terra e di falda);
  - $\gamma_{QS}$  il fattore per i carichi accidentali stabilizzanti (es. sovraccarico sul muro);
  - $\gamma_{QR}$  il fattore per i carichi accidentali ribaltanti (es. spinte del sovraccarico);
  - $\psi_Q$  il fattore di contemporaneità dei carichi accidentali, da associare sempre a  $\gamma_{QS}$  e  $\gamma_{QR}$ ;
  - $\gamma_E$  il fattore moltiplicatore per le azioni sismiche;
  - $\gamma_{\tan\phi}$  il coefficiente di sicurezza sulla tangente dell'angolo di attrito del terreno;
  - $\gamma_c$  il coefficiente di sicurezza sulla coesione efficace;
  - $\gamma_\gamma$  il coefficiente di sicurezza sul peso volume;
  - $\gamma_{cu}$  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;
- Il fattore  $\gamma_E$ , ove presente, è posto pari a 1, avendo già inserito il fattore di importanza all'interno dell'accelerazione di base;
- La combinazione sismica non prevede in alcun caso la presenza di carichi accidentali ( $\psi_Q = 0$ );
- 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;

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 106 di 229

- 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) ULV SEIS – Combinazione sismica con fattori di carico 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 ( $\psi_Q = 0$ ).

### 6.3.2 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  $\lambda$  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).

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 107 di 229

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  $B \times H_{rid}$ ;
- I coefficienti di sicurezza al ribaltamento  $\eta_r$  e allo scorrimento  $\eta_s$ ;
- Il coefficiente di sicurezza  $\eta_T$  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 ( $\eta_T > 1$ ).

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 coefficiente 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  $\sigma$  nell'acciaio teso.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 108 di 229

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:

Inclinazione del terreno a monte  $\varepsilon = 0^\circ$

Inclinazione del paramento contro terra  $\beta = 0^\circ$

Attrito terra-muro  $\delta = 0$

Coefficiente sismico  $k_h = a_g / r = 0.286$  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

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 109 di 229

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 5,0 m) 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.

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.

### 6.3.3 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 a  $\psi_Q = 0.2$ ;
- 7) SLS RARA – tutti fattori unitari e  $\psi_Q = 1$ ;

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 110 di 229

8) SLS QUASIP – tutti fattori unitari e  $\psi_A = 0.0$ ;

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  $\gamma$  e  $\psi$ , propri della combinazione in esame; in condizioni sismiche si tiene conto del fattore  $(1-k_v)$  per i carichi stabilizzanti e del fattore  $(1+k_v)$  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".

#### 6.3.4 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.

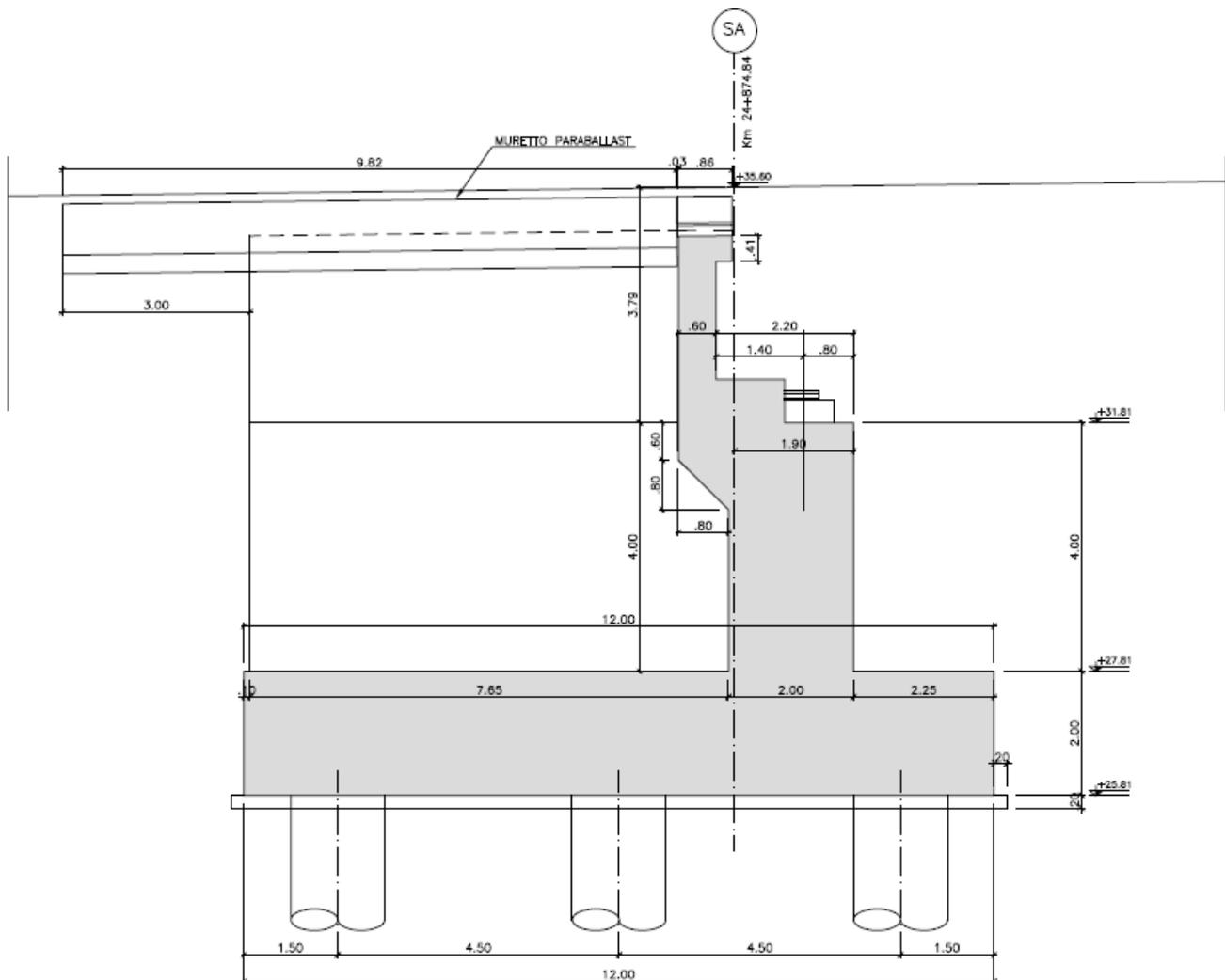
Nelle verifiche delle sezioni 1 e 2 della fondazione lo sforzo normale è assunto sempre pari a 0.

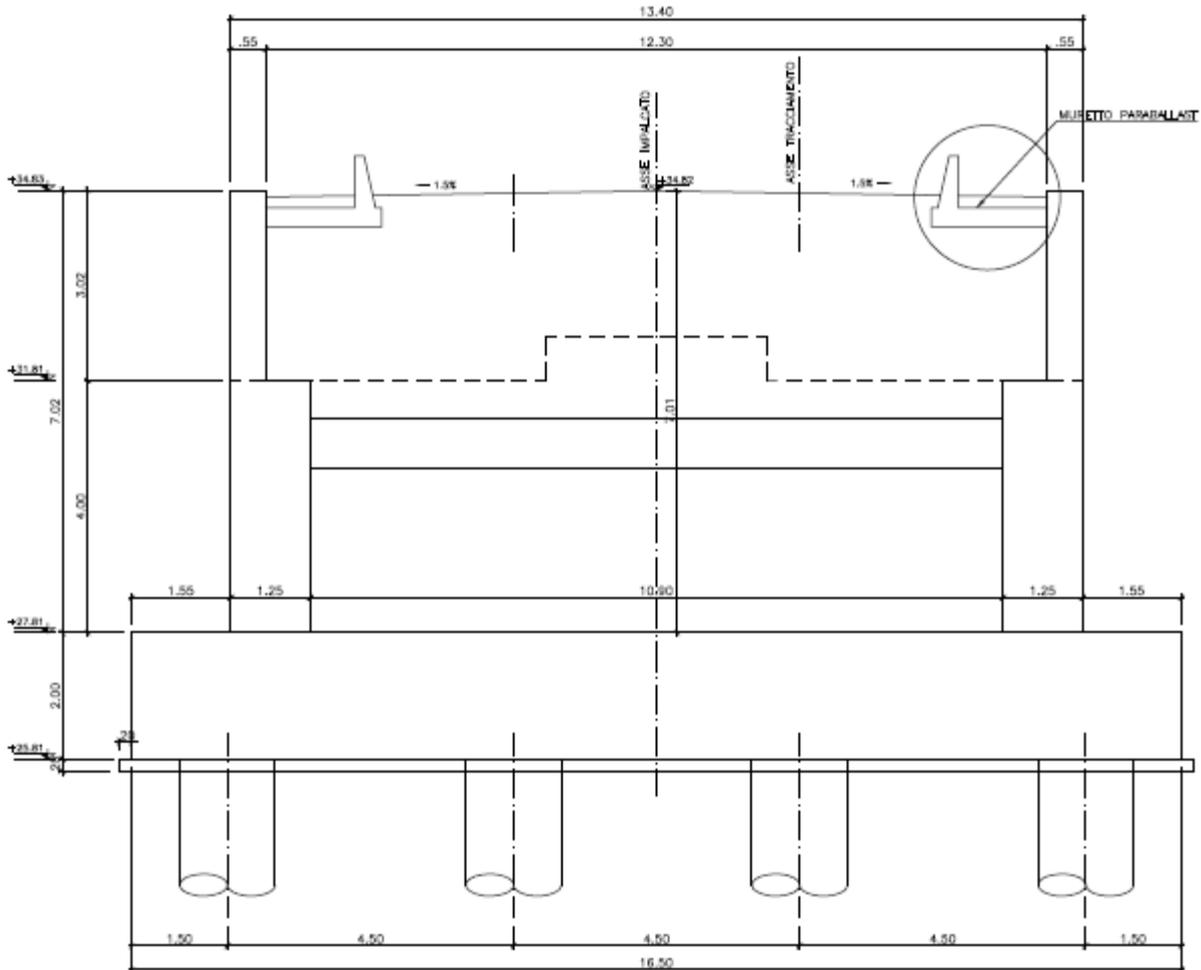
Per le verifiche SLS si sono calcolate le tensioni nell'acciaio nella condizione caratteristica (SLS RARE), limitando tali tensioni ad un valore inferiore a  $0.8f_{yk}$  secondo quanto previsto dalla EN 1992-1-1 par. 7.2.

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.

**6.3.5 SPALLA A**





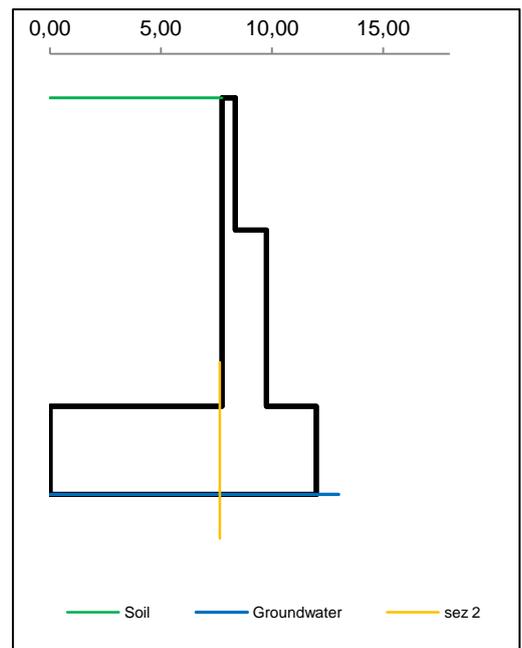
### 6.3.5.1 Muro frontale

#### 6.3.5.1.1 Dati di Input

WALL H = **7.00 m (Piles) SUMMARY OF DATA**

#### Geometric data

$y_m$	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	7.75	8.35
3.00	7.75	8.35
3.00	7.75	9.75
7.00	7.75	9.75
7.00	0.00	12.00
9.00	0.00	12.00
Foundation Height		<b>7.00</b>
Global Height		<b>9.00</b>
Wall inclination (°)		
Wall extension		<b>13.40</b>



#### General data

Wall unit weight	kN/m <sup>3</sup>	<b>25.00</b>
Dead load 1	kN/m <sup>2</sup>	<b>0.00</b>
Dead load 2 (ballast)	kN/m <sup>2</sup>	<b>14.40</b>
Live load	kN/m <sup>2</sup>	<b>40.00</b>
Ground acceleration	g	<b>0.285</b>
Coefficient S		<b>1.00</b>
Decrease factor 1/r		<b>1.00</b>

#### Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	<b>25</b>
Concrete safety factor		<b>1.5</b>
Steel Characteristic Strength	Mpa	<b>450</b>
Steel safety factor		<b>1.15</b>
Concrete Design strength	Mpa	<b>14.17</b>

#### Foundation on piles

L = **16.50 m**

n	∅	x
<b>4</b>	<b>1500</b>	<b>1.50</b>
<b>4</b>	<b>1500</b>	<b>6.00</b>
<b>4</b>	<b>1500</b>	<b>10.50</b>

#### Pile Characteristics

n	12.00	-
$x_g$	6.00	m
$J_g$	162.00	m <sup>2</sup>

Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	337.5

$W_{min}$	-36.00	m
$W_{max}$	36.00	m

### Soil characteristics

Soil layer	$y_t$	ps	$\varphi'$	$c'$	$c_u$
	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	7.00	20.00	38.00	0.00	0.00
2	7.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	9.00	20.00	38.00	0.00	0.00
3	9.00	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%	% $\varphi$
Groundwater upstream				9.00	m
Groundwater downstream				9.00	m
NO Groundwater					

### Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force 1			295.5	8.95	F
Dead force 2 (ballast)			135.2	8.95	F
Live force	133.01	3.00	268.7	8.95	S
ΔSeismic force	276.11	3.00			

### Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
	H	B	c
<b>Geometric data</b>			
Dimensions and concrete cover	2000	1000	40
<b>Bending reinforcement</b>	$n_a$	$\phi_a$	d
Rear reinforcement (soil side)	7	26	73
B side (layer 2)	0	0	123
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1927
<b>Shear reinforcement</b>	$\phi_s$	$s_x$	$s_y$
Ties	20	500	500

### Characteristics of RC sections

Section	Section 2		
<b>Geometric data</b>	<b>H</b>	<b>B</b>	<b>c</b>
Dimensions and concrete cover	2000	1000	50
<b>Bending reinforcement</b>	<b>n<sub>a</sub></b>	<b>φ<sub>a</sub></b>	<b>d</b>
Bottom reinforcement (soil side)	5	26	83
B side (layer 2)			
B side (layer 3)			1867
Upper reinforcement	10	26	1917
<b>Shear reinforcement</b>	<b>φ<sub>s</sub></b>	<b>s<sub>x</sub></b>	<b>s<sub>y</sub></b>
Ties	20	500	500

### Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors							
			γ <sub>GS</sub>	γ <sub>GR1</sub>	γ <sub>GR2</sub>	γ <sub>QS</sub>	γ <sub>QR</sub>	ψ <sub>Q</sub>	γ <sub>E</sub>	
ULS EQU	EQU	M2	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00	
ULS1 STR	A1	M1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00	
ULS2 STR	A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	
ULS3 GEO	A2	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	
ULS4 GEO	A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	
ULS SEISM	SEIS	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	
SLS RARE	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	
SLS QUASIP	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

### Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Soil parameter coefficients			
			γ <sub>tanφ</sub>	γ <sub>c</sub>	γ <sub>γ</sub>	γ <sub>cu</sub>
ULS EQU	EQU	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
ULS1 STR	A1	M1	1.00	1.00	1.00	1.00
ULS2 STR	A1	M1	1.00	1.00	1.00	1.00
ULS3 GEO	A2	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
ULS4 GEO	A2	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
ULS SEISM	SEIS	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
SLS RARE	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
SLS QUASIP	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00

### 6.3.5.1.2 Risultati

WALL H = 7.00 m (Piles) SUMMARY OF RESULTS

#### Stress on foundation

Combinations	Load	Soil	N	T	M	M <sub>G</sub>
			kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m
ULS EQU	EQU	M2				
ULS1 STR	A1	M1	2985	881	4223	4223
ULS2 STR	A1	M1	4214	881	2991	2991
ULS3 GEO	A2	M2	2808	819	3726	3726
ULS4 GEO	A2	M2	3196	819	2903	2903
ULS SEISM	SEIS	M2	2181	1509	5829	5829
SLS RARE	(1)	(1)	3051	632	2083	2083
SLS QUASIP	(1)	(1)	2472	361	528	528

#### Stress on piles -Piglet

Combinations	Load	Soil	N <sub>pmax</sub>	N <sub>pmin</sub>	T <sub>p</sub>	M <sub>p</sub>
			kN	kN	kN	kNm
ULS EQU	EQU	M2				
ULS1 STR	A1	M1	6516	1317	1317	4029
ULS2 STR	A1	M1	7886	3020	1314	4021
ULS3 GEO	A2	M2	6046	1334	1224	3746
ULS4 GEO	A2	M2	6297	1998	1222	3740
ULS SEISM	SEIS	M2	6303	-383	2253	6894
SLS RARE	(1)	(1)	5681	2195	943	2886
SLS QUASIP	(1)	(1)	4127	1797	537	1644

#### Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N <sub>s</sub>	T <sub>s</sub>	U <sub>Ts</sub>	M <sub>s</sub>	U <sub>M<sub>s</sub>/σ</sub>	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	1133	661	0.79	2260	0.613	OK
ULS2 STR	A1	M1	1322	661	0.79	2270	0.589	OK
ULS3 GEO	A2	M2	1012	608	0.73	2066	0.577	OK
ULS4 GEO	A2	M2	1012	608	0.73	2066	0.577	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	641	794	0.95	2562	0.787	OK
SLS RARE	(1)	(1)	944	468		1592	129	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	676	227		630	13	OK

#### Section 2 Check (up side)

Combinations	Load	Soil	T <sub>2</sub>	U <sub>T2</sub>	M <sub>2</sub>	U <sub>M<sub>2</sub>/σ</sub>	CHECK
			kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	

ULS1	STR	A1	M1		329.60	0.395	-1970.91	0.519	OK
ULS2	STR	A1	M1		491.90	0.590	-2249.29	0.593	OK
ULS3	GEO	A2	M2		324.83	0.390	-1857.82	0.490	OK
ULS4	GEO	A2	M2		428.23	0.514	-2055.79	0.542	OK
ULS	SEISM	SEIS	M2		638.93	0.766	-3569.45	0.941	OK
SLS	RARE	(1)	(1)		355.05		-1606.25	175	OK
SLS	QUASIP	(1)	(1)		218.07		-781.50	85	OK

### EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

#### Horizontal pressure coefficient (M1)

y	$\phi^\circ$	$\delta^\circ$	$\beta^\circ$	$\varepsilon^\circ$	$\theta^\circ$	W	$K_{ah}'$	$K_{ah}$
0.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
7.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
7.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
9.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
9.00	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
9.00	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307

#### Horizontal pressure coefficient (M2)

y	$\phi^\circ$	$\delta^\circ$	$\beta^\circ$	$\varepsilon^\circ$	$\theta^\circ$	W	$K_{ah}'$	$K_{ah}$
0.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
7.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
7.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
9.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
9.00	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382
9.00	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382

### 6.3.5.1.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 7.00 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

#### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
	0.00							
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	45.00	-177.75	465.00	-3778.13
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.01
1.0	7.00	7.75	9.75	20.0	200.00	-650.00	620.00	-5037.49
1.0	7.00	0.00	12.00	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.01
1.0	9.00	0.00	12.00	20.0	600.00	-3600.00	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
<b>Total</b>					845.00	-4427.76	1085.00	-8815.63

#### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	12.83	96.19	132.53	993.94
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	7.00	7.75	9.75	20.0	57.00	228.00	176.70	706.80
1.0	7.00	0.00	12.00	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.00	0.00	12.00	20.0	171.00	171.00	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
<b>Total</b>					240.83	495.19	309.23	1700.74

#### Soil Horizontal pressure (M1)

K <sub>ah</sub>	K <sub>av</sub> /K <sub>ah</sub>	γ <sub>t</sub>	y	p <sub>v</sub>	p <sub>h</sub>	S <sub>h</sub>	M <sub>rib</sub>	S <sub>v</sub>
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	7.00	140.00	53.81	188.33	816.08	0.00
0.384	0.000	20.00	7.00	140.00	53.81	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	9.00	180.00	69.18	122.99	117.87	0.00
0.470	0.000	9.00	9.00	180.00	84.61	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	9.00	180.00	84.61	0.00	0.00	0.00

<b>Total</b>		311.31	933.95	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			
0.384	0.000		7.00	40.00	15.37	107.61	591.88	0.00
0.384	0.000		7.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		9.00	40.00	15.37	30.75	30.75	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
<b>Total</b>						138.36	622.63	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	7.00	140.00	65.80	230.29	997.93	0.00
0.470	0.000	20.00	7.00	140.00	65.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	9.00	180.00	84.60	150.40	144.13	0.00
0.553	0.000	9.00	9.00	180.00	99.52	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	9.00	180.00	99.52	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						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		7.00	40.00	18.80	131.60	723.78	0.00
0.470	0.000		7.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		9.00	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		9.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		9.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						169.19	761.38	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	y	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	7.00	140.00	79.08	276.78	1199.37	0.00
0.565	0.000	20.00	7.00	140.00	79.08	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	9.00	180.00	101.67	180.75	173.22	0.00
0.687	0.000	9.00	9.00	180.00	123.58	0.00	0.00	0.00

0.687	0.000	9.00	9.00	180.00	123.58	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						457.53	1372.59	0.00

Vertical load						
	y	D	B	load	P <sub>Q</sub>	M <sub>stab</sub>
Dead load	0.00	0.00	7.75	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	7.75	40.00	310.00	-2518.75

**WALL H = 7.00 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)**

### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	45.00	-76.50	0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	7.00	7.75	9.75	20.0	200.00	-200.00	0.00	0.00
0.0	7.00	0.00	12.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	9.00	0.00	12.00	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
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>					245.00	-276.50	0.00	0.00

### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	12.83	70.54	0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	7.00	7.75	9.75	20.0	57.00	114.00	0.00	0.00
0.0	7.00	0.00	12.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	9.00	0.00	12.00	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
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>					69.82	184.54	0.00	0.00

### Soil Horizontal pressure (M1)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	7.00	140.00	53.81	188.33	439.43	0.00
0.384	0.000	20.00	7.00	140.00	53.81	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	7.00	140.00	53.81	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	9.00	158.00	74.27	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	9.00	158.00	74.27	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						188.33	439.43	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			
0.384	0.000		7.00	40.00	15.37	107.61	376.65	0.00
0.384	0.000		7.00	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		7.00	40.00	15.37	0.00	0.00	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
<b>Total</b>						107.61	376.65	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	7.00	140.00	65.80	230.29	537.35	0.00
0.470	0.000	20.00	7.00	140.00	65.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	7.00	140.00	65.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	9.00	158.00	87.35	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	9.00	158.00	87.35	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						230.29	537.35	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		7.00	40.00	18.80	131.60	460.58	0.00
0.470	0.000		7.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		7.00	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		9.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		9.00	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						131.60	460.58	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	y	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	7.00	140.00	79.08			
0.565	0.000	20.00	7.00	140.00	79.08	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	7.00	140.00	79.08	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	9.00	158.00	108.48	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	9.00	158.00	108.48	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						276.78	645.81	0.00

### Vertical load

	y	D	B	load	$P_Q$	$M_{stab}$
Dead load	0.00	7.75	7.75	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	7.75	7.75	40.00	0.00	0.00

### 6.3.5.1.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\Psi_Q$	N	M <sub>stab</sub>	T	M <sub>rib</sub>
Wall Weight	1.00	1.000	845.00	-4427.76		
Soil Weight	1.00	1.000	1085.00	-8815.63		
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	167.40	-1360.13		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	420.28	1260.83
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	67.24	302.60
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	200.62	902.81
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-618.63	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-1188.19	192.86	1157.19
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>2985.3</b>	<b>-17311.5</b>	<b>881.0</b>	<b>3623.4</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\Psi_Q$	N	M <sub>stab</sub>	T	M <sub>rib</sub>
Wall Weight	1.00	1.000	245.00	-276.50		
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			254.24	593.23
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			58.11	203.39
Live load Pressure	1.45	1.000			156.04	546.15
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00

Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-162.26	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-311.66	192.86	771.46
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>1132.9</b>	<b>-986.8</b>	<b>661.26</b>	<b>2114.2</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2985.25 kN	1133 kN
Shear force	<b>T</b>	881.01 kN	661 kN
Bending moment	<b>M</b>	4223.49 kNm	2260 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-1971 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		330 kNm

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.35	1.000	1140.75	-5977.47		
Soil Weight	1.35	1.000	1464.75	-11901.10		
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	167.40	-1360.13		
Live load Weight	1.45	1.000	449.50	-3652.19		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	420.28	1260.83
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	67.24	302.60
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	200.62	902.81
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	398.86	-1216.52	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-618.63	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-1188.19	192.86	1157.19
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
<b>Total</b>		4213.7	-25914.2	881.0	3623.4

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.35	1.000	330.75	-373.27		
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		
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			254.24	593.23
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			58.11	203.39
Live load Pressure	1.45	1.000			156.04	546.15
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	398.86	-319.09	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-162.26	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-311.66	192.86	771.46
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			1322.0	-1166.3	661.26	2114.2

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4213.66 kN	1322.01 kN
Shear force	T	881.01 kN	661.26 kN
Bending moment	M	2991.17 kNm	2269.95 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-2249 kN
Shear - section 2	$T_2$		492 kNm

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	845.00	-4427.76		
Soil Weight	1.00	1.000	1085.00	-8815.63		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	380.69	1142.06
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	60.91	274.10
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	211.49	951.72
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-1024.30	166.26	997.58
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>2808.1</b>	<b>-16488.0</b>	<b>819.4</b>	<b>3365.5</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	245.00	-276.50		
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			230.29	537.35
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			47.37	165.81
Live load Pressure	1.25	1.000			164.49	575.73
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-268.67	166.26	665.05
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>1011.5</b>	<b>-889.7</b>	<b>608.42</b>	<b>1943.9</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2808.11 kN	1011.51 kN
Shear force	<b>T</b>	819.35 kN	608.42 kN
Bending moment	<b>M</b>	3726.13 kNm	2065.74 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-1858 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		325 kNm

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\theta}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	845.00	-4427.76		
Soil Weight	1.00	1.000	1085.00	-8815.63		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	1.25	1.000	387.50	-3148.44		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	380.69	1142.06
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	60.91	274.10
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	211.49	951.72
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-1024.30	166.26	997.58
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00

<b>Total</b>	3195.6	-19636.4	819.4	3365.5
--------------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	245.00	-276.50		
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			230.29	537.35
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			47.37	165.81
Live load Pressure	1.25	1.000			164.49	575.73
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-268.67	166.26	665.05
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			1011.5	-889.7	608.42	1943.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3195.6 kN	1011.5 kN
Shear force	<b>T</b>	819.4 kN	608.4 kN
Bending moment	<b>M</b>	2902.7 kNm	2065.7 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-2056 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		428 kNm

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\phi}$
SEIS	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	724.59	-3796.80		
Soil Weight	1.00	0.858	930.39	-7559.40		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.858	95.70	-777.54		
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	522.73	1568.18
Dead 2 Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	83.64	376.36
Live load Pressure	0.20	1.143	0.00	0.00	46.46	209.09
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	253.35	-772.71	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.858	115.95	-353.65	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	61.39	-187.24	30.39	182.36
Seismic Force	1.00				276.11	1656.66
Wall Inertia	1.00				240.83	495.19
Soil Inertia	1.00				309.23	1700.74
<b>Total</b>			<b>2181.4</b>	<b>-13447.4</b>	<b>1509.4</b>	<b>6188.6</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	210.09	-237.10		
Soil Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.858				
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143			316.22	737.84
Dead 2 Pressure	1.00	1.143			65.05	227.68
Live load Pressure	0.20	1.143			36.14	126.49
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	253.35	-202.68	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	0.858	115.95	-92.76	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	61.39	-49.11	30.39	121.57
Seismic Force	1.00				276.11	1104.44
Wall Inertia	1.00				69.82	184.54
Soil Inertia	1.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>640.8</b>	<b>-581.7</b>	<b>793.73</b>	<b>2502.6</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2181.36 kN	640.78 kN
Shear force	<b>T</b>	1509.38 kN	793.73 kN
Bending moment	<b>M</b>	5829.43 kNm	2561.68 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-3569 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		639 kNm

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	845.00	-4427.76		
Soil Weight	1.00	1.000	1085.00	-8815.63		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	1.00	1.000	310.00	-2518.75		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	311.31	933.95
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	49.81	224.15
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	138.36	622.63
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	268.67	-819.44	133.01	798.06
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	3050.9	-18801.9	632.5	2578.8
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	245.00	-276.50		
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	1.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			188.33	439.43
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			38.74	135.59
Live load Pressure	1.00	1.000			107.61	376.65
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	268.67	-214.94	133.01	532.04
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>944.3</b>	<b>-836.0</b>	<b>467.69</b>	<b>1483.7</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3050.94 kN	944.34 kN
Shear force	<b>T</b>	632.50 kN	467.69 kN
Bending moment	<b>M</b>	2082.56 kNm	1592.08 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-1606 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		355 kNm

WALL H = 7.00 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	845.00	-4427.76		
Soil Weight	1.00	1.000	1085.00	-8815.63		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	311.31	933.95
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	49.81	224.15
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	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	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
<b>Total</b>			<b>2472.3</b>	<b>-15463.7</b>	<b>361.1</b>	<b>1158.1</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	245.00	-276.50		
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			188.33	439.43
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			38.74	135.59
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	295.45	-236.36	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	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
<b>Total</b>			675.7	-621.0	227.07	575.0

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2472.27 kN	675.67 kN
Shear force	<b>T</b>	361.13 kN	227.07 kN
Bending moment	<b>M</b>	528.04 kNm	629.66 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-781 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		218 kNm

### 6.3.5.1.5 Verifiche sezione base muro

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

WALL H = **7.00** m (P.) **RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)**

#### Characteristics of the materials

Parameter	Sim b.	Unit	Value
Characteristic resistance	$f_{ck}$	Mpa	25
Safety factor	$\gamma_c$	-	1.5
Design resistance	$f_{cd}$	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	$f_{yk}$	MPa	450
Safety factor (steel)	$\gamma_s$	-	1.15
Design resistance (steel)	$f_{yd}$	MPa	391

#### Characteristics of reinforcement

Steel Layers	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	7	26	73
B side (layer 2)	0	0	123
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1927

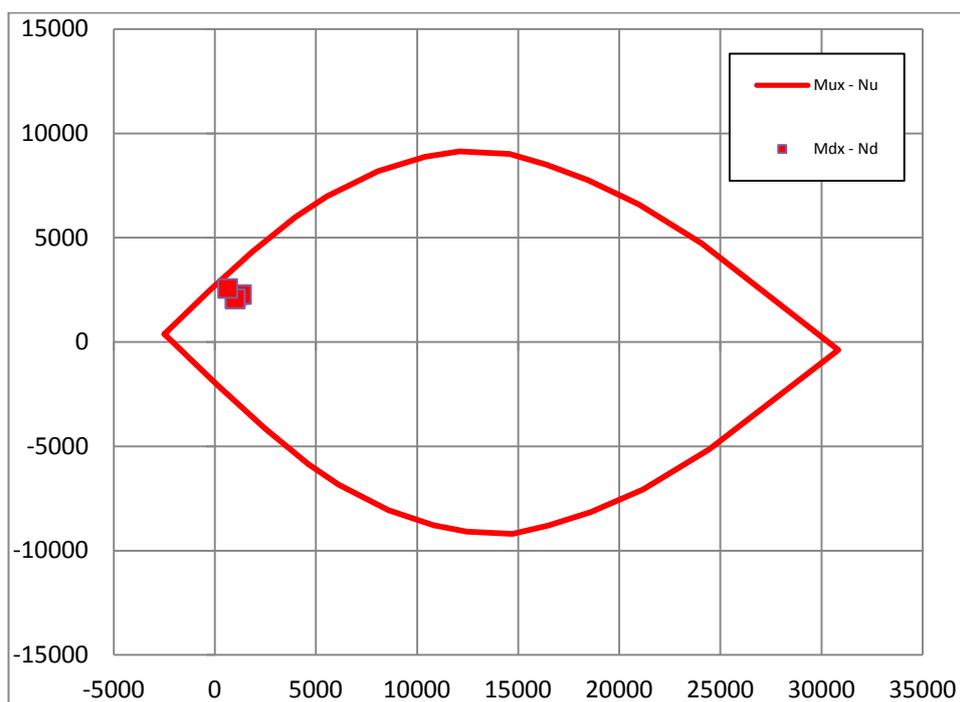
#### Geometric characteristics

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

Shear reinforcement	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Dir y	2.0	20	500

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	1132.85	1322.01	1011.51	1011.51	640.78
Shear	$V_{yEd}$	kN	661.26	661.26	608.42	608.42	793.73
Moment	$M_{xEd}$	kNm	2260.29	2269.95	2065.74	2065.74	2561.68
Shear Resistance	$V_{yRd}$	kN	838.2	838.2	838.2	838.2	838.2
Moment of ropture	$M_{xRd}$	kNm	3687.37	3853.42	3580.84	3580.84	3255.39
<b>Moment Ratio %</b>	<b><math>U_M</math></b>	-	<b>0.61</b>	<b>0.59</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>	<b>0.79</b>
<b>Shear Ratio % (no reinforc.)</b>	<b><math>U_{Ta}</math></b>	-					
<b>Shear Ratio % (concrete)</b>	<b><math>U_{Tc}</math></b>	-	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.11</b>
<b>Shear Ratio % (steel)</b>	<b><math>U_{Ts}</math></b>	-	<b>0.79</b>	<b>0.79</b>	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>	<b>0.95</b>
<b>Section check</b>	-	-	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

### 6.3.5.1.6 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 =  $7.00 \text{ m}$  (P.) RC SECTION CHECK (SECTION 2)

#### Characteristics of the materials

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

#### Characteristics of reinforcement

Steel Layers	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	5	26	83
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	0	0	1867
B side (layer 4)	10	26	1917

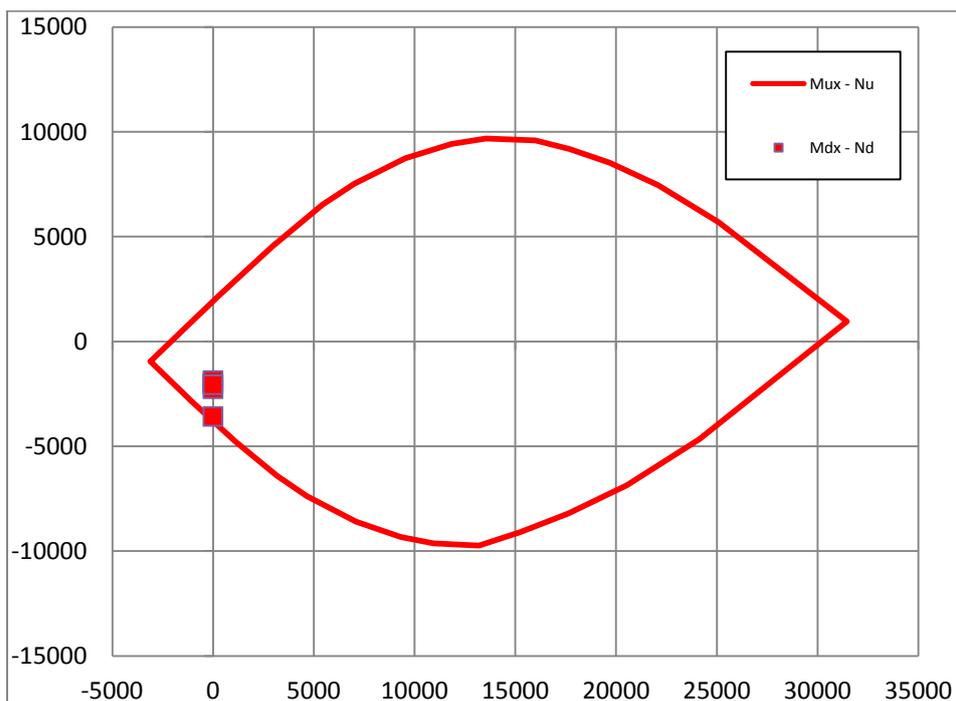
#### Geometric characteristics

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

ARMATURE A TAGLIO	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Dir y	2.0	20	500

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	329.6	491.9	324.83	428.23	638.93
Moment	$M_{xEd}$	kNm	-1970.91	-2249.29	-1857.82	-2055.79	-3569.45
Shear Resistance	$V_{yRd}$	kN	833.78	833.78	833.78	833.78	833.78
Moment of ropture	$M_{xRd}$	kNm	-3794.01	-3794.01	-3794.01	-3794.01	-3794.01
<b>Moment Ratio %</b>	<b><math>U_M</math></b>	-	<b>0.52</b>	<b>0.59</b>	<b>0.49</b>	<b>0.54</b>	<b>0.94</b>
<b>Shear Ratio % (no reinforc.)</b>	<b><math>U_{Ta}</math></b>	-					
<b>Shear Ratio % (concrete)</b>	<b><math>U_{Tc}</math></b>	-	<b>0.05</b>	<b>0.07</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.09</b>
<b>Shear Ratio % (steel)</b>	<b><math>U_{Ts}</math></b>	-	<b>0.40</b>	<b>0.59</b>	<b>0.39</b>	<b>0.51</b>	<b>0.77</b>
<b>Section check</b>	-	-	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

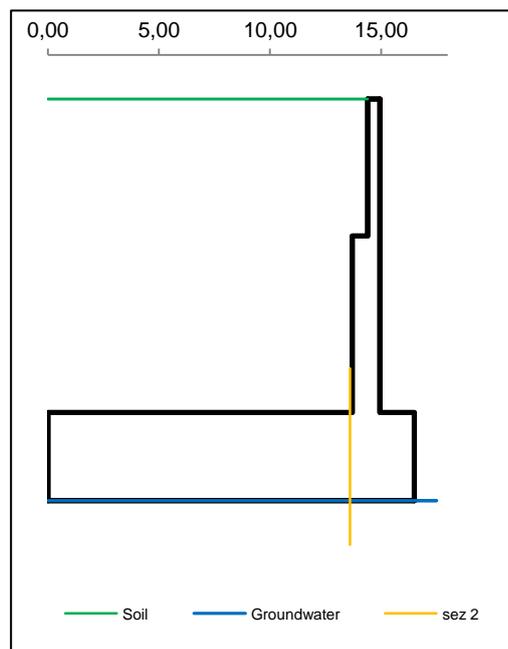
### 6.3.5.2 Muro andatore

#### 6.3.5.2.1 Dati di Input

WALL H = 7.11 m (Piles) SUMMARY OF DATA

#### Geometric data

$y_m$	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	14.40	14.95
3.11	14.40	14.95
3.11	13.70	14.95
7.11	13.70	14.95
7.11	0.00	16.50
9.11	0.00	16.50
Foundation Height		7.11
Global Height		9.11
Wall inclination (°)		
Wall extention		7.65



#### General data

Wall unit weight	kN/m <sup>3</sup>	25.00
Dead load 1	kN/m <sup>2</sup>	0.00
Dead load 2 (ballast)	kN/m <sup>2</sup>	14.40
Live load	kN/m <sup>2</sup>	40.00
Ground acceleration	g	0.285
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

### Soil characteristics

Soil layer	$y_t$	ps	$\varphi'$	$c'$	$c_u$
	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	7.11	20.00	38.00	0.00	0.00
2	7.11	20.00	38.00	0.00	0.00
	9.11	20.00	38.00	0.00	0.00
3	9.11	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%	% $\varphi$
Groundwater upstream				9.11	m
Groundwater downstream				9.11	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		
	H	B	c
<b>Geometric data</b>			
Dimensions and concrete cover	1250	1000	40
<b>Bending reinforcement</b>	$n_a$	$\phi_a$	d
Rear reinforcement (soil side)	7	26	73
B side (layer 2)	0	0	123
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1177
<b>Shear reinforcement</b>	$\phi_s$	$s_x$	$s_y$
Ties	20	500	500

### Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors							
			$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\Psi_Q$	$\gamma_E$	
<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				
			$\gamma_{tan\phi}$	$\gamma_c$	$\gamma_\gamma$	$\gamma_{cu}$	
<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

### 6.3.5.2.2 Risultati

#### Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N <sub>s</sub>	T <sub>s</sub>	U <sub>Ts</sub>	M <sub>s</sub>	U <sub>M<sub>s</sub>/σ</sub>	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	211	480	0.95	1398	0.806	OK
ULS2 STR	A1	M1	326	480	0.95	1388	0.773	OK
ULS3 GEO	A2	M2	211	453	0.89	1331	0.768	OK
ULS4 GEO	A2	M2	246	453	0.89	1321	0.754	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	181	489	0.97	1349	0.785	OK
SLS RARE	(1)	(1)	239	343		984	219	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	211	234		603	126	OK

#### EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

##### Horizontal pressure coefficient (M1)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K <sub>ah</sub> '	K <sub>ah</sub>
0.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
7.11	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
7.11	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
9.11	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
9.11	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 <sub>ah</sub> '	K <sub>ah</sub>
0.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
7.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
7.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
9.11	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
9.11	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382
9.11	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382

### 6.3.5.2.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 7.11 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

#### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
	0.00							
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	42.76	-78.04	895.68	-8329.82
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.03
1.0	7.11	13.70	14.95	20.0	125.00	-271.87	1096.00	-10576.37
1.0	7.11	0.00	16.50	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.02
1.0	9.11	0.00	16.50	20.0	825.00	-6806.25	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
<b>Total</b>					992.76	-7156.18	1991.68	-18906.24

#### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	12.19	92.08	255.27	1928.56
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	7.11	13.70	14.95	20.0	35.62	142.50	312.36	1249.44
1.0	7.11	0.00	16.50	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	9.11	0.00	16.50	20.0	235.13	235.13	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
<b>Total</b>					282.94	469.70	567.63	3178.00

#### Soil Horizontal pressure (M1)

K <sub>ah</sub>	K <sub>av</sub> /K <sub>ah</sub>	γ <sub>t</sub>	y	p <sub>v</sub>	p <sub>h</sub>	S <sub>h</sub>	M <sub>rib</sub>	S <sub>v</sub>
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	7.11	142.20	54.65	194.29	849.05	0.00
0.384	0.000	20.00	7.11	142.20	54.65	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	9.11	182.20	70.03	124.68	119.56	0.00
0.470	0.000	9.00	9.11	182.20	85.65	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	9.11	182.20	85.65	0.00	0.00	0.00

<b>Total</b>		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			
0.384	0.000		7.11	40.00	15.37	109.31	607.20	0.00
0.384	0.000		7.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		9.11	40.00	15.37	30.75	30.75	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
<b>Total</b>						140.05	637.94	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	7.11	142.20	66.83	237.59	1038.26	0.00
0.470	0.000	20.00	7.11	142.20	66.83	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	9.11	182.20	85.63	152.46	146.20	0.00
0.553	0.000	9.00	9.11	182.20	100.73	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	9.11	182.20	100.73	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						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		7.11	40.00	18.80	133.66	742.50	0.00
0.470	0.000		7.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		9.11	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		9.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		9.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						171.26	780.10	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	y	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	7.11	142.20	80.32	285.54	1247.83	0.00
0.565	0.000	20.00	7.11	142.20	80.32	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	9.11	182.20	102.92	183.24	175.71	0.00
0.687	0.000	9.00	9.11	182.20	125.09	0.00	0.00	0.00

0.687	0.000	9.00	9.11	182.20	125.09	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						468.78	1423.54	0.00

Vertical load						
	y	D	B	load	P <sub>Q</sub>	M <sub>stab</sub>
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

**WALL H = 7.11 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)**

### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	42.76	-11.76	43.54	-39.19
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	7.11	13.70	14.95	20.0	125.00	-78.12	0.00	0.00
0.0	7.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	9.11	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
<b>Total</b>					167.76	-89.88	43.54	-39.19

### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	12.19	67.70	12.41	68.93
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	7.11	13.70	14.95	20.0	35.62	71.25	0.00	0.00
0.0	7.11	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	9.11	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
<b>Total</b>					47.81	138.95	12.41	68.93

### Soil Horizontal pressure (M1)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	7.11	142.20	54.65	194.29	460.47	0.00
0.384	0.000	20.00	7.11	142.20	54.65	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	7.11	142.20	54.65	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	9.11	160.20	75.31	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	9.11	160.20	75.31	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						194.29	460.47	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			
0.384	0.000		7.11	40.00	15.37	109.31	388.58	0.00
0.384	0.000		7.11	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		7.11	40.00	15.37	0.00	0.00	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
<b>Total</b>						109.31	388.58	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	7.11	142.20	66.83	237.59	563.08	0.00
0.470	0.000	20.00	7.11	142.20	66.83	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	7.11	142.20	66.83	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	9.11	160.20	88.57	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	9.11	160.20	88.57	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						237.59	563.08	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		7.11	40.00	18.80	133.66	475.17	0.00
0.470	0.000		7.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		7.11	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		9.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		9.11	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						133.66	475.17	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	$y$	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	7.11	142.20	80.32			
0.565	0.000	20.00	7.11	142.20	80.32	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	7.11	142.20	80.32	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	9.11	160.20	109.99	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	9.11	160.20	109.99	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						285.54	676.74	0.00

### Vertical load

	$y$	D	B	load	$P_Q$	$M_{stab}$
Dead load	0.00	13.70	14.40	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	13.70	14.40	40.00	28.00	-25.20

### 6.3.5.2.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\Psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	992.76	-7156.18		
Soil Weight	1.00	1.000	1991.68	-18906.24		
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	430.61	1307.62
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	68.07	310.04
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	203.08	925.02
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
<b>Total</b>			<b>3295.5</b>	<b>-28955.1</b>	<b>701.8</b>	<b>2542.7</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\Psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	167.76	-89.88		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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			262.29	621.63
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			59.03	209.83
Live load Pressure	1.45	1.000			158.49	563.44
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
<b>Total</b>			211.3	-129.1	479.81	1394.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3295.49 kN	211 kN
Shear force	<b>T</b>	701.75 kN	480 kN
Bending moment	<b>M</b>	775.35 kNm	1398 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-9008 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1490 kNm

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.35	1.000	1340.23	-9660.84		
Soil Weight	1.35	1.000	2688.77	-25523.42		
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	430.61	1307.62
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	68.07	310.04
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	203.08	925.02
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
<b>Total</b>			5175.2	-45844.3	701.8	2542.7

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.35	1.000	226.48	-121.34		
Soil Weight	1.35	1.000	58.78	-52.90		
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	40.60	-36.54		
Soil Pressure	1.35	1.000			262.29	621.63
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			59.03	209.83
Live load Pressure	1.45	1.000			158.49	563.44
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
<b>Total</b>			325.9	-210.8	479.81	1394.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	5175.24 kN	325.86 kN
Shear force	T	701.75 kN	479.81 kN
Bending moment	M	-605.87 kNm	1387.79 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-14252 kN
Shear - section 2	$T_2$		2394 kNm

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	992.76	-7156.18		
Soil Weight	1.00	1.000	1991.68	-18906.24		
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	390.05	1184.45
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	61.65	280.84
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	214.08	975.13
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
<b>Total</b>			<b>3191.8</b>	<b>-27990.9</b>	<b>665.8</b>	<b>2440.4</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	167.76	-89.88		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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			237.59	563.08
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			48.12	171.06
Live load Pressure	1.25	1.000			167.08	593.97
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
<b>Total</b>			211.3	-129.1	452.78	1328.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3191.81 kN	211.30 kN
Shear force	<b>T</b>	665.78 kN	452.78 kN
Bending moment	<b>M</b>	781.95 kNm	1331.10 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-8614 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1423 kNm

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\theta}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	992.76	-7156.18		
Soil Weight	1.00	1.000	1991.68	-18906.24		
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	390.05	1184.45
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	61.65	280.84
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	214.08	975.13
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

<b>Total</b>	3911.8	-34686.9	665.8	2440.4
--------------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	167.76	-89.88		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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	35.00	-31.50		
Soil Pressure	1.00	1.000			237.59	563.08
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			48.12	171.06
Live load Pressure	1.25	1.000			167.08	593.97
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
<b>Total</b>			246.3	-160.6	452.78	1328.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3911.8 kN	246.3 kN
Shear force	<b>T</b>	665.8 kN	452.8 kN
Bending moment	<b>M</b>	25.9 kNm	1321.5 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-11059 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1834 kNm

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\phi}$
SEIS	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	851.30	-6136.42		
Soil Weight	1.00	0.858	1707.87	-16212.10		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.858	177.81	-1653.64		
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	535.58	1626.39
Dead 2 Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	84.66	385.62
Live load Pressure	0.20	1.143	0.00	0.00	47.03	214.23
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				282.94	469.70
Soil Inertia	1.00				567.63	3178.00
<b>Total</b>			2737.0	-24002.2	1517.8	5873.9

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	143.86	-77.08		
Soil Weight	1.00	0.858	37.34	-33.60		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.858				
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143			326.23	773.17
Dead 2 Pressure	1.00	1.143			66.07	234.89
Live load Pressure	0.20	1.143			36.71	130.49
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				47.81	138.95
Soil Inertia	1.00				12.41	68.93
<b>Total</b>			181.2	-110.7	489.23	1346.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2736.97 kN	181.19 kN
Shear force	<b>T</b>	1517.84 kN	489.23 kN
Bending moment	<b>M</b>	4451.81 kNm	1349.00 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-8988 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1337 kNm

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	992.76	-7156.18		
Soil Weight	1.00	1.000	1991.68	-18906.24		
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	318.97	968.61
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	50.42	229.66
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	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	3767.8	-33347.7	509.4	1836.2
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	167.76	-89.88		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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	28.00	-25.20		
Soil Pressure	1.00	1.000			194.29	460.47
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			39.35	139.89
Live load Pressure	1.00	1.000			109.31	388.58
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
<b>Total</b>			239.3	-154.3	342.95	988.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3767.81 kN	239.30 kN
Shear force	T	509.44 kN	342.95 kN
Bending moment	M	-427.06 kNm	984.24 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-10314 kN
Shear - section 2	$T_2$		1733 kNm

WALL H = 7.11 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	992.76	-7156.18		
Soil Weight	1.00	1.000	1991.68	-18906.24		
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	318.97	968.61
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	50.42	229.66
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
<b>Total</b>			<b>3191.8</b>	<b>-27990.9</b>	<b>369.4</b>	<b>1198.3</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	167.76	-89.88		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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			194.29	460.47
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			39.35	139.89
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

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2"  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.  
IN0D00D12CLVI0600001B

Pag  
157 di 229

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
<b>Total</b>			211.3	-129.1	233.64	600.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3191.81 kN	211.30 kN
Shear force	<b>T</b>	369.39 kN	233.64 kN
Bending moment	<b>M</b>	-460.20 kNm	603.35 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-8088 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1385 kNm

### 6.3.5.2.5 Verifiche sezione base muro

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

WALL H =  $7.11$  (P.) m RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

#### Characteristics of the materials

Parameter	Sim b.	Unit	Value
Characteristic resistance	$f_{ck}$	Mpa	25
Safety factor	$\gamma_c$	-	1.5
Design resistance	$f_{cd}$	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	$f_{yk}$	MPa	450
Safety factor (steel)	$\gamma_s$	-	1.15
Design resistance (steel)	$f_{yd}$	MPa	391

#### Geometric characteristics

Parameter	Symbol	Unit	Value
Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	1250
Concrete cover	c	mm	40

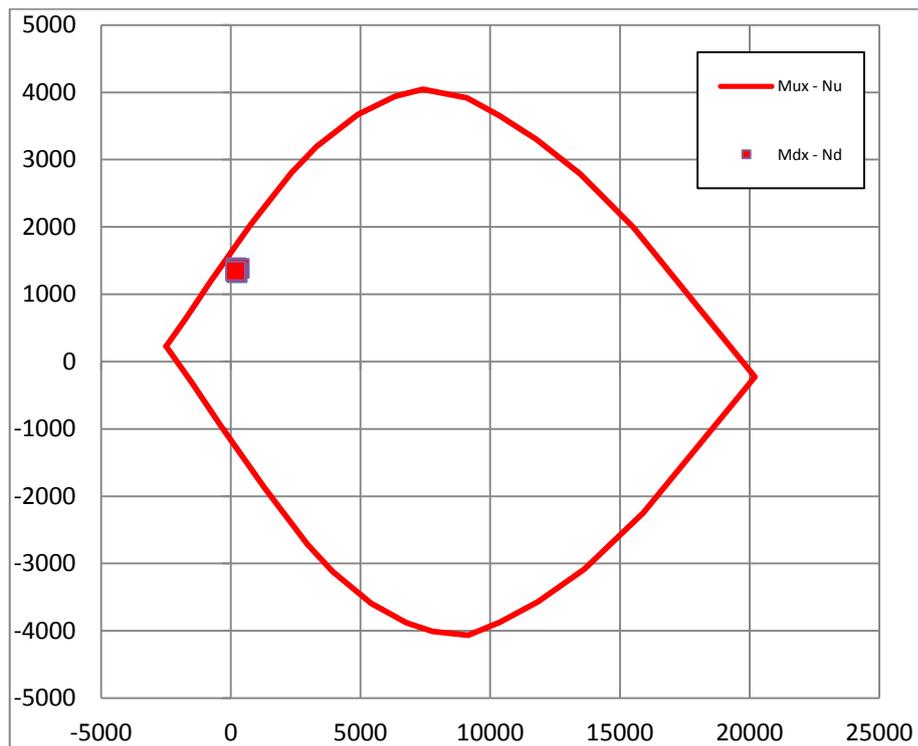
#### Characteristics of reinforcement

Steel Layers	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	7	26	73
B side (layer 2)	0	0	123
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1177

Shear reinforcement	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Dir y	2.0	20	500

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	211.3	325.86	211.3	246.3	181.19
Shear	$V_{yEd}$	kN	479.81	479.81	452.78	452.78	489.23
Moment	$M_{xEEd}$	kNm	1397.91	1387.79	1331.1	1321.48	1349.
Shear Resistance	$V_{yRd}$	kN	506.28	506.28	506.28	506.28	506.28
Moment of ropture	$M_{xRd}$	kNm	1733.92	1796.22	1733.92	1752.95	1717.54
<b>Moment Ratio %</b>	<b><math>U_M</math></b>	-	<b>0.81</b>	<b>0.77</b>	<b>0.77</b>	<b>0.75</b>	<b>0.79</b>
<b>Shear Ratio % (no reforc.)</b>	<b><math>U_{Ta}</math></b>	-					
<b>Shear Ratio % (concrete)</b>	<b><math>U_{Tc}</math></b>	-	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>
<b>Shear Ratio % (steel)</b>	<b><math>U_{Ts}</math></b>	-	<b>0.95</b>	<b>0.95</b>	<b>0.89</b>	<b>0.89</b>	<b>0.97</b>
<b>Section check</b>	-	-	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

### 6.3.5.3 Pali

#### 6.3.5.3.1 Stato di sollecitazione

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>	6516	1317	1317	4029
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	7886	3020	1314	4021
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	6046	1334	1224	3746
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	6297	1998	1222	3740
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	6303	-383	2253	6894
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	5681	2195	943	2886
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	4127	1797	537	1644

6.3.5.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Pmax

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaAnmax

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 75 [cm]  
Raggio interno: 0 [cm]  
N° barre uguali: 54  
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<sub>Ed</sub>: 7886 0 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 4021 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
 f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub>: 200.000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub>: 14.17  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
 ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
 σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm<sup>2</sup> T<sub>co</sub>: 0.6  
 T<sub>c1</sub>: 1.829

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

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviala

M<sub>xRd</sub>: 9,097 kN m  
 σ<sub>c</sub>: -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub>: 3.395 ‰  
 d: 138 cm  
 x: 70.05 x/d: 0.5076  
 δ: 1

Vertici: 52 N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>: 0 cm Col. modello  
 Precompresso

**Dominio M-N**

File

M [kNm] vs N [kN] plot showing M-NRd (red line) and M-NEd (blue dot).

**Sollecitazioni**

N.	N [kN]	M [kNm]
1	7886	4021

Aggiunge Valori Infiltrisci punti

### Pmin

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaAnminEmmax

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

---

**Titolo:** \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 75 [cm]

Raggio interno: 0 [cm]

N° barre uguali: 54

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<sub>Ed</sub>: -383 | 0 kN

M<sub>xEd</sub>: 6894 | 0 kNm

M<sub>yEd</sub>: 0 | 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

L<sub>0</sub>: 0 cm | Col. modello

Precompresso

**Materiali**

**B450C**

ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰

f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup>

E<sub>s</sub>: 200.000 N/mm<sup>2</sup>

E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15

ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰

σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm<sup>2</sup>

**C25/30**

ε<sub>c2</sub>: 2 ‰

ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰

f<sub>cd</sub>: 14.17

f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8

σ<sub>c,adm</sub>: 9.75

τ<sub>co</sub>: 0.6

τ<sub>c1</sub>: 1.829

M<sub>xRd</sub>: 7.440 kN m

σ<sub>c</sub>: -14.17 N/mm<sup>2</sup>

σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup>

ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰

ε<sub>s</sub>: 7.365 ‰

d: 138 cm

x: 44.46 | x/d: 0.3221

δ: 0.8427

Dominio M-N

**Sollecitazioni**

N.	N [kN]	M [kNm]
1	-383	6894

Aggiunge

Valori | Infiltrisci punti

Mmax

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaAnminEmmax

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> -383 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 6894 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

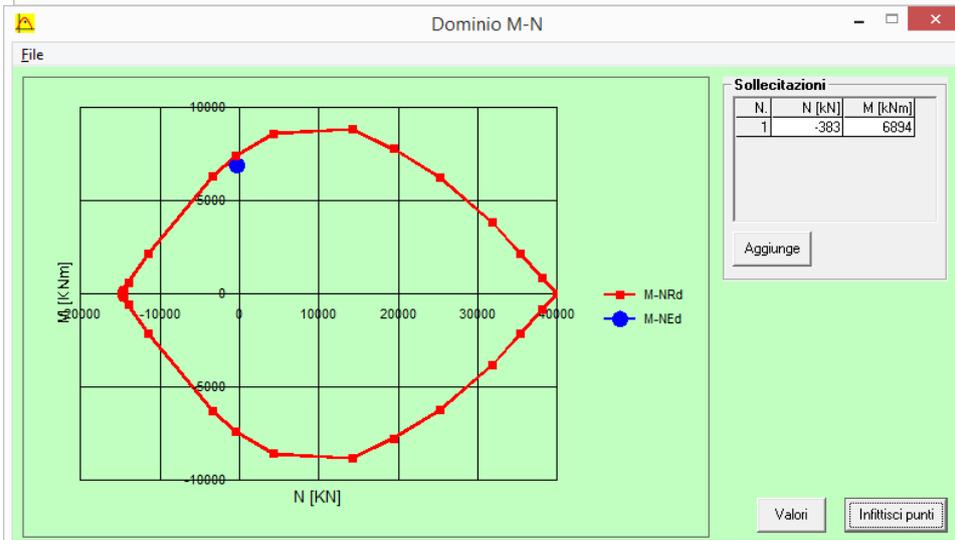
Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> 7.440 kN m  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 7.365 ‰  
d 138 cm  
x 44.46 x/d 0.3221  
δ 0.8427

Precompresso



### 6.3.5.4 Verifiche SLE – Tensionale

#### Quasi Permanente

**Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaAqperm**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: [ ]

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 75 [cm]  
 Raggio interno: 0 [cm]  
 N° barre uguali: 54  
 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<sub>Ed</sub>: 0 1797 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 1644 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

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

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 14.17  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -5.182 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 68.89 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$ : 0.3444 ‰  
 d: 138 cm  
 x: 73.16 x/d: 0.5301  
 $\delta$ : 1

**Metodo di calcolo**

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

Vertici: 52  
 Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

$$\sigma_c = 5.182 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaARARA

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> 0 2195 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 2886 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 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

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  14.17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

$\sigma_c$  -8.985 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  144.8 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.7238 ‰  
d 138 cm  
x 66.54 x/d 0.4822  
 $\delta$  1

Vertici: 52  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

$$\sigma_c = 8.985 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 144.8 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### 6.3.5.4.1 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  $b_e = 0.9 * D$

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

D = diametro

d = altezza utile

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>2253</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1350</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>1090</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>54.0</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>30</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>120</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>4</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>20</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>150</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	955

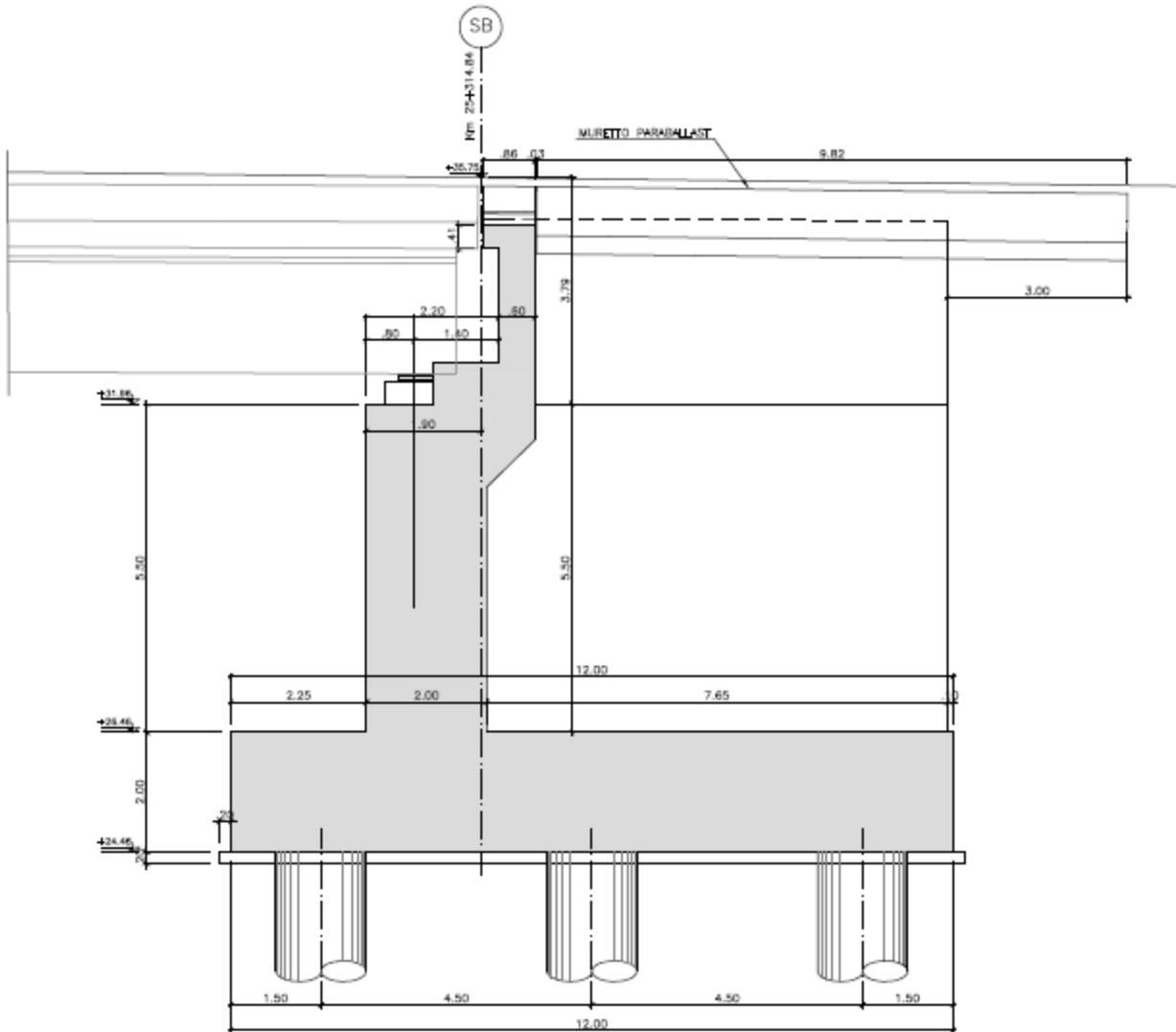
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	$mm^2$	38,170
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.02000
23	Coefficiente amplificativo	k	$1+\sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.45763
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$V_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.308
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$V'_{min}$	$v_{min}+0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.308
26	Coefficiente di riduzione	v	$(cot\alpha+cot\theta)/(1+cot\theta^2)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.644
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>831</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>4,835</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	2.146
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	$mm^2$	1,257
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(cot\alpha+cot\theta)sen\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rd,s}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>2,818</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.251
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

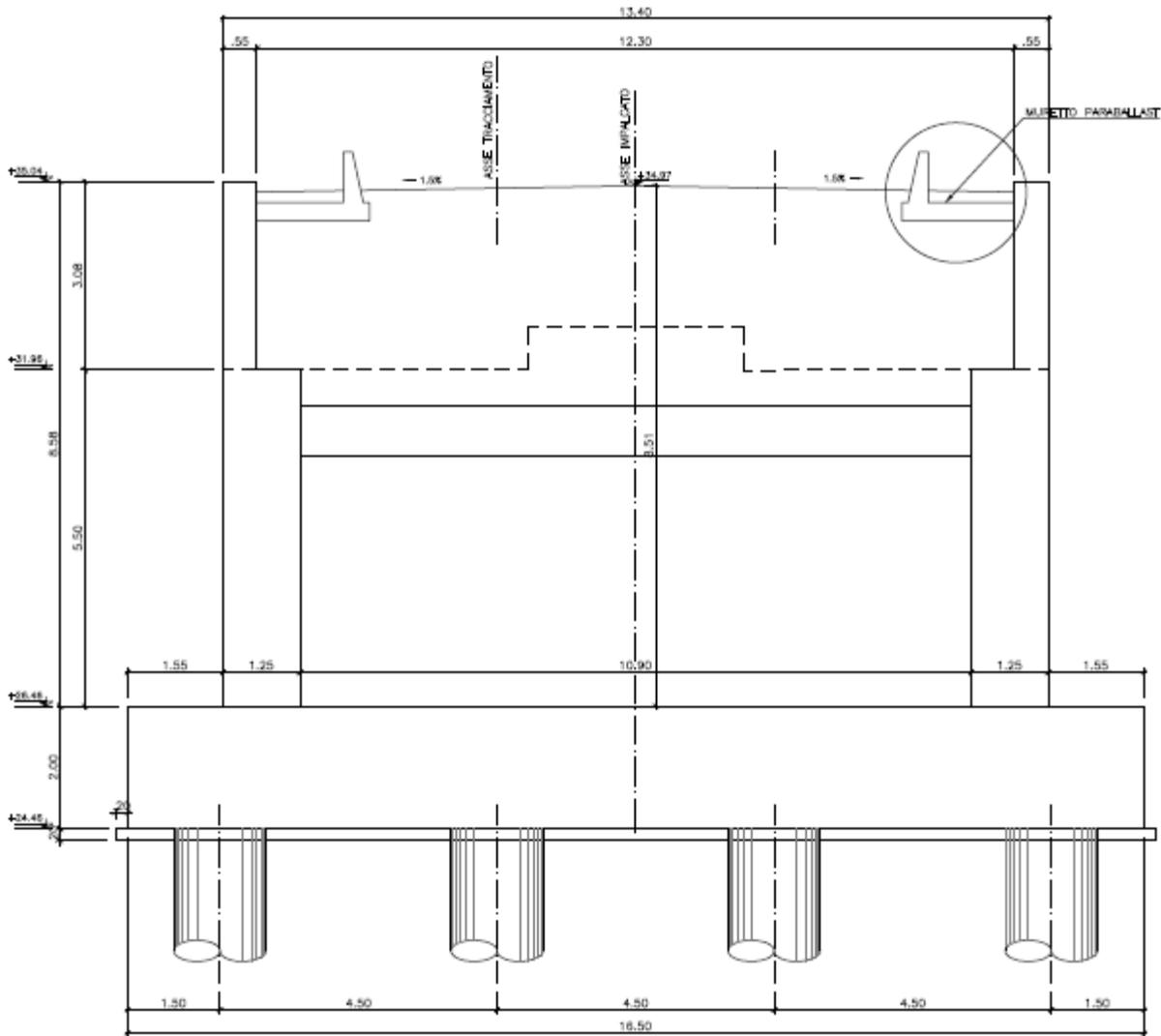
 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 168 di 229

#### 6.3.5.4.2 Verifiche portanza palo

Il carico assiale di riferimento agente sul palo è pari a  $N = 6303 \text{ KN}$  (cfr. tab. Par. 6.3.5.3.1). La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 34.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale: IN0D00DI2RBVI0600001B.

6.3.6 SPALLA B





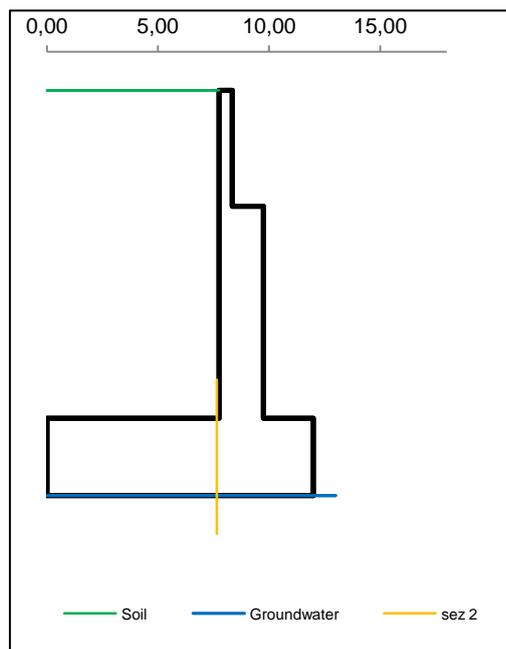
### 6.3.6.1 Muro frontale

#### 6.3.6.1.1 Dati di Input

WALL H = **8.50 m (Piles) SUMMARY OF DATA**

#### Geometric data

$y_m$	D	B
m	m	m
<b>0.00</b>		
<b>0.00</b>	<b>7.75</b>	<b>8.35</b>
<b>3.00</b>	<b>7.75</b>	<b>8.35</b>
<b>3.00</b>	<b>7.75</b>	<b>9.75</b>
<b>8.50</b>	<b>7.75</b>	<b>9.75</b>
<b>8.50</b>	<b>0.00</b>	<b>12.00</b>
<b>10.50</b>	<b>0.00</b>	<b>12.00</b>
Foundation Height		<b>8.50</b>
Global Height		<b>10.50</b>
Wall inclination (°)		
Wall extension		<b>13.40</b>



#### General data

Wall unit weight	kN/m <sup>3</sup>	<b>25.00</b>
Dead load 1	kN/m <sup>2</sup>	<b>0.00</b>
Dead load 2 (ballast)	kN/m <sup>2</sup>	<b>14.40</b>
Live load	kN/m <sup>2</sup>	<b>40.00</b>
Ground acceleration	g	<b>0.285</b>
Coefficient S		<b>1.00</b>
Decrease factor 1/r		<b>1.00</b>

#### Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	<b>25</b>
Concrete safety factor		<b>1.5</b>
Steel Characteristic Strength	Mpa	<b>450</b>
Steel safety factor		<b>1.15</b>

#### Foundation on piles

L = **16.50 m**

n	∅	x
<b>4</b>	<b>1500</b>	<b>1.50</b>
<b>4</b>	<b>1500</b>	<b>6.00</b>
<b>4</b>	<b>1500</b>	<b>10.50</b>

#### Pile Characteristics

n	12.00	-
$x_g$	6.00	m

Concrete Design strength	Mpa	14.17
Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	<b>337.5</b>

J <sub>g</sub>	162.00	m <sup>2</sup>
W <sub>min</sub>	-36.00	m
W <sub>max</sub>	36.00	m

### Soil characteristics

Soil layer	y <sub>t</sub>	ps	φ'	c'	c <sub>u</sub>
	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	8.50	20.00	38.00	0.00	0.00
2	8.50	20.00	38.00	0.00	0.00
	10.50	20.00	38.00	0.00	0.00
3	10.50	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				10.50	m
Groundwater downstream				10.50	m
NO Groundwater					

### Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force 1			295.5	8.95	F
Dead force 2 (ballast)			135.2	8.95	F
Live force			268.7	8.95	S
ΔSeismic force					

### Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
	H	B	c
<b>Geometric data</b>			
Dimensions and concrete cover	2000	1000	40
<b>Bending reinforcement</b>	n <sub>a</sub>	φ <sub>a</sub>	d
Rear reinforcement (soil side)	7	26	73
B side (layer 2)	0	0	123
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1927
<b>Shear reinforcement</b>	φ <sub>s</sub>	s <sub>x</sub>	s <sub>y</sub>
Ties	20	500	500

### Characteristics of RC sections

Section	Section 2		
<b>Geometric data</b>	<b>H</b>	<b>B</b>	<b>c</b>
Dimensions and concrete cover	2000	1000	50
<b>Bending reinforcement</b>	<b>n<sub>a</sub></b>	<b>φ<sub>a</sub></b>	<b>d</b>
Bottom reinforcement (soil side)	7	26	83
B side (layer 2)			
B side (layer 3)			1867
Upper reinforcement	10	26	1917
<b>Shear reinforcement</b>	<b>φ<sub>s</sub></b>	<b>s<sub>x</sub></b>	<b>s<sub>y</sub></b>
Ties	20	500	500

### Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors							
			γ <sub>GS</sub>	γ <sub>GR1</sub>	γ <sub>GR2</sub>	γ <sub>QS</sub>	γ <sub>QR</sub>	ψ <sub>Q</sub>	γ <sub>E</sub>	
ULS EQU	EQU	M2	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00	
ULS1 STR	A1	M1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.45	1.00	0.00	
ULS2 STR	A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	
ULS3 GEO	A2	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.25	1.00	0.00	
ULS4 GEO	A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	
ULS SEISM	SEIS	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	
SLS RARE	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	
SLS QUASIP	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

### Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Soil parameter coefficients			
			γ <sub>tanφ</sub>	γ <sub>c</sub>	γ <sub>γ</sub>	γ <sub>cu</sub>
ULS EQU	EQU	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
ULS1 STR	A1	M1	1.00	1.00	1.00	1.00
ULS2 STR	A1	M1	1.00	1.00	1.00	1.00
ULS3 GEO	A2	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
ULS4 GEO	A2	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
ULS SEISM	SEIS	M2	1.25	1.25	1.00	1.40
SLS RARE	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00
SLS QUASIP	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00

### 6.3.6.1.2 Risultati

WALL H = 8.50 m (Piles) SUMMARY OF RESULTS

#### Stress on foundation

Combinations	Load	Soil	N	T	M	M <sub>G</sub>
			kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m
ULS EQU	EQU	M2				
ULS1 STR	A1	M1	3293	885	3955	3955
ULS2 STR	A1	M1	4629	885	2622	2622
ULS3 GEO	A2	M2	3116	836	3555	3555
ULS4 GEO	A2	M2	3503	836	2731	2731
ULS SEISM	SEIS	M2	2445	1501	5687	5687
SLS RARE	(1)	(1)	3358	643	1852	1852
SLS QUASIP	(1)	(1)	2780	482	870	870

#### Stress on piles -Piglet

Combinations	Load	Soil	N <sub>pmax</sub>	N <sub>pmin</sub>	T <sub>p</sub>	M <sub>p</sub>
			kN	kN	kN	kNm
ULS EQU	EQU	M2				
ULS1 STR	A1	M1	6850	1717	1321	4043
ULS2 STR	A1	M1	8332	3331	1319	4035
ULS3 GEO	A2	M2	6423	1695	1248	3820
ULS4 GEO	A2	M2	6673	2359	1247	3815
ULS SEISM	SEIS	M2	6614	-64	2240	6854
SLS RARE	(1)	(1)	6032	2418	959	2934
SLS QUASIP	(1)	(1)	4755	2018	717	2194

#### Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N <sub>s</sub>	T <sub>s</sub>	U <sub>Ts</sub>	M <sub>s</sub>	U <sub>M<sub>s</sub>/σ</sub>	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	1208	635	0.76	2313	0.616	OK
ULS2 STR	A1	M1	1423	635	0.76	2323	0.589	OK
ULS3 GEO	A2	M2	1087	597	0.71	2177	0.597	OK
ULS4 GEO	A2	M2	1087	597	0.71	2177	0.597	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	705	680	0.81	2208	0.667	OK
SLS RARE	(1)	(1)	1019	455		1650	128	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	751	325		1041	68	OK

#### Section 2 Check (up side)

Combinations	Load	Soil	T <sub>2</sub>	U <sub>T2</sub>	M <sub>2</sub>	U <sub>M<sub>2</sub>/σ</sub>	CHECK
			kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	

ULS1	STR	A1	M1		371.40	0.445	-2054.54	0.541	OK
ULS2	STR	A1	M1		547.71	0.657	-2358.35	0.621	OK
ULS3	GEO	A2	M2		375.39	0.450	-1996.24	0.525	OK
ULS4	GEO	A2	M2		478.79	0.574	-2194.21	0.577	OK
ULS	SEISM	SEIS	M2		682.65	0.819	-3690.43	0.971	OK
SLS	RARE	(1)	(1)		400.22		-1710.99	187	OK
SLS	QUASIP	(1)	(1)		314.97		-1209.52	132	OK

### EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

#### Horizontal pressure coefficient (M1)

y	$\phi^\circ$	$\delta^\circ$	$\beta^\circ$	$\varepsilon^\circ$	$\theta^\circ$	W	$K_{ah}'$	$K_{ah}$
0.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
8.50	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
8.50	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
10.50	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
10.50	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
10.50	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307

#### Horizontal pressure coefficient (M2)

y	$\phi^\circ$	$\delta^\circ$	$\beta^\circ$	$\varepsilon^\circ$	$\theta^\circ$	W	$K_{ah}'$	$K_{ah}$
0.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
8.50	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
8.50	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
10.50	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
10.50	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382
10.50	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382

### 6.3.6.1.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 8.50 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

#### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
	0.00							
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	45.00	-177.75	465.00	-3778.13
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.01
1.0	8.50	7.75	9.75	20.0	275.00	-893.75	852.50	-6926.55
1.0	8.50	0.00	12.00	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.01
1.0	10.50	0.00	12.00	20.0	600.00	-3600.00	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
<b>Total</b>					920.00	-4671.51	1317.50	-10704.69

#### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	12.83	115.43	132.53	1192.73
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.50	7.75	9.75	20.0	78.37	372.28	242.96	1154.07
1.0	8.50	0.00	12.00	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	10.50	0.00	12.00	20.0	171.00	171.00	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
<b>Total</b>					262.20	658.71	375.49	2346.80

#### Soil Horizontal pressure (M1)

K <sub>ah</sub>	K <sub>av</sub> /K <sub>ah</sub>	γ <sub>t</sub>	y	p <sub>v</sub>	p <sub>h</sub>	S <sub>h</sub>	M <sub>rib</sub>	S <sub>v</sub>
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	8.50	170.00	65.34	277.68	1342.14	0.00
0.384	0.000	20.00	8.50	170.00	65.34	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	10.50	210.00	80.71	146.05	140.93	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	210.00	98.72	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	210.00	98.72	0.00	0.00	0.00

<b>Total</b>		423.73	1483.07	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			
0.384	0.000		8.50	40.00	15.37	130.68	816.72	0.00
0.384	0.000		8.50	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		10.50	40.00	15.37	30.75	30.75	0.00
0.470	0.000		10.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						161.42	847.47	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	8.50	170.00	79.90	339.56	1641.23	0.00
0.470	0.000	20.00	8.50	170.00	79.90	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	10.50	210.00	98.70	178.59	172.33	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	210.00	116.10	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	210.00	116.10	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						518.16	1813.55	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		8.50	40.00	18.80	159.79	998.72	0.00
0.470	0.000		8.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		10.50	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.50	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						197.39	1036.32	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	y	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	8.50	170.00	96.02	408.10	1972.51	0.00
0.565	0.000	20.00	8.50	170.00	96.02	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	10.50	210.00	118.62	214.64	207.11	0.00
0.687	0.000	9.00	10.50	210.00	144.18	0.00	0.00	0.00

0.687	0.000	9.00	10.50	210.00	144.18	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						622.75	2179.62	0.00

Vertical load						
	y	D	B	load	P <sub>Q</sub>	M <sub>stab</sub>
Dead load	0.00	0.00	7.75	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	7.75	40.00	310.00	-2518.75

**WALL H = 8.50 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)**

### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	45.00	-76.50	0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.50	7.75	9.75	20.0	275.00	-275.00	0.00	0.00
0.0	8.50	0.00	12.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	10.50	0.00	12.00	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
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>					320.00	-351.50	0.00	0.00

### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	7.75	8.35	20.0			0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	8.35	20.0	12.83	89.77	0.00	0.00
1.0	3.00	7.75	9.75	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.50	7.75	9.75	20.0	78.37	215.53	0.00	0.00
0.0	8.50	0.00	12.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	10.50	0.00	12.00	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
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>					91.20	305.31	0.00	0.00

### Soil Horizontal pressure (M1)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	8.50	170.00	65.34	277.68	786.77	0.00
0.384	0.000	20.00	8.50	170.00	65.34	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	8.50	170.00	65.34	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	188.00	88.38	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	188.00	88.38	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						277.68	786.77	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			
0.384	0.000		8.50	40.00	15.37	130.68	555.37	0.00
0.384	0.000		8.50	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		8.50	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						130.68	555.37	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	8.50	170.00	79.90	339.56	962.10	0.00
0.470	0.000	20.00	8.50	170.00	79.90	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	8.50	170.00	79.90	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	188.00	103.94	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	188.00	103.94	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						339.56	962.10	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		8.50	40.00	18.80	159.79	679.13	0.00
0.470	0.000		8.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		8.50	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.50	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.50	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						159.79	679.13	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	y	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	8.50	170.00	96.02			
0.565	0.000	20.00	8.50	170.00	96.02	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	8.50	170.00	96.02	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	10.50	188.00	129.07	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	10.50	188.00	129.07	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						408.10	1156.30	0.00

### Vertical load

	y	D	B	load	$P_Q$	$M_{stab}$
Dead load	0.00	7.75	7.75	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	7.75	7.75	40.00	0.00	0.00

### 6.3.6.1.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\Psi_Q$	N	M <sub>stab</sub>	T	M <sub>rib</sub>
Wall Weight	1.00	1.000	920.00	-4671.51		
Soil Weight	1.00	1.000	1317.50	-10704.69		
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	167.40	-1360.13		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	572.04	2002.15
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	78.45	411.87
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	234.06	1228.83
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-618.63	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-1188.19	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
<b>Total</b>			<b>3292.8</b>	<b>-19444.3</b>	<b>884.6</b>	<b>3642.8</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\Psi_Q$	N	M <sub>stab</sub>	T	M <sub>rib</sub>
Wall Weight	1.00	1.000	320.00	-351.50		
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			374.87	1062.14
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			70.56	299.90
Live load Pressure	1.45	1.000			189.48	805.29
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00

Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-162.26	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-311.66	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
<b>Total</b>			1207.9	-1061.8	634.92	2167.3

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3292.75 kN	1208 kN
Shear force	<b>T</b>	884.55 kN	635 kN
Bending moment	<b>M</b>	3955.09 kNm	2313 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-2055 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		371 kNm

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.35	1.000	1242.00	-6306.54		
Soil Weight	1.35	1.000	1778.63	-14451.34		
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	167.40	-1360.13		
Live load Weight	1.45	1.000	449.50	-3652.19		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	572.04	2002.15
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	78.45	411.87
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	234.06	1228.83
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	398.86	-1216.52	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-618.63	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-1188.19	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
<b>Total</b>		4628.8	-28793.5	884.6	3642.8

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.35	1.000	432.00	-474.52		
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		
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			374.87	1062.14
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			70.56	299.90
Live load Pressure	1.45	1.000			189.48	805.29
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	398.86	-319.09	0.00	0.00
Dead Force 2	1.50	1.000	202.83	-162.26	0.00	0.00
Live Force	1.45	1.000	389.57	-311.66	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
<b>Total</b>			1423.3	-1267.5	634.92	2167.3

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4628.79 kN	1423.26 kN
Shear force	T	884.55 kN	634.92 kN
Bending moment	M	2622.04 kNm	2323.05 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-2358 kN
Shear - section 2	$T_2$		548 kNm

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	920.00	-4671.51		
Soil Weight	1.00	1.000	1317.50	-10704.69		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	518.16	1813.55
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	71.06	373.07
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	246.74	1295.39
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-1024.30	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
<b>Total</b>			<b>3115.6</b>	<b>-18620.8</b>	<b>836.0</b>	<b>3482.0</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	320.00	-351.50		
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			339.56	962.10
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			57.53	244.49
Live load Pressure	1.25	1.000			199.74	848.91
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-268.67	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
<b>Total</b>			<b>1086.5</b>	<b>-964.7</b>	<b>596.83</b>	<b>2055.5</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3115.61 kN	1086.51 kN
Shear force	<b>T</b>	835.96 kN	596.83 kN
Bending moment	<b>M</b>	3554.88 kNm	2177.29 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-1996 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		375 kNm

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\theta}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	920.00	-4671.51		
Soil Weight	1.00	1.000	1317.50	-10704.69		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	1.25	1.000	387.50	-3148.44		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	518.16	1813.55
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	71.06	373.07
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	246.74	1295.39
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-1024.30	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	3503.1	-21769.2	836.0	3482.0
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	320.00	-351.50		
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			339.56	962.10
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			57.53	244.49
Live load Pressure	1.25	1.000			199.74	848.91
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	0.00	0.00
Live Force	1.25	1.000	335.84	-268.67	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
<b>Total</b>			1086.5	-964.7	596.83	2055.5

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3503.1 kN	1086.5 kN
Shear force	T	836.0 kN	596.8 kN
Bending moment	M	2731.4 kNm	2177.3 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-2194 kN
Shear - section 2	$T_2$		479 kNm

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\phi}$
SEIS	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	788.90	-4005.82		
Soil Weight	1.00	0.858	1129.76	-9179.28		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.858	95.70	-777.54		
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	711.49	2490.22
Dead 2 Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	97.58	512.27
Live load Pressure	0.20	1.143	0.00	0.00	54.21	284.60
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	253.35	-772.71	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.858	115.95	-353.65	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	61.39	-187.24	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				262.20	658.71
Soil Inertia	1.00				375.49	2346.80
<b>Total</b>			<b>2445.0</b>	<b>-15276.2</b>	<b>1501.0</b>	<b>6292.6</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	274.40	-301.41		
Soil Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.858				
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143			466.26	1321.07
Dead 2 Pressure	1.00	1.143			78.99	335.71
Live load Pressure	0.20	1.143			43.88	186.50
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	253.35	-202.68	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	0.858	115.95	-92.76	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	61.39	-49.11	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				91.20	305.31
Soil Inertia	1.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			<b>705.1</b>	<b>-646.0</b>	<b>680.33</b>	<b>2148.6</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2445.05 kN	705.09 kN
Shear force	<b>T</b>	1500.96 kN	680.33 kN
Bending moment	<b>M</b>	5686.63 kNm	2207.71 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-3690 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		683 kNm

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	920.00	-4671.51		
Soil Weight	1.00	1.000	1317.50	-10704.69		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	1.00	1.000	310.00	-2518.75		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	423.73	1483.07
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	58.11	305.09
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	161.42	847.47
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	268.67	-819.44	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	3358.4	-20934.7	643.3	2635.6
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	320.00	-351.50		
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	1.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			277.68	786.77
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			47.04	199.93
Live load Pressure	1.00	1.000			130.68	555.37
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	295.45	-236.36	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	268.67	-214.94	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
<b>Total</b>			<b>1019.3</b>	<b>-911.0</b>	<b>455.40</b>	<b>1542.1</b>

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3358.44 kN	1019.34 kN
Shear force	T	643.27 kN	455.40 kN
Bending moment	M	1851.59 kNm	1650.44 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-1711 kN
Shear - section 2	$T_2$		400 kNm

WALL H = 8.50 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	920.00	-4671.51		
Soil Weight	1.00	1.000	1317.50	-10704.69		
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	111.60	-906.75		
Live load Weight	0.00	0.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	423.73	1483.07
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	58.11	305.09
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	295.45	-901.12	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-412.42	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
<b>Total</b>			<b>2779.8</b>	<b>-17596.5</b>	<b>481.8</b>	<b>1788.2</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	320.00	-351.50		
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			277.68	786.77
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			47.04	199.93
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	295.45	-236.36	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	1.000	135.22	-108.18	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
<b>Total</b>			750.7	-696.0	324.73	986.7

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	2779.77 kN	750.67 kN
Shear force	<b>T</b>	481.85 kN	324.73 kN
Bending moment	<b>M</b>	870.30 kNm	1041.34 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-1210 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		315 kNm

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 192 di 229

### 6.3.6.1.5 Verifiche sezione base muro

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

WALL H = 8.50 m (P.) RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

#### Characteristics of the materials

Parameter	Sim b.	Unit	Value
Characteristic resistance	$f_{ck}$	Mpa	25
Safety factor	$\gamma_c$	-	1.5
Design resistance	$f_{cd}$	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	$f_{yk}$	MPa	450
Safety factor (steel)	$\gamma_s$	-	1.15
Design resistance (steel)	$f_{yd}$	MPa	391

#### Characteristics of reinforcement

Steel Layers	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	7	26	73
B side (layer 2)	0	0	123
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1927

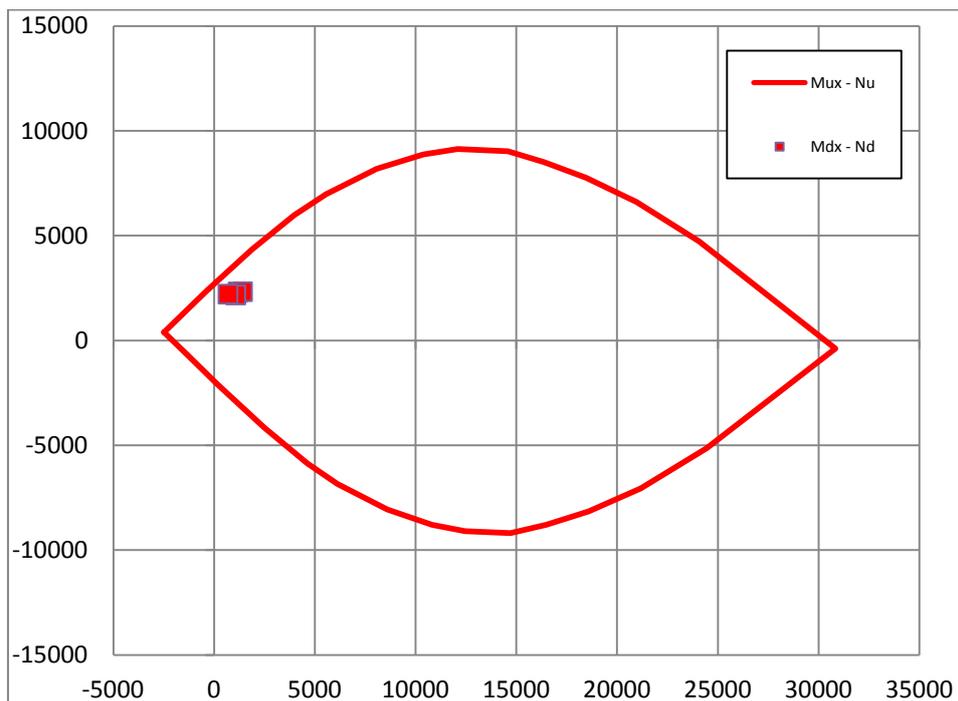
#### Geometric characteristics

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

Shear reinforcement	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Dir y	2.0	20	500

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	1207.85	1423.26	1086.51	1086.51	705.09
Shear	$V_{yEd}$	kN	634.92	634.92	596.83	596.83	680.33
Moment	$M_{xEd}$	kNm	2313.4	2323.05	2177.29	2177.29	2207.71
Shear Resistance	$V_{yRd}$	kN	838.2	838.2	838.2	838.2	838.2
Moment of ropture	$M_{xRd}$	kNm	3753.21	3942.3	3646.68	3646.68	3311.85
<b>Moment Ratio %</b>	<b><math>U_M</math></b>	-	<b>0.62</b>	<b>0.59</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.67</b>
<b>Shear Ratio % (no reinforc.)</b>	<b><math>U_{Ta}</math></b>	-					
<b>Shear Ratio % (concrete)</b>	<b><math>U_{Tc}</math></b>	-	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.10</b>
<b>Shear Ratio % (steel)</b>	<b><math>U_{Ts}</math></b>	-	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>	<b>0.71</b>	<b>0.71</b>	<b>0.81</b>
<b>Section check</b>	-	-	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00D12CLVI0600001B	Pag 194 di 229

### 6.3.6.1.6 Verifiche sezione platea di fondazione

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

WALL H =  $8.50 \frac{m}{(P.)}$  RC SECTION CHECK (SECTION 2)

#### Characteristics of the materials

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

#### Characteristics of reinforcement

Steel Layers	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	7	26	83
B side (layer 2)	0	0	0
B side (layer 3)	0	0	1867
B side (layer 4)	10	26	1917

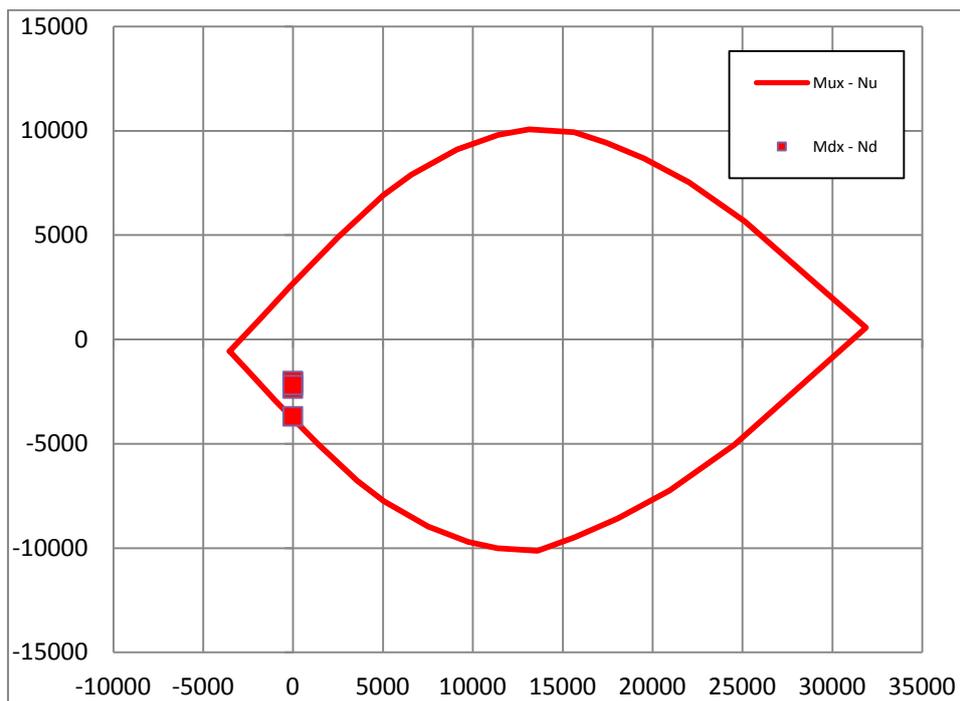
#### Geometric characteristics

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

ARMATURE A TAGLIO	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Dir y	2.0	20	500

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	371.4	547.71	375.39	478.79	682.65
Moment	$M_{xEd}$	kNm	-2054.54	-2358.35	-1996.24	-2194.21	-3690.43
Shear Resistance	$V_{yRd}$	kN	833.78	833.78	833.78	833.78	833.78
Moment of ropture	$M_{xRd}$	kNm	-3800.18	-3800.18	-3800.18	-3800.18	-3800.18
<b>Moment Ratio %</b>	<b><math>U_M</math></b>	-	<b>0.54</b>	<b>0.62</b>	<b>0.53</b>	<b>0.58</b>	<b>0.97</b>
<b>Shear Ratio % (no reinforc.)</b>	<b><math>U_{Ta}</math></b>	-					
<b>Shear Ratio % (concrete)</b>	<b><math>U_{Tc}</math></b>	-	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.05</b>	<b>0.07</b>	<b>0.10</b>
<b>Shear Ratio % (steel)</b>	<b><math>U_{Ts}</math></b>	-	<b>0.45</b>	<b>0.66</b>	<b>0.45</b>	<b>0.57</b>	<b>0.82</b>
<b>Section check</b>	-	-	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

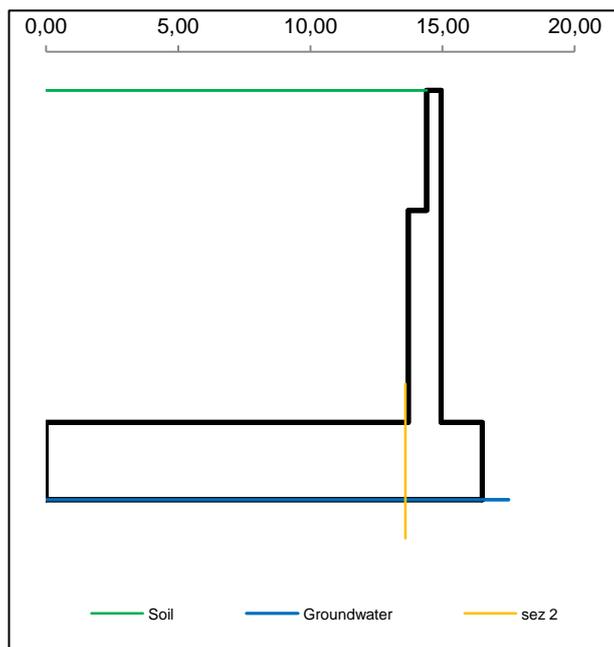
### 6.3.6.2 Muro andatore

#### 6.3.6.2.1 Dati di Input

WALL H = **8.61 m (Piles) SUMMARY OF DATA**

#### Geometric data

$y_m$	D	B
m	m	m
<b>0.00</b>		
<b>0.00</b>	<b>14.40</b>	<b>14.95</b>
<b>3.11</b>	<b>14.40</b>	<b>14.95</b>
<b>3.11</b>	<b>13.70</b>	<b>14.95</b>
<b>8.61</b>	<b>13.70</b>	<b>14.95</b>
<b>8.61</b>	<b>0.00</b>	<b>16.50</b>
<b>10.61</b>	<b>0.00</b>	<b>16.50</b>
Foundation Height		<b>8.61</b>
Global Height		<b>10.61</b>
Wall inclination (°)		
Wall extention		<b>7.65</b>



#### General data

Wall unit weight	kN/m <sup>3</sup>	<b>25.00</b>
Dead load 1	kN/m <sup>2</sup>	<b>0.00</b>
Dead load 2 (ballast)	kN/m <sup>2</sup>	<b>14.40</b>
Live load	kN/m <sup>2</sup>	<b>40.00</b>
Ground acceleration	g	<b>0.285</b>
Coefficient S		<b>1.00</b>
Decrease factor 1/r		<b>1.00</b>

#### Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	<b>25</b>
Concrete safety factor		<b>1.5</b>
Steel Characteristic Strength	Mpa	<b>450</b>
Steel safety factor		<b>1.15</b>

Concrete Design strength	Mpa	14.17
Steel Design strength	Mpa	391
Steel Limit strength (SLS)	Mpa	<b>337.5</b>

### Soil characteristics

Soil layer	$y_t$	$\rho_s$	$\varphi'$	$c'$	$c_u$
	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
1	0.00	20.00	38.00	0.00	0.00
	8.61	20.00	38.00	0.00	0.00
2	8.61	20.00	38.00	0.00	0.00
	10.61	20.00	38.00	0.00	0.00
3	10.61	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%	% $\varphi$
Groundwater upstream				10.61	m
Groundwater downstream				10.61	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
$\Delta$ Seismic force					

### Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
	H	B	c
<b>Geometric data</b>			
Dimensions and concrete cover	1250	1000	40
<b>Bending reinforcement</b>	$n_a$	$\phi_a$	d
Rear reinforcement (soil side)	10	26	77
B side (layer 2)	0	0	127
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1173
<b>Shear reinforcement</b>	$\phi_s$	$s_x$	$s_y$
Ties	24	500	500

### Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors							
			$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	
<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				
			$\gamma_{tan\phi}$	$\gamma_c$	$\gamma_\gamma$	$\gamma_{cu}$	
<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

### 6.3.6.2.2 Risultati

#### Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N <sub>s</sub>	T <sub>s</sub>	U <sub>Ts</sub>	M <sub>s</sub>	U <sub>Ms/σ</sub>	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	258	648	0.90	2241	0.924	OK
ULS2 STR	A1	M1	389	648	0.90	2231	0.896	OK
ULS3 GEO	A2	M2	258	609	0.84	2125	0.877	OK
ULS4 GEO	A2	M2	293	609	0.84	2115	0.866	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	221	676	0.93	2220	0.923	OK
SLS RARE	(1)	(1)	286	465		1588	257	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	258	333		1026	160	OK

#### EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

##### Horizontal pressure coefficient (M1)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K <sub>ah'</sub>	K <sub>ah</sub>
0.00	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
8.61	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
8.61	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
10.61	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.238	0.238
10.61	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
10.61	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 <sub>ah'</sub>	K <sub>ah</sub>
0.00	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
8.61	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
8.61	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
10.61	32.01	0.00	0.00	0.00	18.38		0.565	0.307
10.61	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382
10.61	26.56	0.00	0.00	0.00	18.38		0.687	0.382

### 6.3.6.2.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 8.61 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

#### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
	0.00							
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	42.76	-78.04	895.68	-8329.82
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	-0.03
1.0	8.61	13.70	14.95	20.0	171.87	-373.83	1507.00	-14542.52
1.0	8.61	0.00	16.50	20.0	0.00	-0.01	0.00	-0.02
1.0	10.61	0.00	16.50	20.0	825.00	-6806.25	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
<b>Total</b>					1039.64	-7258.13	2402.68	-22872.39

#### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	12.19	110.36	255.27	2311.46
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	0.01
1.0	8.61	13.70	14.95	20.0	48.98	232.68	429.49	2040.10
1.0	8.61	0.00	16.50	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	10.61	0.00	16.50	20.0	235.13	235.13	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
<b>Total</b>					296.30	578.16	684.76	4351.57

#### Soil Horizontal pressure (M1)

K <sub>ah</sub>	K <sub>av</sub> /K <sub>ah</sub>	γ <sub>t</sub>	y	p <sub>v</sub>	p <sub>h</sub>	S <sub>h</sub>	M <sub>rib</sub>	S <sub>v</sub>
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	8.61	172.20	66.18	284.92	1387.55	0.00
0.384	0.000	20.00	8.61	172.20	66.18	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	10.61	212.20	81.56	147.74	142.62	0.00
0.470	0.000	9.00	10.61	212.20	99.75	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.61	212.20	99.75	0.00	0.00	0.00

<b>Total</b>		432.66	1530.17	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			
0.384	0.000		8.61	40.00	15.37	132.37	834.57	0.00
0.384	0.000		8.61	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		10.61	40.00	15.37	30.75	30.75	0.00
0.470	0.000		10.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						163.11	865.32	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	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	8.61	172.20	80.93	348.41	1696.75	0.00
0.470	0.000	20.00	8.61	172.20	80.93	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	10.61	212.20	99.73	180.66	174.40	0.00
0.553	0.000	9.00	10.61	212.20	117.32	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.61	212.20	117.32	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						529.07	1871.15	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		8.61	40.00	18.80	161.86	1020.54	0.00
0.470	0.000		8.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.61	40.00	18.80	37.60	37.60	0.00
0.553	0.000		10.61	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.61	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						199.46	1058.14	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	y	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	8.61	172.20	97.27	418.74	2039.25	0.00
0.565	0.000	20.00	8.61	172.20	97.27	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	10.61	212.20	119.86	217.13	209.60	0.00
0.687	0.000	9.00	10.61	212.20	145.69	0.00	0.00	0.00

0.687	0.000	9.00	10.61	212.20	145.69	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						635.86	2248.84	0.00

Vertical load						
	y	D	B	load	P <sub>Q</sub>	M <sub>stab</sub>
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

**WALL H = 8.61 m (Piles) WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)**

### Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P <sub>muro</sub>	M <sub>stab</sub>	P <sub>terr</sub>	M <sub>stab</sub>
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	42.76	-11.76	43.54	-39.19
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.61	13.70	14.95	20.0	171.87	-107.42	0.00	0.00
0.0	8.61	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	10.61	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
<b>Total</b>					214.64	-119.18	43.54	-39.19

### Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I <sub>muro</sub>	M <sub>rib</sub>	I <sub>terr</sub>	M <sub>rib</sub>
	0.00							
1.0	0.00	14.40	14.95	20.0			0.00	0.00
1.0	3.11	14.40	14.95	20.0	12.19	85.98	12.41	87.54
1.0	3.11	13.70	14.95	20.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.61	13.70	14.95	20.0	48.98	134.71	0.00	0.00
0.0	8.61	0.00	16.50	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	10.61	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
<b>Total</b>					61.17	220.69	12.41	87.54

### Soil Horizontal pressure (M1)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	$y$	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.384	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.384	0.000	20.00	8.61	172.20	66.18	284.92	817.72	0.00
0.384	0.000	20.00	8.61	172.20	66.18	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000	20.00	8.61	172.20	66.18	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.61	190.20	89.41	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.61	190.20	89.41	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						284.92	817.72	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			
0.384	0.000		8.61	40.00	15.37	132.37	569.84	0.00
0.384	0.000		8.61	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.384	0.000		8.61	40.00	15.37	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						132.37	569.84	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	$y$	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.470	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.470	0.000	20.00	8.61	172.20	80.93	348.41	999.93	0.00
0.470	0.000	20.00	8.61	172.20	80.93	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	20.00	8.61	172.20	80.93	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.61	190.20	105.15	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.61	190.20	105.15	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						348.41	999.93	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		8.61	40.00	18.80	161.86	696.82	0.00
0.470	0.000		8.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		8.61	40.00	18.80	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.61	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.61	40.00	22.11	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						161.86	696.82	0.00

### Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

$K_{ah}$	$K_{av}/K_{ah}$	$\gamma_t$	$y$	$p_v$	$p_h$	$S_h$	$M_{rib}$	$S_v$
0.565	0.000	20.00	0.00	0.00	0.00			
0.565	0.000	20.00	8.61	172.20	97.27			
0.565	0.000	20.00	8.61	172.20	97.27	0.00	0.00	0.00
0.565	0.000	20.00	8.61	172.20	97.27	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	10.61	190.20	130.58	0.00	0.00	0.00
0.687	0.000	9.00	10.61	190.20	130.58	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>						418.74	1201.77	0.00

### Vertical load

	$y$	D	B	load	$P_Q$	$M_{stab}$
Dead load	0.00	13.70	14.40	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	13.70	14.40	40.00	28.00	-25.20

### 6.3.6.2.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M <sub>stab</sub>	T	M <sub>rib</sub>
Wall Weight	1.00	1.000	1039.64	-7258.13		
Soil Weight	1.00	1.000	2402.68	-22872.39		
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	584.09	2065.73
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	79.27	420.54
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	236.51	1254.71
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
<b>Total</b>			3753.4	-33023.2	899.9	3741.0

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M <sub>stab</sub>	T	M <sub>rib</sub>
Wall Weight	1.00	1.000	214.64	-119.18		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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			384.64	1103.92
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			71.48	307.71
Live load Pressure	1.45	1.000			191.93	826.26

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
<b>Total</b>			258.2	-158.4	648.05	2237.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3753.36 kN	258 kN
Shear force	<b>T</b>	899.88 kN	648 kN
Bending moment	<b>M</b>	1683.02 kNm	2241 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-10982 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1770 kNm

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS2 STR

Static condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR}$	$\gamma_{GR}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tano}$
A1	M1	1.35	1.35	1.50	1.45	1.45	1.00	0.00	1.00

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.35	1.000	1403.51	-9798.48		
Soil Weight	1.35	1.000	3243.62	-30877.73		
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	584.09	2065.73
Dead 2 Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	79.27	420.54
Live load Pressure	1.45	1.000	0.00	0.00	236.51	1254.71
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	
<b>Total</b>			5793.4	-51336.2	899.9	3741.0

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.35	1.000	289.76	-160.89		
Soil Weight	1.35	1.000	58.78	-52.90		
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	40.60	-36.54		
Soil Pressure	1.35	1.000			384.64	1103.92
Dead 2 Pressure	1.50	1.000			71.48	307.71
Live load Pressure	1.45	1.000			191.93	826.26
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
<b>Total</b>			389.1	-250.3	648.05	2237.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	5793.37 kN	389.14 kN
Shear force	T	899.88 kN	648.05 kN
Bending moment	M	200.08 kNm	2230.77 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-16739 kN
Shear - section 2	$T_2$		2759 kNm

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	1039.64	-7258.13		
Soil Weight	1.00	1.000	2402.68	-22872.39		
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	529.07	1871.15
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	71.81	380.93
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	249.33	1322.68
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
<b>Total</b>			<b>3649.7</b>	<b>-32059.0</b>	<b>850.2</b>	<b>3574.8</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	214.64	-119.18		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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			348.41	999.93
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			58.27	250.85
Live load Pressure	1.25	1.000			202.33	871.02
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
<b>Total</b>			258.2	-158.4	609.01	2121.8

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3649.68 kN	258.18 kN
Shear force	<b>T</b>	850.20 kN	609.01 kN
Bending moment	<b>M</b>	1625.66 kNm	2124.80 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-10561 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1701 kNm

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS4 GEO

Static condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\theta}$
A2	M2	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	0.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	1039.64	-7258.13		
Soil Weight	1.00	1.000	2402.68	-22872.39		
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	529.07	1871.15
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	71.81	380.93
Live load Pressure	1.25	1.000	0.00	0.00	249.33	1322.68
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	4369.7	-38755.0	850.2	3574.8
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	214.64	-119.18		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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	35.00	-31.50		
Soil Pressure	1.00	1.000			348.41	999.93
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			58.27	250.85
Live load Pressure	1.25	1.000			202.33	871.02
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
<b>Total</b>			293.2	-189.9	609.01	2121.8

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4369.7 kN	293.2 kN
Shear force	T	850.2 kN	609.0 kN
Bending moment	M	869.7 kNm	2115.2 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-13005 kN
Shear - section 2	$T_2$		2112 kNm

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors							
Combination		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR1}$	$\gamma_{GR2}$	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	$\gamma_{tan\phi}$
SEIS	M2	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.25

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	891.49	-6223.85		
Soil Weight	1.00	0.858	2060.30	-19613.07		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead Load 2 Weight	1.00	0.858	177.81	-1653.64		
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	726.48	2569.30
Dead 2 Pressure	1.00	1.143	0.00	0.00	98.60	523.06
Live load Pressure	0.20	1.143	0.00	0.00	54.78	290.59
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00
Dead Force 2	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				296.30	578.16
Soil Inertia	1.00				684.76	4351.57
<b>Total</b>			3129.6	-27490.6	1860.9	8312.7

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	0.858	184.05	-102.20		
Soil Weight	1.00	0.858	37.34	-33.60		
Water Weight (upstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.858	0.00	0.00		
Dead load 2 Weight	1.00	0.858				
Live load Weight	0.00	0.858	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.143			478.41	1373.02
Dead 2 Pressure	1.00	1.143			80.01	344.45
Live load Pressure	0.20	1.143			44.45	191.36
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00

Dead Force 2	1.00	0.858	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.20	1.143	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				61.17	220.69
Soil Inertia	1.00				12.41	87.54
<b>Total</b>			221.4	-135.8	676.45	2217.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3129.60 kN	221.39 kN
Shear force	<b>T</b>	1860.91 kN	676.45 kN
Bending moment	<b>M</b>	6641.33 kNm	2219.64 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-11278 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1621 kNm

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

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

Summary	$\gamma$	$(1\pm k_v)\psi_Q$	<b>N</b>	<b>M<sub>stab</sub></b>	<b>T</b>	<b>M<sub>rib</sub></b>
Wall Weight	1.00	1.000	1039.64	-7258.13		
Soil Weight	1.00	1.000	2402.68	-22872.39		
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	432.66	1530.17
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	58.72	311.51
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	163.11	865.32
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	4225.7	-37415.8	654.5	2707.0
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	214.64	-119.18		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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	28.00	-25.20		
Soil Pressure	1.00	1.000			284.92	817.72
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			47.65	205.14
Live load Pressure	1.00	1.000			132.37	569.84
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
<b>Total</b>			286.2	-183.6	464.94	1592.7

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4225.68 kN	286.18 kN
Shear force	T	654.49 kN	464.94 kN
Bending moment	M	153.10 kNm	1587.99 kNm
Bending moment - section 2	$M_2$		-12149 kN
Shear - section 2	$T_2$		2003 kNm

WALL H = 8.61 m (Piles) STRESS ON THE WALL IN SLS QUASIP

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

Summary	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	1039.64	-7258.13		
Soil Weight	1.00	1.000	2402.68	-22872.39		
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	432.66	1530.17
Dead 2 Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	58.72	311.51
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
<b>Total</b>			<b>3649.7</b>	<b>-32059.0</b>	<b>491.4</b>	<b>1841.7</b>

Summary (base of the wall)	$\gamma$	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	$M_{stab}$	T	$M_{rib}$
Wall Weight	1.00	1.000	214.64	-119.18		
Soil Weight	1.00	1.000	43.54	-39.19		
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			284.92	817.72
Dead 2 Pressure	1.00	1.000			47.65	205.14
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
Soil Inertia	0.00				0.00	0.00
<b>Total</b>			258.2	-158.4	332.57	1022.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	<b>N</b>	3649.68 kN	258.18 kN
Shear force	<b>T</b>	491.38 kN	332.57 kN
Bending moment	<b>M</b>	-107.42 kNm	1025.85 kNm
Bending moment - section 2	<b>M<sub>2</sub></b>		-9827 kN
Shear - section 2	<b>T<sub>2</sub></b>		1647 kNm

### 6.3.6.2.5 Verifiche sezione base muro

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

WALL H = **8.61 m (P.)** RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)

#### Characteristics of the materials

Parameter	Sim b.	Unit	Value
Characteristic resistance	$f_{ck}$	Mpa	25
Safety factor	$\gamma_c$	-	1.5
Design resistance	$f_{cd}$	MPa	16.7
Characteristic resistance (steel)	$f_{yk}$	MPa	450
Safety factor (steel)	$\gamma_s$	-	1.15
Design resistance (steel)	$f_{yd}$	MPa	391

#### Geometric characteristics

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

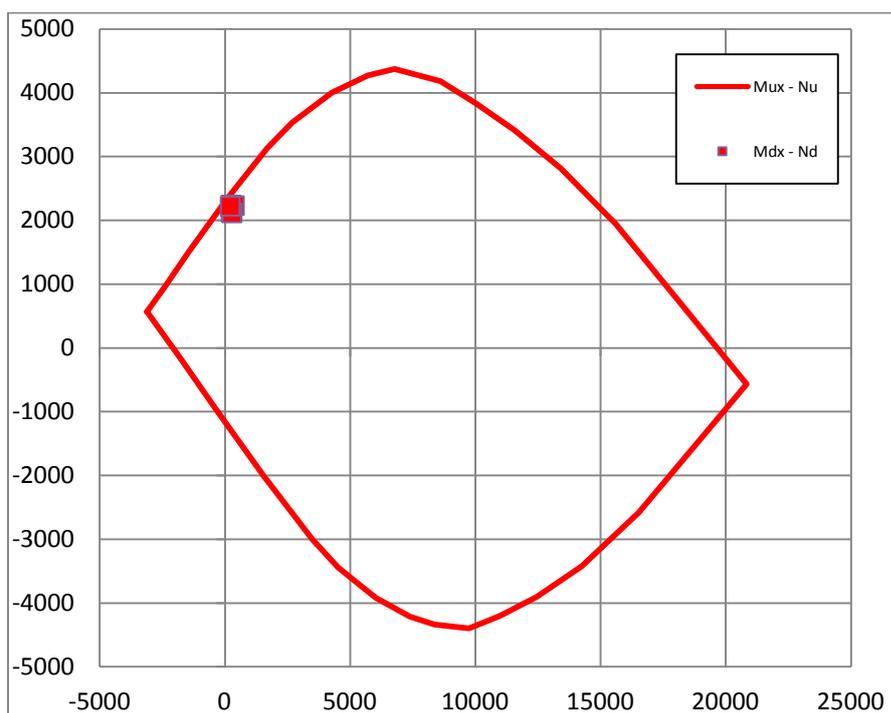
#### Characteristics of reinforcement

Steel Layers	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	10	26	77
B side (layer 2)	0	0	127
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1173

Shear reinforcement	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Dir y	2.0	24	500

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	258.18	389.14	258.18	293.18	221.39
Shear	$V_{yEd}$	kN	648.05	648.05	609.01	609.01	676.45
Moment	$M_{xEd}$	kNm	2240.88	2230.77	2124.8	2115.18	2219.64
Shear Resistance	$V_{yRd}$	kN	723.95	723.95	723.95	723.95	723.95
Moment of ropture	$M_{xRd}$	kNm	2424.17	2488.76	2424.17	2441.43	2406.02
<b>Moment Ratio %</b>	<b><math>U_M</math></b>	-	<b>0.92</b>	<b>0.90</b>	<b>0.88</b>	<b>0.87</b>	<b>0.92</b>
<b>Shear Ratio % (no reinforc.)</b>	<b><math>U_{Ta}</math></b>	-					
<b>Shear Ratio % (concrete)</b>	<b><math>U_{Tc}</math></b>	-	<b>0.15</b>	<b>0.15</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>	<b>0.16</b>
<b>Shear Ratio % (steel)</b>	<b><math>U_{Ts}</math></b>	-	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	<b>0.84</b>	<b>0.84</b>	<b>0.93</b>
<b>Section check</b>	-	-	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

### 6.3.6.3 Pali

#### 6.3.6.3.1 Stato di sollecitazione

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>	<i>6850</i>	<i>1717</i>	<i>1321</i>	<i>4043</i>
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	<i>8332</i>	<i>3331</i>	<i>1319</i>	<i>4035</i>
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	<i>6423</i>	<i>1695</i>	<i>1248</i>	<i>3820</i>
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	<i>6673</i>	<i>2359</i>	<i>1247</i>	<i>3815</i>
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	<i>6614</i>	<i>-64</i>	<i>2240</i>	<i>6854</i>
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	<i>6032</i>	<i>2418</i>	<i>959</i>	<i>2934</i>
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	<i>(1)</i>	<i>(1)</i>	<i>4755</i>	<i>2018</i>	<i>717</i>	<i>2194</i>

6.3.6.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Pmax

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaBnmax

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> 8332 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 4035 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> 9,129 kN m  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 3.264 ‰  
d 138 cm  
x 71.41 x/d 0.5175  
δ 1

Dominio M-N

File

M [kNm]

N [kN]

M-NRd  
M-NEd

Sollecitazioni

N	N [kN]	M [kNm]
1	8332	4035

Aggiunge

Valori Infittisci punti

Pmin

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaBnminEmmax

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> -64 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 6854 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

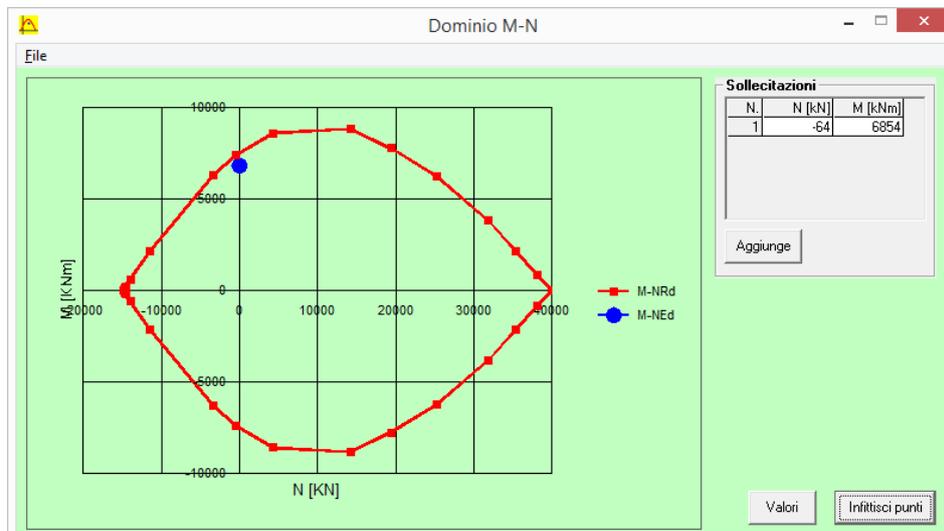
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> 7,545 kN m  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 7.119 ‰  
d 138 cm  
x 45.48 x/d 0.3296  
δ 0.852



Mmax

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaBnminEmmax

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> -64 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 6854 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

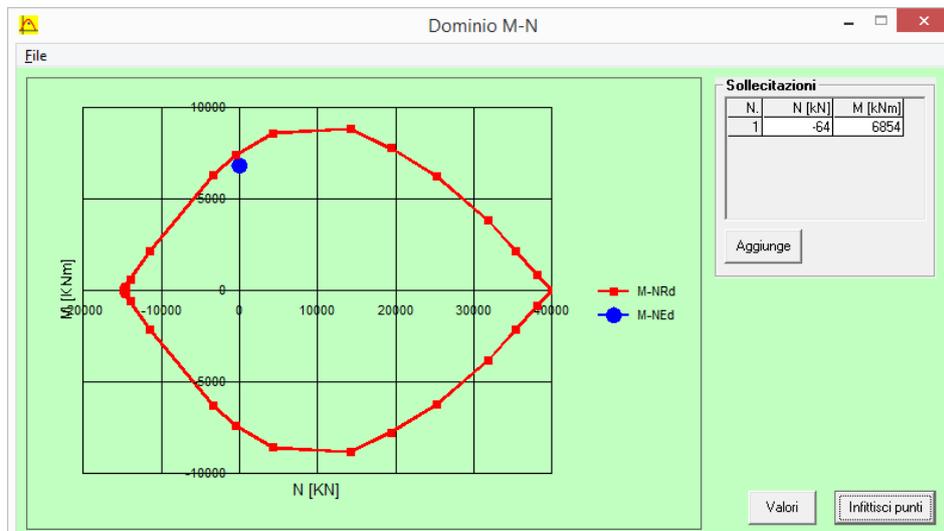
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> 7,545 kN m  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 7.119 ‰  
d 138 cm  
x 45.48 x/d 0.3296  
δ 0.852



### 6.3.6.4 Verifiche SLE – Tensionale

#### Quasi Permanente

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaBqperm

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> 0 2018 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 2194 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 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

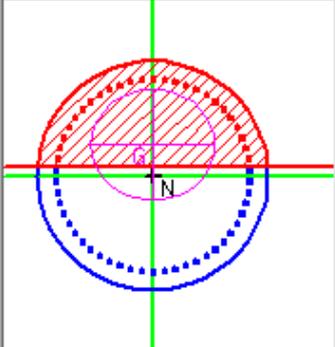
Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  14.17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

$\sigma_c$  -6.873 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  101.2 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.506 ‰  
d 138 cm  
x 69.64 x/d 0.5046  
 $\delta$  1

Vertici: 52  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso



$$\sigma_c = 6.873 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

Verifica C.A. S.L.U. - File: spallaBRARA

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 75 [cm]  
Raggio interno 0 [cm]  
N° barre uguali 54  
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<sub>Ed</sub> 0 2418 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 2934 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 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

Materiali

B450C		C25/30	
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200,000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	14.17
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.6
		$\tau_{c1}$	1.829

$\sigma_c$  -9.158 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  142.4 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.712 ‰  
d 138 cm  
x 67.76 x/d 0.491  
 $\delta$  1

Vertici: 52  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

$$\sigma_c = 9.158 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 142.4 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75f_{yk} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### 6.3.6.4.1 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  $b_e = 0.9 * D$

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

D = diametro

d = altezza utile

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>2240</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1350</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>1090</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>54.0</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>30</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>120</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>4</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>20</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>150</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	<b>45</b>
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$f_{ck}/\gamma_c$	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00

20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	955
21	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	$mm^2$	38,170
22	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.02000
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.45763
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.308
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.308
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
32	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.644
33	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>831</b>
34	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>		<b>armatura NECESSARIA</b>
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rd,max}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rd,max}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>4,835</b>
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	2.158
30	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,max}</math></b>		<b>OK</b>
35	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	$mm^2$	1,257
36	Resistenza a taglio dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta)\text{sen}\alpha$		1.000
37	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rd,s}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>2,818</b>
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.258
41	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,cs}</math></b>		<b>OK</b>
42	<b>Verifica a taglio sulla sezione</b>				<b>OK</b>

### 6.3.6.4.2 Verifiche portanza palo

Il carico assiale di riferimento agente sul palo è pari a  $N = 6673$  kN (cfr. tab. Par. 6.3.6.3.1). La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 35.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale: IN0D00DI2RBVI0600001B.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: VIADOTTO "SAN BONIFACIO 2" <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE E SPALLE</b>	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. <b>IN0D00D12CLVI0600001B</b>	Pag 226 di 229

## 7 APPARECCHI DI APPOGGIO

### 7.1 SPOSTAMENTI

L'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio è valutata nella seguente maniera.

#### 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;

#### Impalcato in c.a.p. (25 m)

$$E_{L,max} = 13.2 \text{ mm}$$

#### Impalcato in acciaio-clc (40 m)

$$E_{L,max} = 21.5 \text{ mm}$$

## 7.2 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)

$$E_s = 17 \text{ mm}$$

### Impalcato in acciaio-cls (40 m)

$$E_s = 21 \text{ mm}$$

## 7.3 SOLLECITAZIONI

### 7.3.1 Condizione Statica

#### Impalcato in c.a.p. (25 m)

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3852	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3844	-	-

F	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3479	1731	573

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3477	-	-

F	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3304	1755	573

Ux	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3303	-	1095

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3356	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3353	-	-

### Impalcato in acciaio-clt (40 m)

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3311	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3343	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-4202	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-4333	-	-

F	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3464	2984	1196

Ux	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2893	-	1869

F	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3402	2968	1274

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3293	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3998	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3910	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2953	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2862	-	-

### 7.3.2 Condizione Sismica

#### Impalcato in c.a.p. (25 m)

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2611	-	-

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2525	-	-

F	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2146	3507	1999

M	F <sub>V</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2147	-	-

F	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2127	3503	1999

Ux	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2129	-	3546

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2570	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2483	-	-

### Impalcato in acciaio-clc (40 m)

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2270	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2753	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2635	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-3366	-	-

F	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2599	6378	3060

Ux	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-1528	-	7076

F	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2579	6371	3056

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2960	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2616	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2195	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2258	-	-

M	F <sub>v</sub> [kN]	F <sub>L</sub> [kN]	F <sub>T</sub> [kN]
	-2189	-	-