

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

NV NUOVA VIABILITA' INTERFERENZE VIARIE

NV01 - PONTE STRADA PORCILANA DI LUCE 465m DA KM 0+627 A Km 1+092

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA:
ATI bonifica 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 N V 5 0 0 4 0 0 1 A

ATI bonifica	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data
	Ing.F.P. Bocchetto	Maggio 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 Maggio 2015

File:IN0D00D12CLNV5004001A_00A.DOCX	CUP.: J41E9100000009	
	CIG.: 3320049F17	n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	6
1.1	OGGETTO	6
1.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
1.3	DATI GENERALI	10
1.4	ELABORATI DI RIFERIMENTO	10
1.5	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	11
1.6	MATERIALI E PRESCRIZIONI RELATIVE.....	12
1.6.1	Calcestruzzo	12
1.6.2	Acciaio.....	15
1.7	CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	15
2	AZIONI SULLE STRUTTURE.....	16
2.1	CARICHI TRASMESSI DAGLI IMPALCATI.....	16
2.2	CARICHI DIRETTI SULLE SOTTOSTRUTTURE.....	16
3	ANALISI DEI CARICHI	17
3.1	PERMANENTI STRUTTURALI	17
3.1.1	Impalcato acciaio-clt 25.0 m	17
3.1.2	Impalcato acciaio-clt 192.0 m	18
3.2	PERMANENTI PORTATI	19
3.3	VENTO.....	21
3.3.1	Impalcato acciaio-clt 25.0 m	22

3.3.2	Impalcato acciaio-clt 192.0 m	23
3.4	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI	24
3.5	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI	26
3.5.1	Accelerazione / Frenatura	26
3.5.1.1	Impalcato acciaio-clt 25.0 m.....	26
3.5.1.2	Impalcato acciaio-clt 192.0 m.....	27
3.5.2	Azione accidentale – Urto.....	27
3.5.3	Azione a lungo termine.....	27
3.5.3.1	Ritiro	28
3.5.3.2	Viscosità	30
3.6	TEMPERATURA	32
3.7	AZIONE SISMICA	33
3.8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	35
3.9	Gruppi di carico	35
3.10	Combinazioni.....	37
4	MODELLAZIONE	38
4.1	PILE	38
4.2	IMPALCATI	39
4.2.1	Impalcato acciaio-clt 25.0 m	39
4.2.2	Impalcato acciaio-clt 192.0 m	41
4.3	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	43
4.3.1	Impalcato acciaio-clt 25.0 m	43
4.3.2	Impalcato acciaio-clt 192.0 m	43
4.4	SPALLE.....	44

5	SOTTOSTRUTTURE	45
5.1	PILA 12	48
5.1.1	Fusto	49
5.1.1.1	Stato di sollecitazione	49
5.1.1.2	Verifiche SLU - Flessione.....	49
5.1.1.3	Verifiche SLU – Taglio	51
5.1.1.4	Verifiche SLE – Tensionale.....	53
5.1.2	Platea di fondazione.....	54
5.1.2.1	Stato di sollecitazione	55
5.1.2.2	Verifiche SLU – Flessione.....	63
5.1.2.3	Verifiche SLU – Taglio	66
5.1.2.4	Verifiche SLU – Fessurazione.....	68
5.1.2.5	Verifiche SLE – Tensionale.....	69
5.1.3	Pali	71
5.1.3.1	Stato di sollecitazione	72
5.1.3.2	Verifiche SLU – Flessione.....	73
5.1.3.3	Verifiche SLU – Taglio	76
5.1.3.4	Verifiche portanza palo	78
5.2	SPALLE.....	79
5.2.1	Riepilogo dati (Summary of data)	79
5.2.2	Riepilogo risultati (Summary of results)	82
5.2.3	Calcolo delle sollecitazioni (Stress on the wall)	86
5.2.4	Verifica delle sezioni.....	87
5.2.5	SPALLA B	88

5.2.5.1	Muro frontale.....	89
5.2.5.1.1	Dati di Input.....	89
5.2.5.1.2	Risultati	92
5.2.5.1.3	Caratteristiche azioni.....	94
5.2.5.1.4	Stato di sollecitazione	99
5.2.5.1.5	Verifiche sezione base muro	110
5.2.5.1.6	Verifiche sezione platea di fondazione	112
5.2.5.2	Muro andatore.....	114
5.2.5.2.1	Dati di Input.....	114
5.2.5.2.2	Risultati	117
5.2.5.2.3	Caratteristiche azioni.....	118
5.2.5.2.4	Stato di sollecitazione	123
5.2.5.2.5	Verifiche sezione base muro	132
5.2.5.3	Pali.....	134
5.2.5.3.1	Stato di sollecitazione	134
5.2.5.3.2	Verifiche SLU – Flessione	135
5.2.5.3.3	Verifiche SLU – Taglio	138
5.2.5.3.4	Verifiche portanza palo.....	140

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 6 di 140

1 PREMESSA

1.1 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto la verifica strutturale delle opere previste per la realizzazione del Ponte stradale “Porcilana”, 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 Ponte ha una lunghezza complessiva in asse di 467,0 m tra le progressive 0+627.27 e 1+092.27, ed è composto da 11 campate di luce pari a 25,0 m, e da una campata continua lunga complessivamente 192,0 m. Sull’asse principale si innestano due rampe, la rampa 2 e la rampa 3 di lunghezze complessive rispettivamente di 49,04 m e 75,00 m. La rampa 2 si sviluppa tra le progressive 0+052.15 e 0+101.19 ed è composto da 1 campata di luce pari a 25,0 m e 1 campata da 24,04 m, mentre la rampa 3 si sviluppa tra le progressive 0+123.12 e 0+148.12 ed è composto da 3 campate di luce pari a 25,0 m.

L’impalcato da 25 m, relativo all’asse principale, è costituito da 3 travi metalliche e dal getto di completamento in opera della soletta in c.a..

L’impalcato continuo da 192,0 m è costituito da 4 travi metalliche a sezione variabile e dal getto di completamento in opera della soletta in c.a..

Gli impalcati delle rampe sono costituiti da 2 travi metalliche e dal getto di completamento in opera della soletta in c.a..

Le caratteristiche geometriche del viadotto sono riportate nella seguente tabella.

Caratteristiche Impalcati

Parte d'Opera	I [m]	B [m]	L [m]
Impalcato SA – P11	25.00	12.90	22.80
Impalcato P11 – SB	192.00	12.90	55.20 / 80.00 / 55.20
Impalcato Rampa 2 SA – P1	25.00	8.40	22.80
Impalcato Rampa 2 P1 – P2	24.04	8.40	23.24
Impalcato Rampa 3 P1 – SB	25.00	8.40	22.80

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 /Φ _s [m]	b _s [m]	H _s [m]	n _{pali}	D _{pali} [m]	L _{pali} [m]
Spalla A	12.00	14.40	2.00	-	-	5.50	9	1.20	50.0
Pila 1	7.50	7.50	2.00	2.5	-	5.50	4	1.20	40.0
Pila 2	7.50	7.50	2.00	2.5	-	6.00	4	1.20	40.0
Pila 3	9.40	9.40	2.00	2.5	-	6.50	4	1.20	40.0
Pila 4	9.40	9.40	2.00	2.5	-	7.00	4	1.20	40.0
Pila 5	9.40	9.40	2.00	2.5	-	7.50	4	1.20	45.0
Pila 6	9.40	9.40	2.00	2.5	-	8.00	4	1.20	45.0
Pila 7	9.40	15.80	2.00	2.5	-	8.00	8	1.20	45.0
Pila 8	9.40	15.80	2.00	2.5	-	8.50	8	1.20	45.0
Pila 9	9.40	15.80	2.00	2.5	-	8.50	8	1.20	45.0
Pila 10	7.50	12.00	2.00	2.5	-	9.00	6	1.20	50.0
Pila 11	7.50	12.00	2.00	2.5	-	9.50	6	1.20	50.0
Pila 12	9.40	15.80	2.00	2.5	-	9.00	8	1.20	50.0
Pila 13	9.40	15.80	2.00	2.5	-	8.50	8	1.20	50.0
Spalla B	12.00	14.40	2.00	-	-	5.50	9	1.20	50.0
Spalla A – RAMPA 2	9.40	10.50	2.00	-	-	4.50	5	1.20	45.0

Parte d'Opera	A _F [m]	B _F [m]	h _F [m]	a _s /Φ _s [m]	b _s [m]	H _s [m]	n _{pali}	D _{pali} [m]	L _{pali} [m]
Pila 1 – RAMPA 2	9.40	9.40	2.00	2.5	-	7.00	5	1.20	45.0
Pila 2 – RAMPA 2	9.40	9.40	2.00	2.5	-	8.00	5	1.20	45.0
Pila 3 – RAMPA 3	9.40	9.40	2.00	2.5	-	6.00	5	1.20	40.0
Spalla B – RAMPA 3	9.40	9.40	2.00	-	-	3.49	5	1.20	40.0

A_F Dimensione longitudinale fondazione;

B_F Dimensione trasversale fondazione;

h_F Spessore fondazione;

a_s/Φ_s Dimensione longitudinale allo spiccato/ diametro pila circolare;

b_s Dimensione trasversale allo spiccato;

H_s Altezza pila tra estradosso fondazione ed estradosso pulvino.

n_{pali} Numero pali

D_{pali} Diametro pali

L_{pali} Lunghezza pali

1.3 DATI GENERALI

Longitudine	11.259334
Latitudine	45.387561
Altitudine media	150 m.s.l.m.
Vita nominale dell'opera	Vn = 100 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso	C _U = 1.0
Periodo di riferimento	V _R = 100 anni

1.4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

GENERALE (PONTE "PORCILANA"):

-IN0D00DI2RBNW0100001A - RELAZIONE GEOTECNICA

IMPALCATO DA 25M:

- **IN0D00DI2BZNV0105020A** – IMPALCATO ACCIAIO-CLS L=25.0 M
- **IN0D00DI2BZNV0105018A** - CARPENTERIA IMPALCATO PARTE 1
- **IN0D00DI2CLNV0106002A** - RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO ACCIAIO-CLS L= 25.0M
- **IN0D00DI2DZNV0106001A** – APPOGGI GIUNTI E DETTAGLI DI PIATTAFORMA – PARTE 1
- **IN0D00DI2DZNV0100001A** – FASI ESECUTIVE, SCAVI E OPERE PROVVISORIALI – PARTE 1

IMPALCATO CONTINUO L=192 M:

- **IN0D00DI2BZNV0105014A** - IMPALCATO CONTINUO ACCIAIO-CLS L=192 M PIANTE PROSPETTO E SEZIONI
- **IN0D00DI2BZNV0105015A** - IMPALCATO CONTINUO ACCIAIO-CLS L=192 M DIAFRAMMI
- **IN0D00DI2BZNV0105019A** - CARPENTERIA IMPALCATO PARTE 2
- **IN0D00DI2DZNV0106002A** – APPOGGI GIUNTI E DETTAGLI DI PIATTAFORMA – PARTE 2
- **IN0D00DI2DZNV0100002A** – FASI ESECUTIVE, SCAVI E OPERE PROVVISORIALI – PARTE 2

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 11 di 140

1.5 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

LEGGE n. 1086 05.11.1971

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

LEGGE n. 64 02.02.1974

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

DPR n. 301 20.10.2001

Testo unico in materia edilizia

Ministero dei LL.PP – D.M. 14.01.2008

Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare 2 Febbraio 2009 n.617

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

CNR – DT 207/2008

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

RFI DTC INC PO SP IFS 001 A

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

EC3 - UNI EN 1993-1-1:2005

1.6 MATERIALI E PRESCRIZIONI RELATIVE

1.6.1 Calcestruzzo

Magroni

Classe di resistenza	C12/15
Classe di esposizione	X0

Pali di fondazione

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

Fondazione spalle e pile

Classe di resistenza	C25/30	
Classe di esposizione	XC2	
Classe di consistenza	S3	
Max Rapporto a/c	0.6	
Diametro max. Aggregato	32	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	31476	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	2.56	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	1.80	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.20	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.08	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.15	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{cfk}/1,5$	14.17	N/mm ²
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	40	mm

Elevazione spalle e pile

Classe di resistenza	C32/40	
Classe di esposizione	XC4	
Classe di consistenza	S3	
Max Rapporto a/c	0.5	
Diametro max. Aggregato	25	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	33346	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm ²

Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	18.13	N/mm ²
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	35	mm

Baggioli e ritegni

Classe di resistenza	C32/40	
Classe di esposizione	XC3	
Classe di consistenza	S4	
Max Rapporto a/c	0.55	
Diametro max. Aggregato	25	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0,3}$	33346	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{ck}/1,5$	18.13	N/mm ²
Tipo cemento	CEM I-V*	
Copriferro	35	mm

1.6.2 Acciaio

Armatura lenta

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

Carpenteria Metallica

Tipo di acciaio travi ($s \leq 40$ mm)	S355J2G3
Tipo di acciaio travi ($s \geq 40$ mm)	S355K2G3
Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk}	355 N/mm ²
Resistenza caratteristica di rottura f_{tk}	510 N/mm ²
Modulo Elastico	210000 N/mm ²

1.7 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Per quanto riguarda i parametri geotecnici – geologici si rimanda alla relazione specifica IN0D00DI2RBNW0100001A.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 16 di 140

2 AZIONI SULLE STRUTTURE

2.1 CARICHI TRASMESSI DAGLI IMPALCATI

- Per l'impalcato da 25 m in acciaio-clc i carichi agenti sono integrati nel modello dell'impalcato stesso descritto nella relazione IN0D00DI2CLNV0106002A, cui si rimanda per riferimento, ed inserito integralmente nel modello complessivo con le sottostrutture.
- Per l'impalcato da 192 m acciaio-clc i carichi agenti sono integrati nel modello dell'impalcato stesso descritto nella relazione IN0D00DI2CLNV0106001A, 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. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** dell'analisi dei carichi.

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

3 ANALISI DEI CARICHI

3.1 PERMANENTI STRUTTURALI

3.1.1 Impalcato acciaio-clt 25.0 m

La valutazione dei carichi permanenti strutturali in acciaio è condotta mediante l'ausilio del software di calcolo impostando come densità del materiale $\rho=7850+5\% \text{ kg/m}^3$, in modo da poter tenere in conto anche del peso dovuto alla presenza dei giunti, fazzoletti, bulloni.

L'effetto di tali carichi sarà indicato nel seguito con G_s .

Il peso proprio della soletta è invece valutato come carico uniformemente distribuito sulle travi calcolate in base all'area di influenza della singola trave, considerando il momento torcente dovuto allo sbalzo della soletta sulle travi di bordo.

	Getto Soletta			
	A	b	f	m
	m^2	m	kN/m	kNm/m
Trave 1	1,335	0,225	33,38	7,51
Trave 2	1,2	0	30,00	0,00
Trave 3	1,335	0,225	33,38	7,51
Area Soletta	3,87			
Peso Soletta/m	96,75	kN/m		

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 18 di 140

3.1.2 Impalcato acciaio-clt 192.0 m

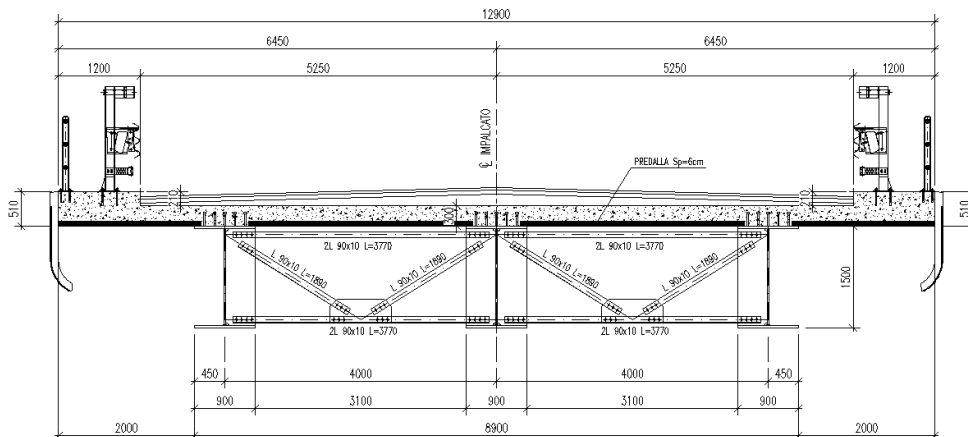
La valutazione dei carichi permanenti strutturali in acciaio è condotta mediante l'ausilio del software di calcolo impostando come densità del materiale $\rho=7850+5\%$ kg/m³, in modo da poter tenere in conto anche del peso dovuto alla presenza dei giunti, fazzoletti, bulloni.

L'effetto di tali carichi sarà indicato nel seguito con G_s .

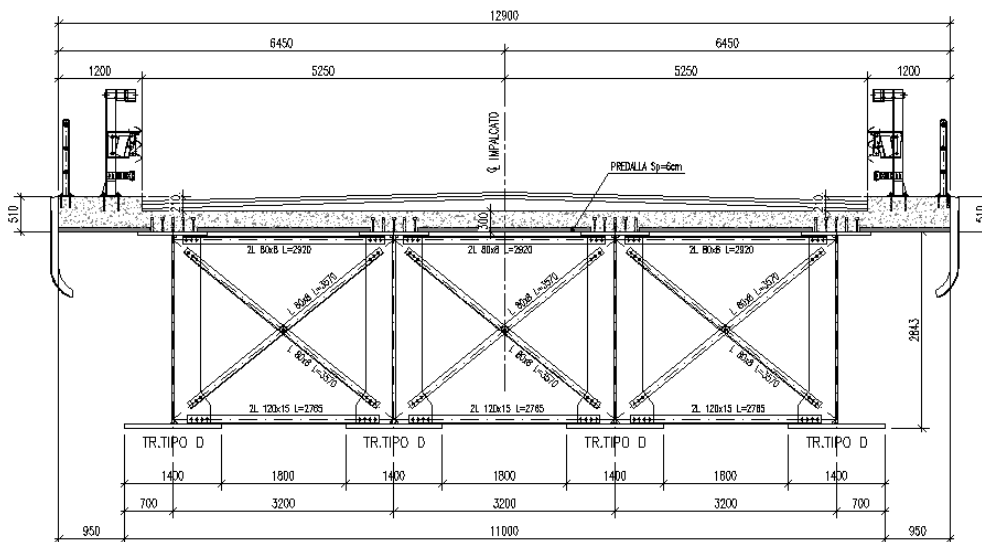
Il peso proprio della soletta è invece valutato come carico uniformemente distribuito sulle travi calcolate in base all'area di influenza della singola trave, considerando il momento torcente dovuto allo sbalzo della soletta sulle travi di bordo.

	Getto Soletta			
	A	b	f	m
	m²	m	kN/m	kNm/m
Trave 1	1,027	0,325	25,68	8,34
Trave 2	1,251	0	31,28	0,00
Trave 3	1,251	0	31,28	0,00
Trave 4	1,027	0,325	25,68	8,34
Area soletta	4,556			
Peso soletta/m	113,9	kN/m		

3.2 PERMANENTI PORTATI



Sezione Impalcato L=25.0 m



Sezione Impalcato L=192.0 m

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 20 di 140

Come mostrato in Fig., la sezione trasversale del ponte è caratterizzata da una sede stradale di 10.5 m di larghezza e di spessore medio pari a 10 cm. I due cordoli laterali prevedono il passaggio pedonale per cui si dispongono le relative protezioni a scopo manutentivo. I relativi carichi sono riportati nella tabella seguente:

		kN/m
<i>Cordolo</i>	x2	6.3
<i>Sicurveda</i>	x2	3
<i>Barriera esterna</i>	x2	1
<i>Veletta</i>	x2	4.375
<i>Pavimentazione</i>		31.5
Totale		60.85

L'effetto di tali carichi sarà indicato nel seguito con G_p . Questi saranno applicati al modello come carichi sulla soletta in calcestruzzo.

3.3 VENTO

L'azione del vento agente sulla struttura in direzione trasversale è valutata secondo quanto previsto in NTC 2008. In favore di sicurezza si considera anche l'azione del vento nella direzione verticale ed il suo conseguente effetto torcente.

Zona	1		Tab. 3.3.I
as	53	m	
vb0	25	m/s	
a0	1000	m	
ks	0.01	1/s	
vb	25	as<a0	Par. 3.3.1
qb	390.625	N/m ²	Par. 3.3.4
Cl. Rugosità	D		Tab. 3.3.III
Cat. Expo	II		
kr	0.19		Tab. 3.3.II
z0	0.05	m	
zmin	4	m	
z	8	m	
ct	1		
ce	2.21		(3.3.5)
cp	1		3.3.4
cd	1		3.3.8
p	864.19	N/m ²	(3.3.2)
	0.86	kN/m ²	

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 22 di 140

L'azione orizzontale è applicata interamente ai nodi di bordo della soletta, mentre l'effetto torcente dovuto al disassamento tra il punto di applicazione del carico ed il baricentro della soletta è dato come coppia torcente ripartita sulle travi.

3.3.1 Impalcato acciaio-clc 25.0 m

Vento Y

Luce	25	m	
Htr	1.5	m	altezza trave
Hsol	0.3	m	altezza soletta
Hi	3.00	m	altezza sagoma veicoli
Htot	4.80	m	ingombro totale
br	0.75	m	braccio tra baricentro soletta e baricentro forza del vento

Carichi distribuiti

fs	4.15	kN/m	forza orizzontale sulla soletta
Mt	3.11	kNm/m	momento torcente sull'impalcato

Vento Z - EC

b	12.9	m	
dtot	3.00	m	tab. 8.1 pag. 90
b/dtot	4.30		
cfz	0.58		par. 8.3.3 pag. 91
Fz	0.50	kN/m ²	pressione uniforme sull'impalcato
e	3.225	m	eccentricità
Mz	20.85	kNm/m	momento torcente

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA		
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO		
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE		
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.		Pag. 23 di 140
	IN0D00DI2CLNV5004001A		

3.3.2 Impalcato acciaio-clt 192.0 m

Vento Y

Luce	190	m	
Htr	2,3	m	altezza trave
Hsol	0,43	m	altezza soletta
Hi	3,00	m	altezza sagoma veicoli
Htot	5,73	m	ingombro totale
br	0,35	m	braccio tra baricentro soletta e baricentro forza del vento

Carichi distribuiti

fs	4,95	kN/m	forza orizzontale sulla soletta
Mt	1,73	kNm/m	momento torcente sull'impalcato

Vento Z - EC

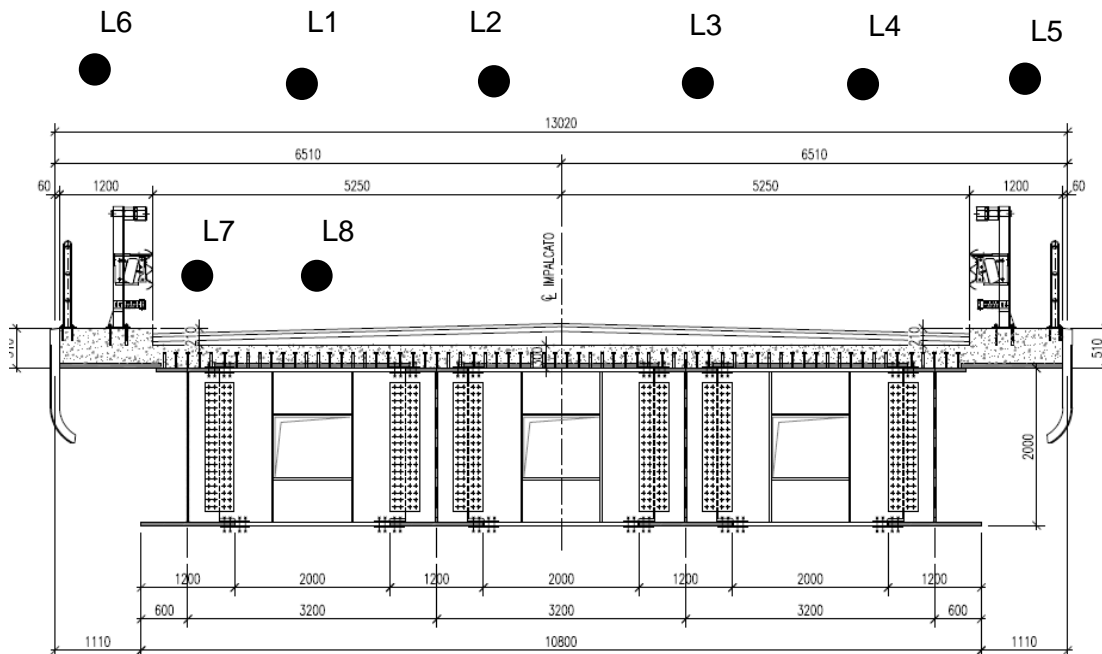
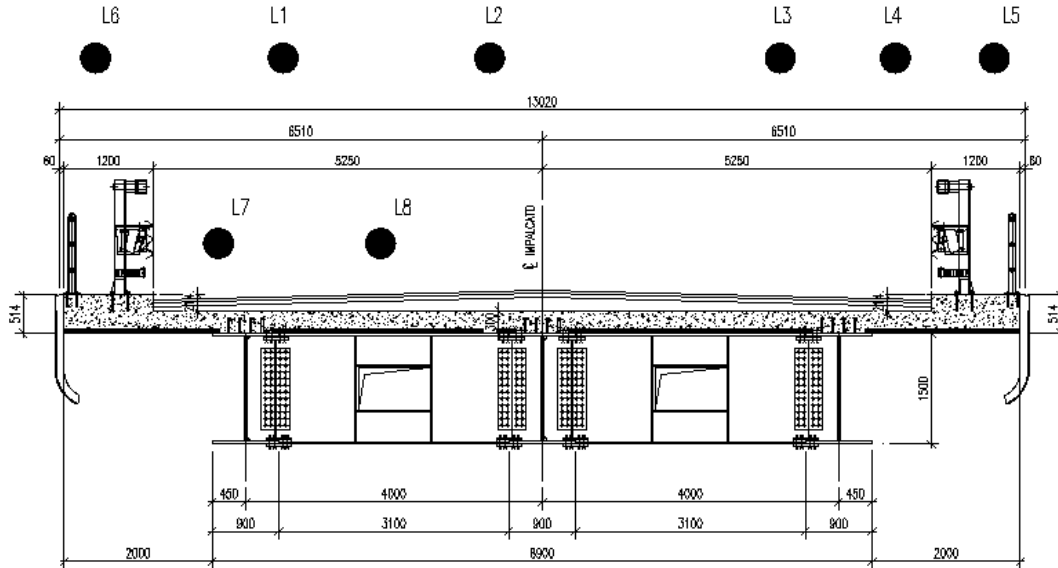
b	12,9	m	
dtot	3,93	m	tab. 8.1 pag. 90
b/dtot	3,28		
cfz	0,6		par. 8.3.3 pag. 91
Fz	0,52	kN/m ²	pressione uniforme sull'impalcato
e	3,225	m	eccentricità
Mz	21,57	kNm/m	momento torcente

3.4 AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI

L'azione del traffico è valutata secondo quanto prescritto da NTC2008. Le corsie adibite al transito dei modelli di carico sono definite di seguito:

Larghezza carreggiata, w	10.5 m
Numero corsie, n ₁	3
Larghezza corsia, w ₁	3 m
Area rimanente	1.5 m

		Larghezza	Eccentricità
		m	m
Corsia 1	L1	3	3.75
Corsia 2	L2	3	0.75
Corsia 3	L3	3	-2.25
Area Rimanente	L4	1.5	-4.5
Passaggio pedonale 1	L5	0.5	-5.85
Passaggio pedonale 2	L6	0.5	5.85
Svio	L7	1	5.25
Verifica Locale	L8	1	3.2



Le corsie 7 ed 8 sono introdotte per la verifica di svio e la valutazione degli effetti locali sulla soletta.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 26 di 140

Gli schemi di carico adottati sono identificati dalla normativa, nello specifico si considerano lo schema 1, 2 e 5. I valori caratteristici adottati sono quelli indicati in normativa, in particolare, riguardo lo schema 1 si sono considerati i valori relativi a ponti di prima categoria.

Le verifiche locali della soletta sono condotte combinando lo schema di carico 2 isolato e con l'urto come previsto al par. 3.6.3.3.2 delle NTC2008.

3.5 AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI

Gli effetti delle azioni orizzontali dovuti al traffico sono determinati dalle azioni di frenatura e dalla forza centrifuga conseguente all'andamento non rettilineo del tracciato.

3.5.1 Accelerazione / Frenatura

3.5.1.1 Impalcato acciaio-clS 25.0 m

Il valore caratteristico di questa azione è definito dalla formula seguente:

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (5.1.5)$$

L	25	m			
q ₃	427.5	kN	<900	427.5	kN

Tali azioni sono applicate alla quota del piano ferro pertanto trasmettono all'impalcato non solo un carico distribuito ma anche un momento. Questi sono applicati ai nodi della piastra d'acciaio in corrispondenza dei binari.

I valori caratteristici di queste azioni orizzontali sono incrementati del relativo coefficiente α .

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 27 di 140

3.5.1.2 Impalcato acciaio-clt 192.0 m

Il valore caratteristico di questa azione è definito dalla formula seguente:

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (5.1.5)$$

L	25	m			
q ₃	427.5	kN	<900	427.5	kN

Tali azioni sono applicate alla quota del piano ferro pertanto trasmettono all'impalcato non solo un carico distribuito ma anche un momento. Questi sono applicati ai nodi della piastra d'acciaio in corrispondenza dei binari.

I valori caratteristici di queste azioni orizzontali sono incrementati del relativo coefficiente α .

3.5.2 Azione accidentale – Urto

Per la verifica locale della soletta lungo la direzione trasversale, è stata prevista come condizione eccezionale, l'urto di un veicolo in svio. La condizione di carico fa riferimento al capitolo 3.6.3.3.2 dove viene prescritto che "In assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate dalle collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN. Essa deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia il più piccolo. Questa forza deve essere applicata su una linea lunga 0,5 m."

3.5.3 Azione a lungo termine

Si considerano come effetti a lungo termine le azioni dovute al ritiro e alla viscosità del calcestruzzo in soletta. I due stati di sollecitazione sono stati valutati in maniera diversa, in

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 28 di 140

quanto il primo è stato assegnato al modello di calcolo con un delta termico equivalente, mentre il secondo con un abbattimento del modulo elastico del calcestruzzo.

3.5.3.1 Ritiro

Dati di input:

-			
Età in giorni al momento considerato	t =	10000000,00	gg
Età in giorni dall'inizio dell'essiccamento (fine maturazione)	t _s =	0	gg
Umidità relativa in percentuale	RH =	60	%

Ritiro per essiccamento, ε_{cd}

Parametri e

calcolo:

Dimensione fittizia dell'elemento	h ₀ =	603,4	mm
Coefficiente	$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0.04 * (h_0^3)^{0.5}] =$	1,0	
Coefficiente che dipende da h ₀	K _h =	0,7	
Resistenza media del cls	f _{cm} =	40	Mpa
Resistenza di riferimento	f _{cm 0} =	10	Mpa
Coefficienti dipendenti dal tipo di cls	$\alpha_{ds1} =$	4	
	$\alpha_{ds2} =$	0,12	
Coefficiente dipendente dall'umidità relativa	$\beta_{RH} =$	1,22	
Deformazione di base dovuta al ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd0} =$	0,00042184	

Deformazione totale da

ritiro

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd0} = \mathbf{0,00029527}$$

Dove:

$$\varepsilon_{cd0} = 0.85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{(-\alpha_{ds2} \cdot (f_{cm}/10))}] \cdot 10^{(-6)} \cdot \beta_{RH}$$

$$b_{RH} = 1.55 [1 - (RH/100)^3]$$

Ritiro autogeno, $\varepsilon_{ca}(t)$

Parametri e calcolo:

Coefficiente per il calcolo ritiro

autogeno

$$\beta_{sa}(t) = 1 - e^{(-0.2 \cdot t^{0.5})} = 1$$

Deformazione da ritiro al tempo t $\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = \mathbf{0,000055}$

Deformazione da ritiro autogeno a tempo

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

infinito

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = \mathbf{0,000055}$$

Ritiro totale

$$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = \mathbf{0,00035027}$$

Area della sezione trasversale di calcestruzzo

$$A_c = 4,156 \text{ m}^2$$

Modulo elastico

$$E = 33345764$$

$$EL = 8920585,77$$

$$F = 12986 \text{ kN}$$

$$9,37 \text{ Gradi}$$

3.5.3.2 Viscosità

Dati di input:

Resistenza caratteristica cilindrica del cls	$f_{ck} =$	32 Mpa
Età cls in giorni	$t =$	10000000 gg
Età cls al momento dell'applicazione del carico (giorni)	$t_0 =$	3,4 gg
Umidità relativa in percentuale	$RH =$	60 %

Parametri e calcolo:

Classe del cls utilizzato

Coeff che tiene conto dell'umidità relativa	$\varphi_{RH} =$	1,42
Area della sezione trasversale di calcestruzzo	$A_c =$	4556000 mm ²
Perimetro della parte di sezione trasversale esposta all'aria	$u =$	15100 mm
Dimensione fittizia dell'elemento	$h_0 =$	603,4437 mm
Resistenza media del cls	$f_{cm} =$	40 Mpa
Coeff. effetto resistenza cls	$\beta(f_{cm}) = 16.8/(f_{cm}^{0.5}) =$	2,656313
Età cls al momento dell'applicazione del carico corretta	$t'_0 =$	3 gg

Considerare gli effetti della temperatura?

Temperatura in gradi centigradi durante il periodo Δt_i	$T(\Delta t_i) =$	20 C°
Numero di giorni in cui risultava prevalente la T	$\Delta t_i =$	7 gg
Età cls al momento dell'applicazione del carico corretta con T°	$t_{0,T} =$	7 gg
Coefficienti che considerano la resistenza del cls	$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0.7} =$	0,91
	$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0.2} =$	0,97

	$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0.5} =$	0,94
Coeff dipendente da RH e h_0	$\beta_H =$	1141,5
	$\beta_c(t,t_0) = [(t-t_0)/(\beta_H+t-t_0)]^{0.3} =$	1,00
Coeff per l'effetto dell'età del cls all'applicazione del carico	$\beta(t_0) =$	0,73
Coefficiente nominale di viscosità	$\varphi_0 = \varphi_{RH} * \beta(f_{cm}) * \beta(t_0) =$	2,74
Coefficiente di viscosità	$\varphi(t,t_0) = \varphi_0 * \beta_c(t,t_0) =$	2,74

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 32 di 140

3.6 TEMPERATURA

Gli effetti termici sono suddivisi in una variazione uniforme di temperatura agente su tutti gli elementi strutturali ed una gradiente termico.

- **Variazione di temperatura uniforme**

Il valore di delta termico è:

$$\Delta T = \pm 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- **Gradiente termico**

Secondo quanto prescritto dalla normativa vigente si considera anche un gradiente termico agente tra estradosso e intradosso dell'impalcato pari a $\pm 10 \text{ } ^\circ\text{C}$.

In questo caso si introduce una variazione di temperatura uniforme agente esclusivamente nella piastra di acciaio.

Tali effetti sono indicati con T_{unif} e T_{grad} , rispettivamente. L'effetto globale della temperatura sarà invece indicato genericamente con T .

3.7 AZIONE SISMICA

L'analisi dell'azione sismica è condotta mediante l'ausilio degli spettri di risposta calcolati secondo la normativa NTC 2008.

Si riportano gli spettri di progetto SLV e SLC adottati per la struttura e per gli appoggi rispettivamente.

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.054	2.479	0.262
SLD	101	0.069	2.501	0.267
SLV	949	0.178	2.471	0.282
SLC	1950	0.233	2.409	0.290

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.178 g
F_o	2.471
T_C^*	0.282 s
S_s	1.435
C_c	1.595
S_T	1.000
q	1.225

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.233 g
F_o	2.409
T_C^*	0.290 s
S_s	1.363
C_c	1.581
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.435
η	0.816
T_B	0.150 s
T_C	0.449 s
T_D	2.314 s

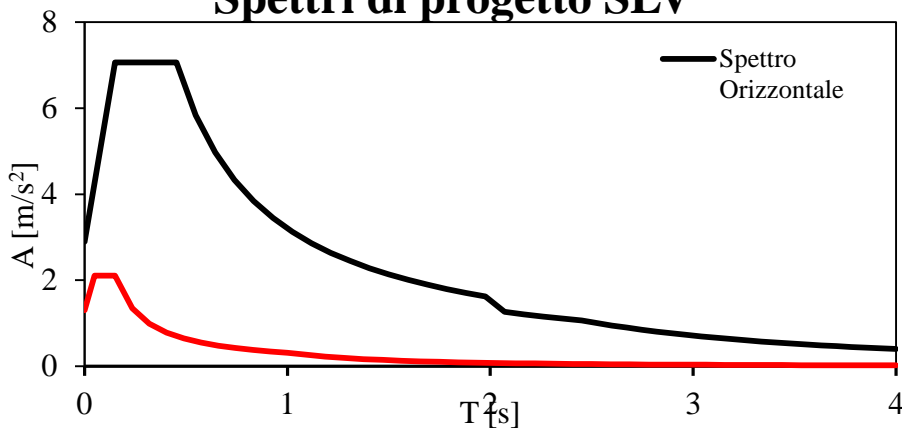
Parametri dipendenti

S	1.363
η	1.000
T_B	0.153 s
T_C	0.458 s
T_D	2.532 s

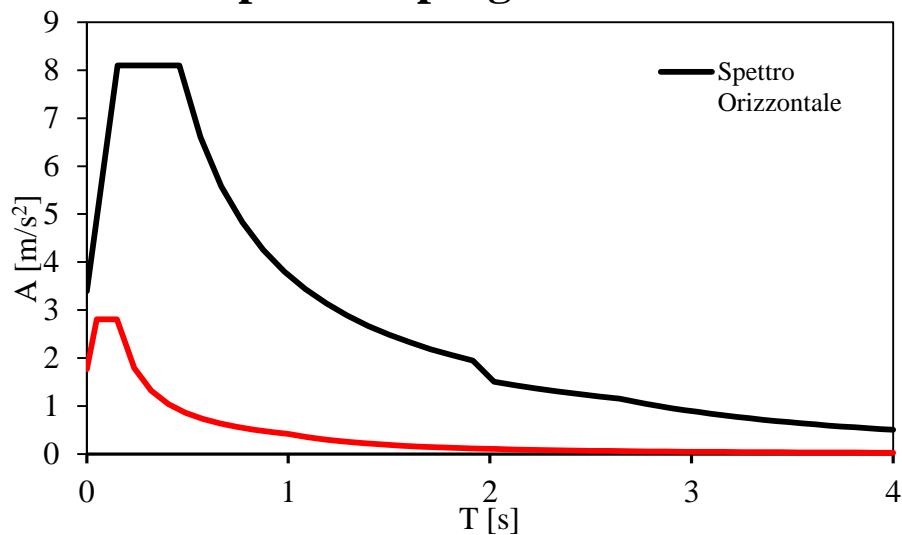
L'impalcato è isolato mediante l'uso di isolatori elastomerici con mescola morbida, lo smorzamento da associare è pari a $\xi = 10\%$. Il cambio di valore del coefficiente di smorzamento si traduce in un salto nel grafico dello spettro in accelerazione in corrispondenza di un valore di periodo pari a $0,8 T_{is}$, così come indicato al par. 7.10.5.3.2 delle NTC2008.

Le verifiche degli isolatori vengono effettuate allo SLC con fattore di struttura $q=1$, mentre le verifiche della sovrastruttura e della sottostruttura sono state eseguite allo SLV con $q=1$.

Spettri di progetto SLV



Spettri di progetto SLC



L'azione sismica sarà quindi considerata agente separatamente nella direzione degli assi del sistema di riferimento X,Y,Z.

Lo spettro orizzontale è adottato per valutare l'azione sismica nel piano orizzontale (Ex, Ey), mentre lo spettro verticale per l'analisi dell'azione sismica lungo Z (Ez).

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 LM1	LM1
Carico verticale LM2	LM2
Marciapiedi	LM5
Frenatura/Accelerazione	FREN
Carichi eccezionali	URTO

3.9 Gruppi di carico

L'azione da traffico deve considerare la concomitanza dei diversi schemi di carico ed effetti associati, a tal fine si introducono i seguenti gruppi:

		LM1	LM2	LM5	FREN	URTO
Gr1	Gr11	Corsia 1,2,3,4		Corsia 5,6		
	Gr12		Corsia 1,2	Corsia 5,6		
Gr2	Gr21	Corsia 1,2,3,4		Corsia 5,6	Corsia 1	
	Gr2-COLL					Corsia 8
Gr4	Gr4			Corsia 1,2,3,4,5,6		

Le singole azioni dei gruppi Gr1, Gr2 e Gr4, sono combinate all'interno dei sottogruppi secondo i coefficienti della tabella sottostante:

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

		<i>Carichi sulla carreggiata</i>				<i>Carichi su marciapiedi e piste ciclabili</i>
		Carichi verticali		Carichi orizzontali		Carichi verticali
Gruppo di azioni	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ²
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²

L'effetto globale dei gruppi così definiti sarà indicato con "Traff-Inv".

3.10 Combinazioni

Combinazioni allo stato limite ultime SLU

	G	Traff-Inv	T	V	Ex	Ey	Ez	COLL
SLU-TRAFF	1.35	1.35	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU-TEMP	1.35	1	1.5	0.9	0	0	0	0
SLU-VENTO	1.35	0	0.9	1.5	0	0	0	0
SLU-Sx	1	0	0.5	0	1	0.3	0.3	0
SLU-Sy	1	0	0.5	0	0.3	1	0.3	0
SLU-Sz	1	0	0.5	0	0.3	0.3	1	0
SLU-COLL	1	0	0.5	0	0	0	0	1

Le precedenti combinazioni si valutano sia a breve che a lungo termine, incorporando gli effetti dovuti al ritiro e alla viscosità della soletta.

4 MODELLAZIONE

La struttura è risolta mediante il calcolo automatico attraverso l'impiego del software Sap2000 (V14.2.4).

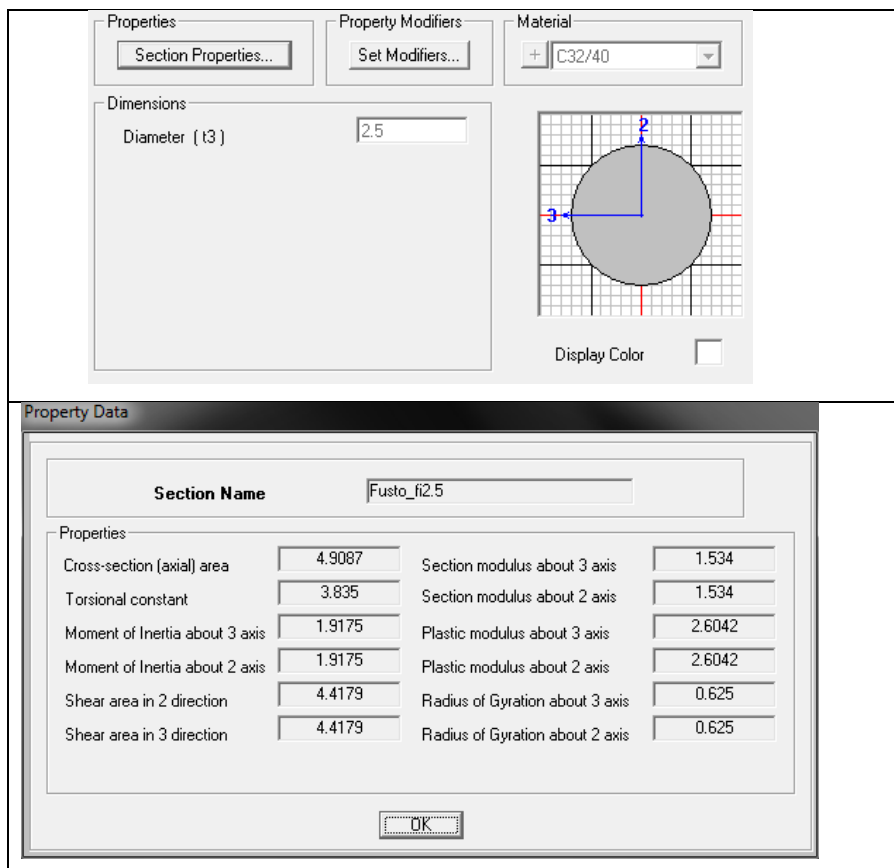
4.1 PILE

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.

- Circolare piena, con diametro da 2.5 m, per tutte le pile.

Si riportano di seguito le caratteristiche della sezione circolare:

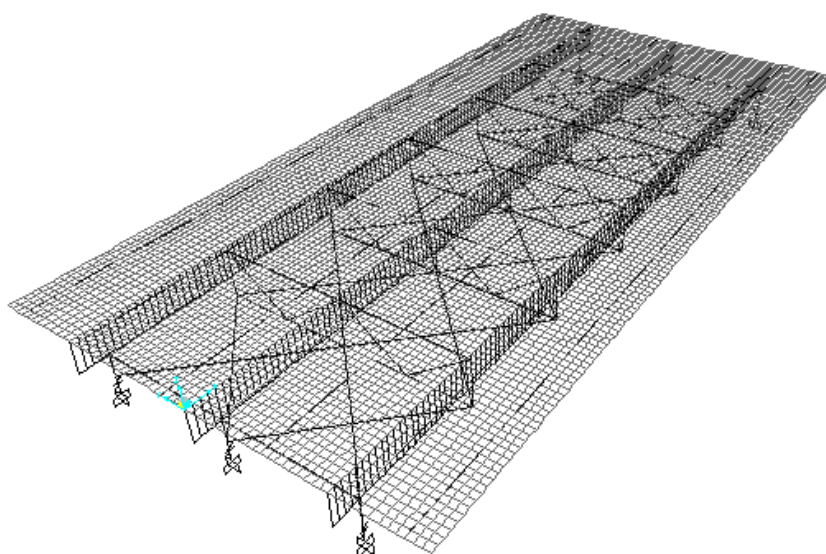


4.2 IMPALCATI

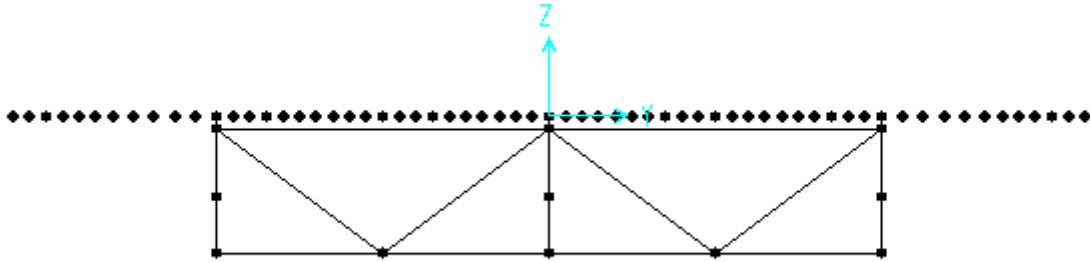
La struttura è rappresentata da un modello tridimensionale, in cui si sono considerati tutti gli elementi strutturali opportunamente modellati. Il comportamento a piastra della soletta di calcestruzzo è stato considerato con degli elementi shell mentre le travi sono state schematizzate tramite elementi frame. Le connessioni, invece, tra i nodi delle travi con quelli della soletta vengono rappresentate mediante link rigidi per permettere il trasferimento degli sforzi tra i due elementi resistenti. Si è prestata attenzione a discretizzare gli elementi shell in corrispondenza dei punti in cui è prevista una discontinuità sia di carico che geometrica. I controventi di piano e le aste dei trasversi sono state considerate incernierate alle estremità. Infine per tener conto degli effetti a lungo termine dovuti alla viscosità, si è ridotto il modulo elastico del calcestruzzo per un fattore proporzionale al coefficiente di viscosità, ovvero $(1+\phi)$.

4.2.1 Impalcato acciaio-clt 25.0 m

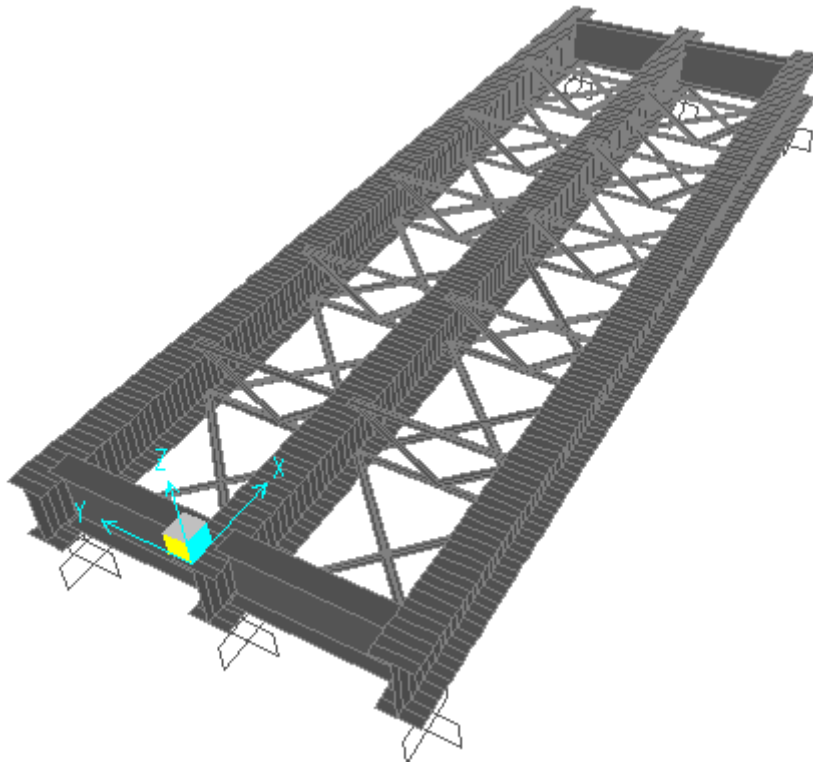
Vista 3D



Vista Sezione

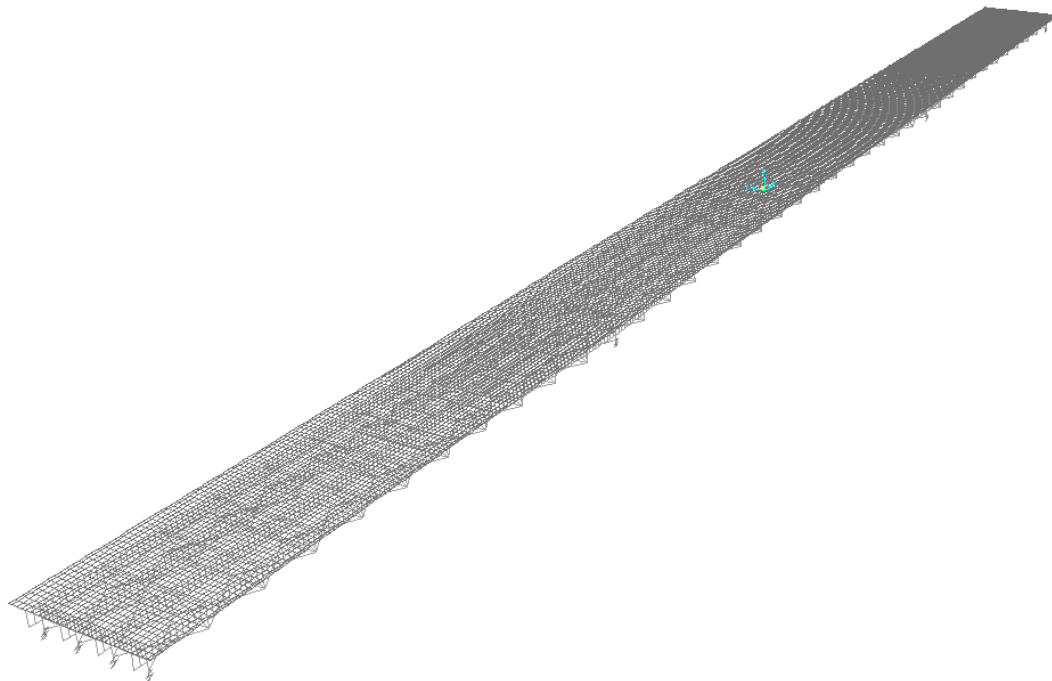


Vista estrusa

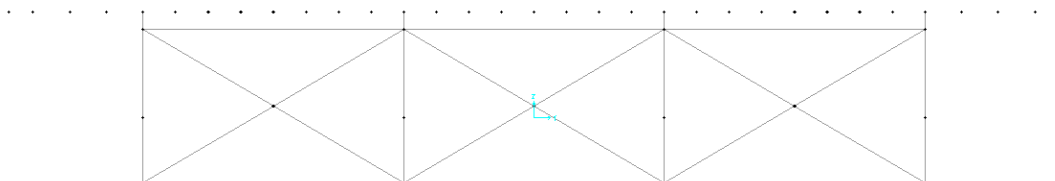


4.2.2 Impalcato acciaio-clt 192.0 m

Vista 3D



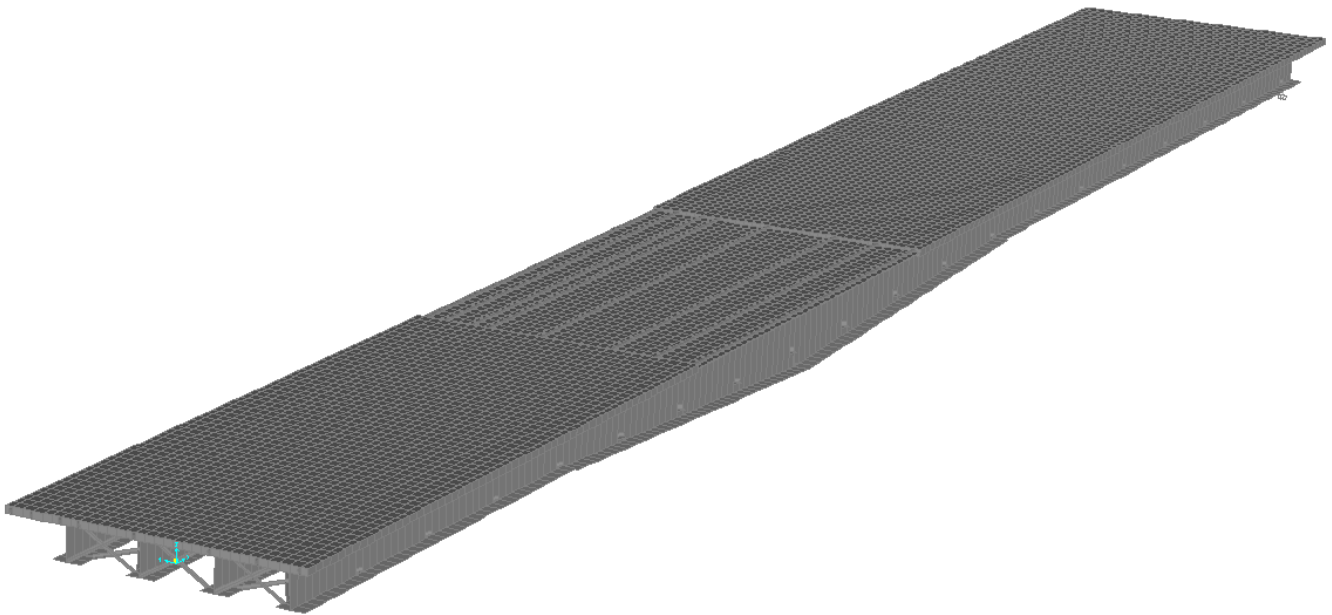
Vista Sezione



Vista Travata



Vista estrusa



 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 43 di 140

4.3 ISOLATORI ELASTOMERICI

4.3.1 Impalcato acciaio-clt 25.0 m

Per l'isolamento sismico del ponte si prevede l'utilizzo di un'unica tipologia di isolatore elastomerico.

È stato scelto un isolatore elastomerico con piastre di ancoraggio rettangolari provviste di zanche per la connessione con il profilato metallico della trave.

Le caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella sottostante.

La rigidezza laterale dell'isolatore è 0.68 kN/mm, le quantità V sono le reazioni massime per combinazioni SLU e Sismica mentre S_{max} è lo spostamento massimo ammissibile.

V_{max} (kN)	2750
V_{sism} (kN)	1300
K_l (kN/mm)	0,68
S_{max} (mm)	30

Massimo spostamento rivelato nell'analisi in SLC : 200mm

4.3.2 Impalcato acciaio-clt 192.0 m

Per l'isolamento sismico del ponte si prevede l'utilizzo di due tipologie di isolatori elastomerici differenziati per rigidezza laterale e reazioni massime per le due combinazioni SLU e Sismica.

Sono stati scelti due isolatori elastomerici con piastre di ancoraggio rettangolari provviste di zanche per la connessione con il profilato metallico della trave.

Le caratteristiche tecniche sono riportate nelle tabelle sottostanti.

1) Isolatore in corrispondenza degli appoggi esterni:

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 44 di 140

La rigidezza laterale dell'isolatore è 1.07 kN/mm, le quantità V sono le reazioni massime per combinazioni SLU e Sismica mentre S_{max} è lo spostamento massimo ammissibile.

V_{max} (kN)	3500
V_{sism} (kN)	1300
K_l (kN/mm)	1,07
S_{max} (mm)	30

2) Isolatore in corrispondenza degli appoggi centrali:

La rigidezza laterale dell'isolatore è 1.07 kN/mm, le quantità V sono le reazioni massime per combinazioni SLU e Sismica mentre S_{max} è lo spostamento massimo ammissibile.

V_{max} (kN)	10000
V_{sism} (kN)	5200
K_l (kN/mm)	2,14
S_{max} (mm)	30

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.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 45 di 140

5 SOTTOSTRUTTURE

Si riportano di seguito le verifiche della pila circolare maggiormente sollecitata (pila 12).

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.

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

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 46 di 140

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.

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.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 47 di 140

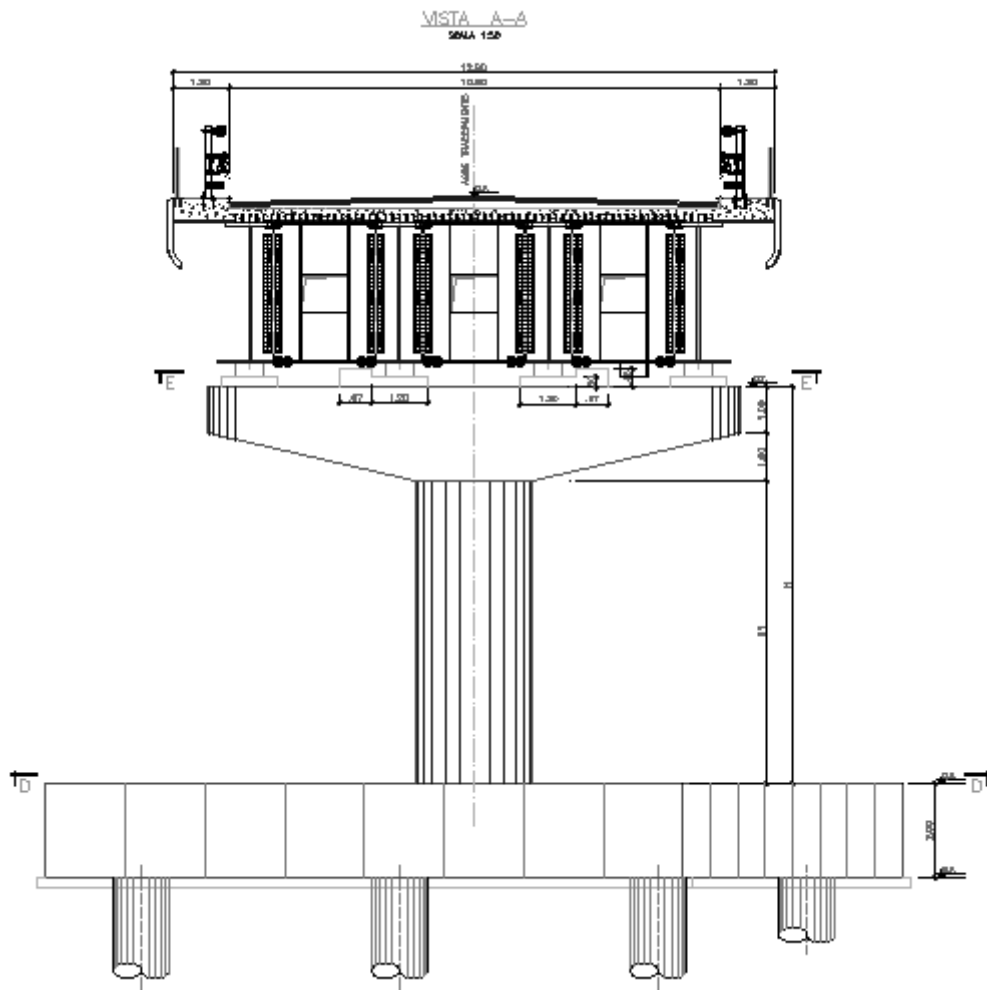
In dettaglio, la risposta dei terreni ai carichi è descritta mediante i valori dei moduli di elasticità tangenziale G e del modulo di Poisson ν , che viene considerato costante per i due strati, al di sopra ed al di sotto della base del palo.

Riguardo il modulo G si segnala che il programma consente di definire valori (ed anche leggi di incremento lineare con la profondità) diversi, in modo da tenere in conto la differente rigidezza nei riguardi dei carichi verticali (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 rigidezza 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 rigidezza del terreno intorno al palo nei riguardi delle azioni orizzontali può essere maggiore di quella in direzione verticale.

5.1 PILA 12



5.1.1 Fusto

5.1.1.1 Stato di sollecitazione

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

	Pmin	Pmax	M2 y	V3 y	M3 x	V2 x
COMB	kN	kN	kNm	kN	kNm	kN
SISMICA - Dir. X	-18183	-17517	18124	939	18779	2630
SISMICA - Dir. Y	-18175	-17525	24719	2094	5385	1831
SISMICA - Dir. Z	-18713	-16712	6264	165	5397	718
SLU_TRAFF-A1	-31687	-22979	23010	29	5063	601
SLU_ENV-T+V-A1	-27614	-22980	20558	230	4360	636
SLU_TRAFF-A2	-26997	-19570	19737	29	4301	513
SLU_ENV-T+V-A2	-23554	-19564	17781	202	3723	547
SLS - Caratteristica rara	-23447	-17011	17401	96	4174	537
SLS - Quasi Permanente	-20136	-19982	0	23	455	39

5.1.1.2 Verifiche SLU - Flessione

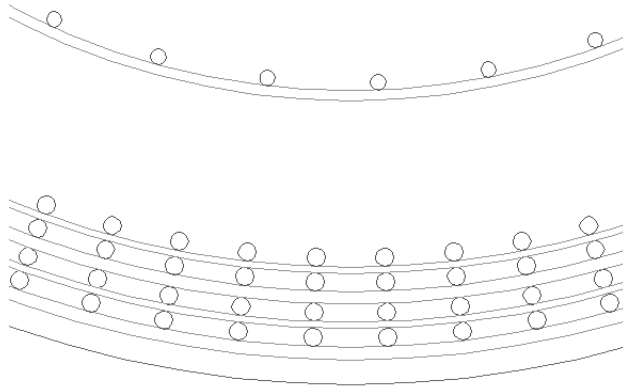
Nella pila 28 è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura longitudinale esterna 51 Φ 26 x 4 strati

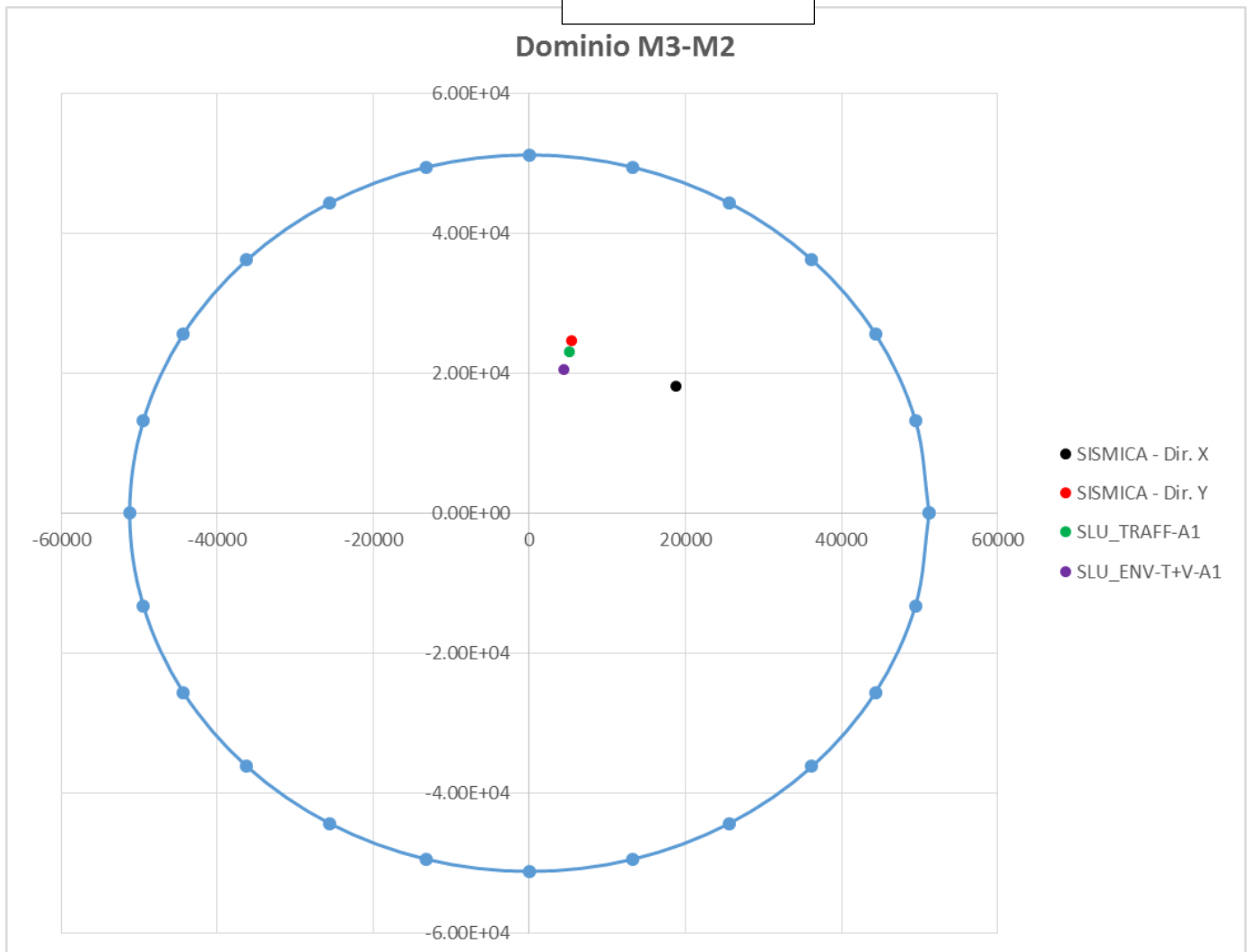
Armatura longitudinale interna 36 Φ 26

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

INTERNO



Si riporta il dominio di resistenza della **ESTERNO** N minima:



 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 51 di 140

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

5.1.1.3 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

Nella pila 12 è presente la seguente armatura a taglio:

Staffe esterne (2 Φ 14 + 2 Φ 14) / 15

Staffe interne Φ 14 / 15

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	2630
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	2250
4	Altezza Sezione	H		mm	1887
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	255.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	26
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	152
8	Numero delle barre trasversali a taglio (tipo1)	n_w		-	6.0
9	Diametro delle barre trasversali a taglio (tipo1)	ϕ_w		mm	14
10	Numero delle barre trasversali a taglio (tipo2)	n_w		-	4.0

11	Diametro delle barre trasversali a taglio (tipo2)	ϕ_w		mm	14
12	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	150
13	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
14	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45
15	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	32
16	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
17	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
18	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
19	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	f_{ck}/γ_c	MPa	21.33
20	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
21	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
22	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	1722
23	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	135,387
24	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.02000
25	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.34080
26	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	v_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.307
27	Resistenza minima a taglio del cls compresso	v'_{min}	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.307
28	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
29	Coefficiente maggiorativo	α_c	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
30	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.644
31	Taglio Resistente del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c}Bd$	kN	2,494
32	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$		armatura NECESSARIA
33	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	5.333
34	Taglio Resistente massimo del cls	$V_{Rd,max}$	$0,9V_{Rd,max}Bd$	kN	18,598
35	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	7.071
36	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rd,max}$		OK
37	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm ²	1,539
38	Resistenza a taglio dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha + \cot\theta)sen\alpha$		1.000

39	Taglio Resistente dell'armatura	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}V_1/S_w$	kN	6,224
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	2.366
41	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		OK
42	Verifica a taglio sulla sezione				OK

5.1.1.4 Verifiche SLE – Tensionale

Caratteristica

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

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 125 [cm]
Raggio interno 0 [cm]
N° barre uguali 0
Diametro barre 0 [cm]
Copriferro (baric.) 0 [cm]

N° barre 240 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	14.6638	118.422
2	5.31	-29.1054	115.722
3	5.31	43.1057	111.268
4	5.31	56.4526	105.128
5	5.31	68.9438	97.3940
6	5.31	80.3898	88.1834

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

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

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 3
 Precompresso

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 17011 kN
 M_{xEd} 0 4174 kNm
 M_{yEd} 0 17401

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

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

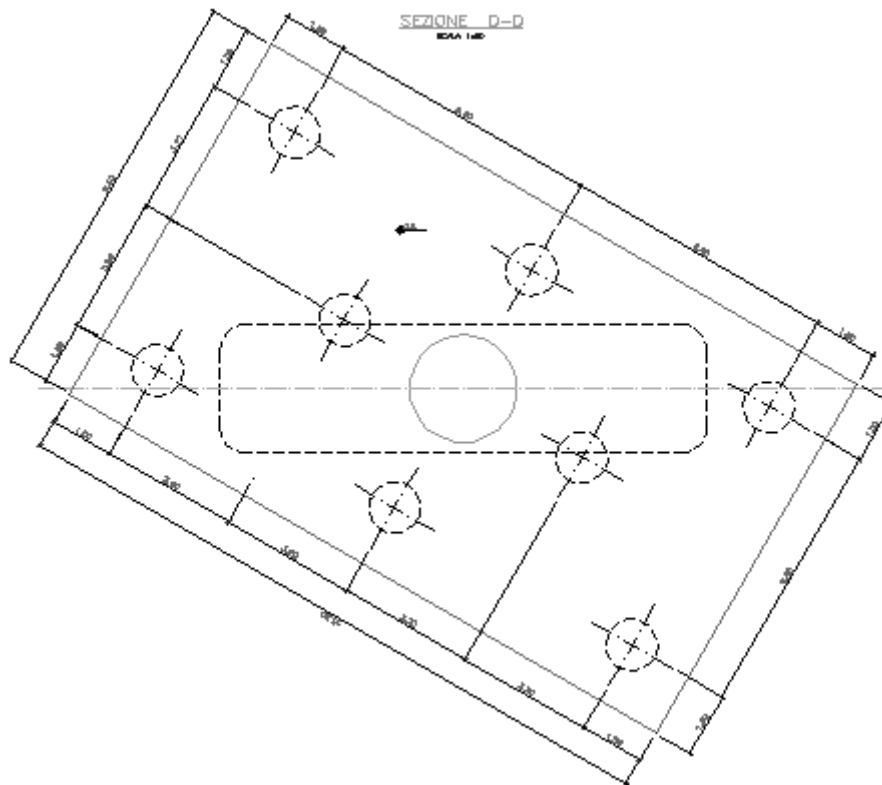
σ_c -10.89 N/mm²
 σ_s 109.4 N/mm²
 ε_s 0.5468 ‰
 d 244.3 cm
 x 146.4 x/d 0.5991
 δ 1

$$\sigma_c = 10.89 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.60 \cdot f_{ck} \text{ [MPa]} = 19.2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 109.4 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.80 \cdot f_{yk} \text{ [MPa]} = 360.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

5.1.2 Platea di fondazione

Si riporta di seguito la sezione della fondazione della pila 12.



5.1.2.1 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, incrementate 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 0.289 g.

Altezza piastra di fondazione	H =	2.0	m
Lunghezza fondazione DIR X	a =	9.40	m
Larghezza fondazione DIR Y	b =	15.8	m
Altezza fusto pila	H _{pila} =	9.0	m
Altezza terreno	H _{ter} =	3.0	m

	AZIONI SPICCATO PILA						
	Pmin	Pmax	M2 y	V3 y	M3 x	V2 x	P plinto
	kN	kN	kNm	kN	kNm	kN	kN
COMB							
SISMICA - Dir. X	-18183	-17517	18124	939	18779	2630	-7426
SISMICA - Dir. Y	-18175	-17525	24719	2094	5385	1831	-7426
SISMICA - Dir. Z	-18713	-16712	6264	165	5397	718	-7426
SLU_TRAFF-A1	-31687	-22979	23010	29	5063	601	-10025
SLU_ENV-T+V-A1	-27614	-22980	20558	230	4360	636	-10025
SLU_TRAFF-A2	-26997	-19570	19737	29	4301	513	-7426
SLU_ENV-T+V-A2	-23554	-19564	17781	202	3723	547	-7426
SLS - Caratteristica rara	-23447	-17011	17401	96	4174	537	-7426
SLS - Quasi Permanente	-20136	-19982	0	23	455	39	-7426

	AZIONI PIANO DI POSA FONDAZIONE					
	Pmin	Pmax	V2	M3	V3	M2
	kN	kN	kN	kNm	kN	kNm
COMB						
Sismica X	-33718	-33052	6625	33406	2133	22754
Sismica Y	-33710	-33060	3042	11998	6072	38075
Sismica Z	-34249	-32247	1930	9785	1358	9343
SLU-TRAFF-A1	-52660	-43952	628	6557	29	23067
SLU_ENV-T+V-A1	-48586	-43952	663	5924	230	21018
SLU-TRAFF-A2	-42533	-35105	536	5579	29	19794
SLU_ENV-T+V-A2	-39089	-35099	569	5067	202	18185
SLE-CAR	-38983	-32547	555	5449	96	17592
SLE-QP	-35671	-35518	58	735	23	46

Calcolo sollecitazioni pali – Piglet

Dati di Input

Pile group geometry:

	Shaft Diameter	Base Diameter	x co-ord.	y co-ord	Embedded Length
1	1.2	1.2	-3.2	-6.4	50
2	1.2	1.2	-3.2	0	50
3	1.2	1.2	-3.2	6.4	50
4	1.2	1.2	0	-3.2	50
5	1.2	1.2	0	3.2	50
6	1.2	1.2	3.2	-6.4	50
7	1.2	1.2	3.2	0	50
8	1.2	1.2	3.2	6.4	50

Soil details:

		Symbols
Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	85000	G_{0a}
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	$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	3000	$G_{m\ell}$
Poisson's ratio (all loading modes)	0.33	ν

Pile details:

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

Loading cases

	V (w)	H (u) x	M (θ) x to z	H (v) y	M (θ) y to z
1	33718	6624.901	33406.18	2132.57	22753.51
2	33710.38	3042.447	11998.29	6071.53	38075.1

3	34248.53	1929.691	9785.079	1357.779	9343.405
4	52659.65	627.6144	6556.717	28.56314	23067.1
5	48586.43	662.7811	5924.47	229.9898	21017.52
6	42532.82	536.0826	5578.753	28.7572	19794.05
7	39089.06	569.3477	5067.034	202.024	18185.13
8	38982.59	555.498	5449.389	95.7143	17592.49
9	35671.04	57.6737	734.7303	22.74072	45.52282
10	33052.33	6624.901	33406.18	2132.57	22753.51
11	33060.4	3042.447	11998.29	6071.53	38075.1
12	32246.96	1929.691	9785.079	1357.779	9343.405
13	43951.91	627.6144	6556.717	28.56314	23067.1
14	43952.48	662.7811	5924.47	229.9898	21017.52
15	35105.29	536.0826	5578.753	28.7572	19794.05
16	35099.31	569.3477	5067.034	202.024	18185.13
17	32546.86	555.498	5449.389	95.7143	17592.49
18	35517.8	57.6737	734.7303	22.74072	45.52282

Dati di Output

Output from PIGLET

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

Title: **Viadotto Porcilana**

Scope of problem: General three-dimensional loading

Total number of piles: 8

Number of load cases: 18

Pile head fixity: Piles built into pile cap

Summary tables of results

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

Load Case No.	Vertical Load	Horizontal Load (x)	Horizontal Load (y)	Moment (x to z)	Moment (y to z)	Torque (x to y)
1	33718.45313	6624.901367	2132.57056	33406.17969	22753.51367	0
2	33710.37891	3042.446533	6071.53027	11998.29004	38075.09766	0
3	34248.52344	1929.690796	1357.77893	9785.079102	9343.404297	0
4	52659.64844	627.6143799	28.5631351	6556.717285	23067.0957	0
5	48586.43359	662.7811279	229.989792	5924.470215	21017.52344	0
6	42532.82031	536.0826416	28.7572041	5578.753418	19794.05469	0
7	39089.05859	569.3477173	202.024017	5067.033691	18185.12695	0

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.
59 di 140

8	38982.59375	555.4980469	95.7142944	5449.388672	17592.48828	0
9	35671.03516	57.67369843	22.7407207	734.7302246	45.52282333	0
10	33052.32813	6624.901367	2132.57056	33406.17969	22753.51367	0
11	33060.40234	3042.446533	6071.53027	11998.29004	38075.09766	0
12	32246.9570	1929.6908	1357.7789	9785.0791	9343.4043	0.0000
13	43951.9063	627.6144	28.5631	6556.7173	23067.0957	0.0000
14	43952.4805	662.7811	229.9898	5924.4702	21017.5234	0.0000
15	35105.2891	536.0826	28.7572	5578.7534	19794.0547	0.0000
16	35099.3125	569.3477	202.0240	5067.0337	18185.1270	0.0000
17	32546.8555	555.4980	95.7143	5449.3887	17592.4883	0.0000
18	35517.8008	57.6737	22.7407	734.7302	45.5228	0.0000

Load Case No.	Vertical Deflection	Horizontal Defn (x)	Horizontal Defn (y)	Rotation (x to z)	Rotation (y to z)	Torsion (x to y)
1	0.0045	0.0021	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000
2	0.0045	0.0009	0.0019	0.0001	0.0001	0.0000
3	0.0045	0.0006	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
4	0.0070	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0064	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0056	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0052	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0052	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0044	0.0021	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000
11	0.0044	0.0009	0.0019	0.0001	0.0001	0.0000
12	0.0043	0.0006	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
13	0.0058	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0058	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0047	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0047	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0043	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Pile forces and deflections at cap level:

Pile No.	Load Case No.	Axial Loads	Lateral Loads (x)	Lateral Loads (y)	Moments (x to z)	Moments (y to z)	Torques (x to y)	Axial Deflection	Lateral Defn (x)	Lateral Defn (y)
1	1	1953.7117	976.4201	326.4651	-816.3369	-300.5854	0.0000	0.0035	0.0021	0.0007
1	2	2525.3560	448.0504	927.6890	-401.5824	-943.5972	0.0000	0.0036	0.0009	0.0019
1	3	3971.1201	284.4160	207.5145	-237.3456	-208.2921	0.0000	0.0042	0.0006	0.0004
1	4	6450.3521	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0066	0.0002	0.0001
1	5	5953.1431	97.9666	36.4406	-61.0581	28.6268	0.0000	0.0061	0.0002	0.0001
1	6	5153.7822	79.3250	5.6961	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
1	7	4727.6650	84.1537	31.9912	-52.6282	24.2358	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
1	8	4719.2393	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
1	9	5112.3633	8.5487	3.4682	-3.5635	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
1	10	1857.4548	976.4201	326.4651	-816.3369	-300.5854	0.0000	0.0034	0.0021	0.0007
1	11	2431.4319	448.0504	927.6890	-401.5824	-943.5972	0.0000	0.0035	0.0009	0.0019

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.
60 di 140

1	12	3681.8882	284.4160	207.5145	-237.3457	-208.2921	0.0000	0.0039	0.0006	0.0004
1	13	5192.0601	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0054	0.0002	0.0001
1	14	5283.5244	97.9666	36.4406	-61.0581	28.6268	0.0000	0.0054	0.0002	0.0001
1	15	4080.4839	79.3250	5.6961	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0043	0.0002	0.0001
1	16	4151.1357	84.1537	31.9912	-52.6283	24.2358	0.0000	0.0043	0.0002	0.0001
1	17	3789.2571	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0040	0.0002	0.0001
1	18	5090.2207	8.5487	3.4682	-3.5635	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
2	1	1768.9143	741.8054	238.7433	-575.5575	-214.1268	0.0000	0.0038	0.0021	0.0007
2	2	2992.2539	340.7870	680.5280	-291.4165	-699.6201	0.0000	0.0042	0.0009	0.0019
2	3	3221.2024	216.0700	152.1615	-167.2051	-153.6640	0.0000	0.0043	0.0006	0.0004
2	4	5491.1362	70.1564	2.5036	-27.0362	73.8361	0.0000	0.0069	0.0002	0.0001
2	5	5067.5303	74.1225	25.1816	-36.6524	39.4626	0.0000	0.0063	0.0002	0.0001
2	6	4420.0176	59.9255	2.6252	-23.2693	62.7802	0.0000	0.0055	0.0002	0.0001
2	7	4060.5847	63.6741	22.1280	-31.6658	33.7315	0.0000	0.0051	0.0002	0.0001
2	8	4031.3921	62.1074	10.2100	-26.7979	46.2310	0.0000	0.0051	0.0002	0.0001
2	9	3917.0586	6.4423	2.5519	-1.4129	-2.9476	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
2	10	1695.0520	741.8054	238.7433	-575.5575	-214.1268	0.0000	0.0037	0.0021	0.0007
2	11	2920.1821	340.7870	680.5280	-291.4165	-699.6201	0.0000	0.0041	0.0009	0.0019
2	12	2999.2622	216.0700	152.1615	-167.2051	-153.6640	0.0000	0.0041	0.0006	0.0004
2	13	4525.5942	70.1564	2.5036	-27.0362	73.8361	0.0000	0.0057	0.0002	0.0001
2	14	4553.7026	74.1225	25.1816	-36.6525	39.4626	0.0000	0.0057	0.0002	0.0001
2	15	3596.4290	59.9255	2.6252	-23.2693	62.7802	0.0000	0.0046	0.0002	0.0001
2	16	3618.1890	63.6741	22.1280	-31.6658	33.7315	0.0000	0.0046	0.0002	0.0001
2	17	3317.7769	62.1074	10.2100	-26.7979	46.2310	0.0000	0.0042	0.0002	0.0001
2	18	3900.0676	6.4423	2.5519	-1.4129	-2.9476	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
3	1	3707.0195	976.4203	326.4652	-816.3371	-300.5856	0.0000	0.0041	0.0021	0.0007
3	2	5671.1851	448.0505	927.6892	-401.5825	-943.5978	0.0000	0.0048	0.0009	0.0019
3	3	4731.9019	284.4162	207.5145	-237.3457	-208.2923	0.0000	0.0045	0.0006	0.0004
3	4	8047.2163	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0072	0.0002	0.0001
3	5	7425.3892	97.9666	36.4406	-61.0581	28.6267	0.0000	0.0066	0.0002	0.0001
3	6	6524.4233	79.3250	5.6961	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0058	0.0002	0.0001
3	7	6001.7622	84.1537	31.9912	-52.6283	24.2358	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
3	8	5943.3716	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
3	9	5117.4351	8.5487	3.4682	-3.5635	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
3	10	3610.7627	976.4203	326.4652	-816.3371	-300.5856	0.0000	0.0041	0.0021	0.0007
3	11	5577.2622	448.0505	927.6892	-401.5826	-943.5978	0.0000	0.0047	0.0009	0.0019
3	12	4442.6699	284.4162	207.5145	-237.3457	-208.2923	0.0000	0.0042	0.0006	0.0004
3	13	6788.9238	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0060	0.0002	0.0001
3	14	6755.7700	97.9667	36.4406	-61.0581	28.6267	0.0000	0.0060	0.0002	0.0001
3	15	5451.1250	79.3250	5.6961	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
3	16	5425.2334	84.1537	31.9912	-52.6283	24.2358	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
3	17	5013.3896	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0045	0.0002	0.0001
3	18	5095.2930	8.5487	3.4682	-3.5635	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
4	1	3024.9043	617.8054	174.6114	-461.4175	-151.3405	0.0000	0.0043	0.0021	0.0007
4	2	2745.5647	284.3356	499.8589	-239.4048	-522.4684	0.0000	0.0042	0.0009	0.0019
4	3	3276.4949	179.9434	111.6989	-133.9520	-113.9977	0.0000	0.0045	0.0006	0.0004

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.
61 di 140

4	4	4952.4253	57.9072	0.0102	-15.8107	76.0441	0.0000	0.0068	0.0002	0.0001
4	5	4569.5762	61.3349	16.9322	-24.9195	47.3487	0.0000	0.0063	0.0002	0.0001
4	6	3983.8635	49.4659	0.3611	-13.6836	64.7972	0.0000	0.0055	0.0002	0.0001
4	7	3658.4146	52.6925	14.9016	-21.5896	40.6421	0.0000	0.0051	0.0002	0.0001
4	8	3657.7500	51.3181	6.1417	-16.9053	50.0442	0.0000	0.0051	0.0002	0.0001
4	9	3570.0610	5.2971	1.8821	-0.3653	-2.2899	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
4	10	2958.2175	617.8054	174.6114	-461.4175	-151.3405	0.0000	0.0042	0.0021	0.0007
4	11	2680.4946	284.3356	499.8589	-239.4048	-522.4684	0.0000	0.0041	0.0009	0.0019
4	12	3076.1155	179.9434	111.6989	-133.9520	-113.9977	0.0000	0.0042	0.0006	0.0004
4	13	4080.6814	57.9072	0.0102	-15.8107	76.0441	0.0000	0.0057	0.0002	0.0001
4	14	4105.6646	61.3349	16.9322	-24.9195	47.3488	0.0000	0.0057	0.0002	0.0001
4	15	3240.2834	49.4659	0.3611	-13.6836	64.7972	0.0000	0.0045	0.0002	0.0001
4	16	3258.9956	52.6924	14.9016	-21.5896	40.6421	0.0000	0.0045	0.0002	0.0001
4	17	3013.4595	51.3181	6.1417	-16.9053	50.0442	0.0000	0.0042	0.0002	0.0001
4	18	3554.7207	5.2971	1.8821	-0.3653	-2.2899	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
5	1	3726.2961	617.8057	174.6113	-461.4179	-151.3405	0.0000	0.0046	0.0021	0.0007
5	2	4004.0190	284.3357	499.8587	-239.4050	-522.4683	0.0000	0.0048	0.0009	0.0019
5	3	3580.8376	179.9435	111.6989	-133.9521	-113.9977	0.0000	0.0046	0.0006	0.0004
5	4	5591.2334	57.9072	0.0102	-15.8107	76.0441	0.0000	0.0071	0.0002	0.0001
5	5	5158.5322	61.3349	16.9322	-24.9195	47.3487	0.0000	0.0066	0.0002	0.0001
5	6	4532.1738	49.4659	0.3611	-13.6836	64.7972	0.0000	0.0058	0.0002	0.0001
5	7	4168.1035	52.6925	14.9016	-21.5896	40.6421	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
5	8	4147.4512	51.3181	6.1417	-16.9053	50.0442	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
5	9	3572.0906	5.2971	1.8821	-0.3653	-2.2899	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
5	10	3659.6094	617.8057	174.6113	-461.4179	-151.3405	0.0000	0.0046	0.0021	0.0007
5	11	3938.9490	284.3357	499.8587	-239.4051	-522.4683	0.0000	0.0047	0.0009	0.0019
5	12	3380.4580	179.9435	111.6989	-133.9521	-113.9977	0.0000	0.0044	0.0006	0.0004
5	13	4719.4897	57.9072	0.0102	-15.8107	76.0441	0.0000	0.0060	0.0002	0.0001
5	14	4694.6206	61.3349	16.9322	-24.9195	47.3487	0.0000	0.0060	0.0002	0.0001
5	15	3788.5933	49.4659	0.3611	-13.6836	64.7972	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
5	16	3768.6846	52.6925	14.9016	-21.5896	40.6421	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
5	17	3503.1606	51.3181	6.1417	-16.9054	50.0442	0.0000	0.0044	0.0002	0.0001
5	18	3556.7505	5.2971	1.8821	-0.3653	-2.2899	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
6	1	6037.7964	976.4204	326.4652	-816.3372	-300.5855	0.0000	0.0048	0.0021	0.0007
6	2	4071.2981	448.0505	927.6890	-401.5825	-943.5974	0.0000	0.0041	0.0009	0.0019
6	3	5166.1079	284.4161	207.5145	-237.3457	-208.2922	0.0000	0.0046	0.0006	0.0004
6	4	7171.7090	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0068	0.0002	0.0001
6	5	6616.3555	97.9667	36.4406	-61.0581	28.6267	0.0000	0.0063	0.0002	0.0001
6	6	5767.7935	79.3250	5.6962	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0055	0.0002	0.0001
6	7	5295.1895	84.1537	31.9912	-52.6283	24.2358	0.0000	0.0050	0.0002	0.0001
6	8	5322.8105	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0050	0.0002	0.0001
6	9	5191.6880	8.5488	3.4682	-3.5636	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
6	10	5941.5396	976.4204	326.4652	-816.3372	-300.5855	0.0000	0.0047	0.0021	0.0007
6	11	3977.3743	448.0505	927.6890	-401.5825	-943.5974	0.0000	0.0040	0.0009	0.0019
6	12	4876.8760	284.4161	207.5145	-237.3457	-208.2922	0.0000	0.0043	0.0006	0.0004
6	13	5913.4165	92.8719	5.8839	-50.2632	70.8246	0.0000	0.0056	0.0002	0.0001
6	14	5946.7358	97.9667	36.4406	-61.0581	28.6267	0.0000	0.0057	0.0002	0.0001

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.
62 di 140

6	15	4694.4951	79.3250	5.6962	-43.1062	60.0275	0.0000	0.0045	0.0002	0.0001
6	16	4718.6602	84.1537	31.9912	-52.6283	24.2358	0.0000	0.0045	0.0002	0.0001
6	17	4392.8291	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0042	0.0002	0.0001
6	18	5169.5454	8.5488	3.4682	-3.5636	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
7	1	5708.7085	741.8050	238.7435	-575.5571	-214.1270	0.0000	0.0051	0.0021	0.0007
7	2	4483.5781	340.7869	680.5282	-291.4163	-699.6204	0.0000	0.0047	0.0009	0.0019
7	3	4373.9717	216.0699	152.1615	-167.2050	-153.6641	0.0000	0.0047	0.0006	0.0004
7	4	6187.0083	70.1563	2.5036	-27.0361	73.8361	0.0000	0.0071	0.0002	0.0001
7	5	5707.3115	74.1224	25.1816	-36.6524	39.4626	0.0000	0.0066	0.0002	0.0001
7	6	5012.3359	59.9254	2.6252	-23.2692	62.7802	0.0000	0.0057	0.0002	0.0001
7	7	4608.0581	63.6740	22.1280	-31.6658	33.7315	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
7	8	4613.6401	62.1074	10.2100	-26.7979	46.2310	0.0000	0.0053	0.0002	0.0001
7	9	3993.5811	6.4423	2.5519	-1.4129	-2.9476	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
7	10	5634.8462	741.8050	238.7435	-575.5571	-214.1270	0.0000	0.0051	0.0021	0.0007
7	11	4411.5063	340.7869	680.5282	-291.4163	-699.6204	0.0000	0.0046	0.0009	0.0019
7	12	4152.0313	216.0699	152.1615	-167.2050	-153.6641	0.0000	0.0045	0.0006	0.0004
7	13	5221.4653	70.1563	2.5036	-27.0361	73.8361	0.0000	0.0060	0.0002	0.0001
7	14	5193.4839	74.1224	25.1816	-36.6524	39.4626	0.0000	0.0059	0.0002	0.0001
7	15	4188.7476	59.9254	2.6252	-23.2693	62.7802	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
7	16	4165.6621	63.6740	22.1280	-31.6658	33.7315	0.0000	0.0048	0.0002	0.0001
7	17	3900.0244	62.1074	10.2100	-26.7979	46.2310	0.0000	0.0044	0.0002	0.0001
7	18	3976.5901	6.4423	2.5519	-1.4129	-2.9476	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
8	1	7791.1035	976.4202	326.4653	-816.3369	-300.5855	0.0000	0.0055	0.0021	0.0007
8	2	7217.1260	448.0505	927.6891	-401.5824	-943.5975	0.0000	0.0053	0.0009	0.0019
8	3	5926.8882	284.4161	207.5145	-237.3456	-208.2922	0.0000	0.0049	0.0006	0.0004
8	4	8768.5713	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0074	0.0002	0.0001
8	5	8088.5996	97.9666	36.4406	-61.0581	28.6267	0.0000	0.0068	0.0002	0.0001
8	6	7138.4331	79.3250	5.6961	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0060	0.0002	0.0001
8	7	6569.2852	84.1537	31.9912	-52.6282	24.2358	0.0000	0.0055	0.0002	0.0001
8	8	6546.9419	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0055	0.0002	0.0001
8	9	5196.7588	8.5487	3.4682	-3.5635	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
8	10	7694.8467	976.4202	326.4653	-816.3369	-300.5855	0.0000	0.0054	0.0021	0.0007
8	11	7123.2026	448.0505	927.6891	-401.5825	-943.5975	0.0000	0.0053	0.0009	0.0019
8	12	5637.6567	284.4161	207.5145	-237.3457	-208.2922	0.0000	0.0046	0.0006	0.0004
8	13	7510.2793	92.8719	5.8839	-50.2631	70.8246	0.0000	0.0063	0.0002	0.0001
8	14	7418.9800	97.9666	36.4406	-61.0581	28.6267	0.0000	0.0062	0.0002	0.0001
8	15	6065.1348	79.3250	5.6961	-43.1061	60.0275	0.0000	0.0050	0.0002	0.0001
8	16	5992.7559	84.1537	31.9912	-52.6282	24.2358	0.0000	0.0050	0.0002	0.0001
8	17	5616.9604	82.1618	15.7527	-47.3125	41.0012	0.0000	0.0047	0.0002	0.0001
8	18	5174.6162	8.5487	3.4682	-3.5635	-3.8535	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000

Riepilogo delle sollecitazioni

Massima azione trasmessa dal palo

	Pmin	Pmax	V2	V3	M3	M2
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sismica X	7791	1695	976	326	-461	-151
Sismica Y	7217	2431	448	928	-239	-522
Sismica Z	5927	2999	284	208	-134	-114
SLU-TRAFF-A1	8769	4081	93	6	-16	76
SLU_ENV-T+V-A1	8089	4106	98	36	-25	47
SLU-TRAFF-A2	7138	3240	79	6	-14	65
SLU_ENV-T+V-A2	6569	3259	84	32	-22	41
SLE-CAR	6547	3013	82	16	-17	50
SLE-QP	5197	3555	9	3	0	-2

Per il calcolo dei tagli e momenti sulla fondazione si è considerato il valore di carico assiale massimo sui pali.

Eccentricità palo - pila dir x	$e_x =$	1.47	m
Numero di pali dir x	$N_{px} =$	3	
Eccentricità palo - pila dir y	$e_y =$	1.13	m
Numero di pali dir y	$N_{py} =$	2	

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	1523	-766	1082	1146
Sismica Y	1302	-835	932	1024
Sismica Z	1052	-990	761	749
SLU-TRAFF-A1	1589	-1244	1143	1174
SLU_ENV-T+V-A1	1417	-1326	1026	1030
SLU-TRAFF-A2	1336	-844	-	-
SLU_ENV-T+V-A2	1193	-913	-	-
SLE-CAR	1189	-916	-	-
SLE-QP	880	-1078	-	-

I valori delle sollecitazioni agenti sulla platea di fondazione sono considerati tenendo conto di un fattore di struttura (q) pari a 1 per l'azione sismica orizzontale.

5.1.2.2 Verifiche SLU – Flessione

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

Armatura Inferiore 3 strati di $\Phi 26 / 20$

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

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]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	26.55	5.3
			2	0	223.9
			3	0	233
			4	26.55	186.9
			5	26.55	190.8
			6	26.55	194.7

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Devata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

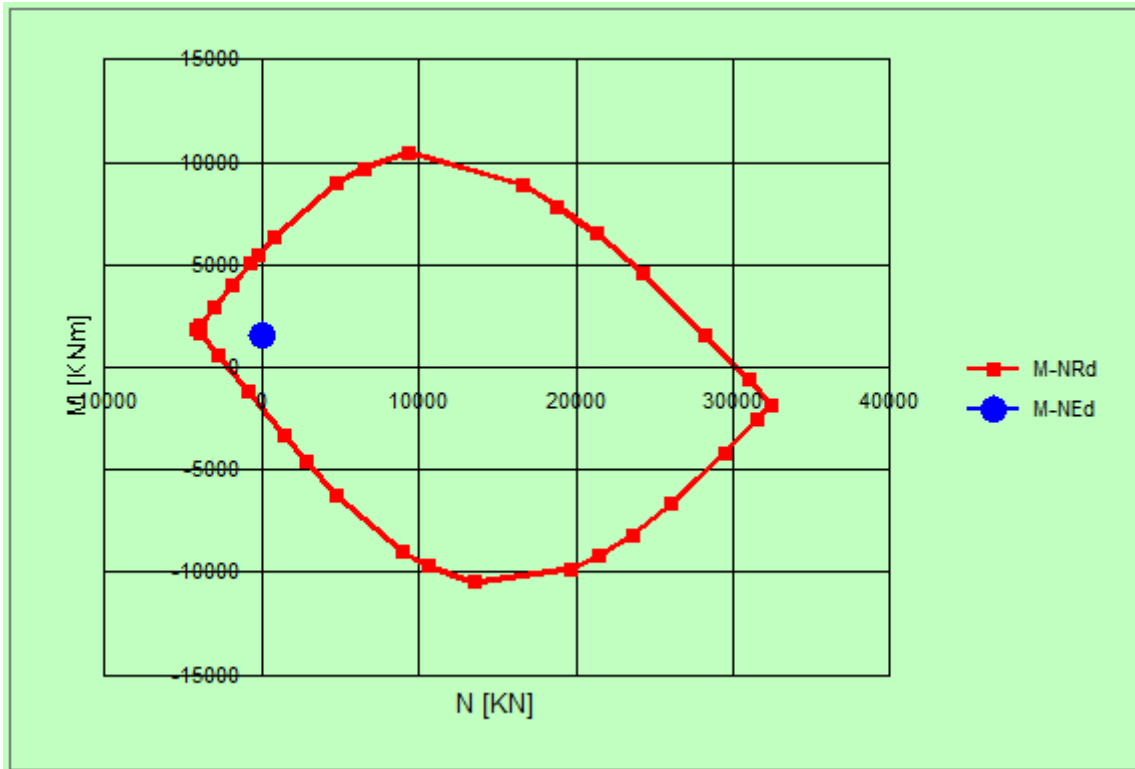
Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200,000 N/mm²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 41.62 ‰
d 233 cm
x 18.07 x/d 0.07757
 δ 0.7



La sollecitazione massima è compresa nel dominio di resistenza della sezione.

5.1.2.3 Verifiche SLU – Taglio

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

Cavallotti Φ 26 / 50x50

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	1174
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	1000
4	Altezza Sezione	H		mm	2000
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	5.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	26
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	53
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	2
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	26
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	500
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	f_{ck}/γ_c	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	1934
21	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	2,655
22	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00137
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.32158

24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	V_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.266
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	V'_{min}	$V_{min}+0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.266
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha+\cot\theta)/(1+\cot\theta^2)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	α_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	0.266
33	Taglio Resistente del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$v_{Rd,c}Bd$	kN	514
34	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$		armatura NECESSARIA
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	Taglio Resistente massimo del cls	$V_{Rd,max}$	$0,9v_{Rd,max}Bd$	kN	7,253
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	6.178
30	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rd,max}$		OK
35	Area di acciaio trasversale	A_{sw}	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm ²	1,062
36	Resistenza a taglio dell'armatura	v_1	$(\cot\alpha+\cot\theta)sen\alpha$		1.000
37	Taglio Resistente dell'armatura	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	1,446
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.232
41	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		OK
42	Verifica a taglio sulla sezione				OK

5.1.2.4 Verifiche SLU – Fessurazione

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Verifica allo stato limite di apertura delle fessure

TIPO COMBINAZIONE :

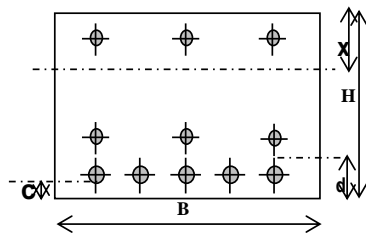
CONDIZIONI AMBIENTE :

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
 $H = 2000$ mm
 $d = 66$ mm
 $c = 53.0$ mm

ACCIAIO
FeB44K

CLS

$R_{ck} = 30$ N/mm² Resistenza caratteristica
 $f_{ctm} = 2.61$ N/mm² // a traz. semplice
 $f_{ctm} = 3.13$ N/mm² // a traz. per flessione

$E_s = 210000$ N/mm² Modulo elastico
 $n = 15$ Coeff. omogenizzazione
 $N^{\circ}_{ferri} = 5$ Numero barre tese
 $s = 200$ mm Interasse barre
 $\phi = 26$ mm Diametro barre
 $A_s = 2655$ mm² Area armatura tesa
 $\sigma_s = 82.84$ N/mm² Tensione di lavoro acciaio

$b_{eff} = 1000$ mm Larghezza efficace $x = 327.3$ mm
 $h_{eff} = c + 7.5 \phi = 248$ mm Altezza efficace $\leq (h-x)/2$ $(h-x)/2 = 836.3$ mm
 $A_{c,eff} = b_{eff} \times h_{eff} = 248000$ mm² Area efficace
 $\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 0.0107$

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

$S_{rm} = 2 \left(c + \frac{s}{10} \right) + k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} = 267.4$ 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)

$M_{1fess} = 2194.1$ kNm Momento di prima fessurazione

$\sigma_{sr} = 451.2$ N/mm² Tensione nell'acciaio, nella sezione fessurata, al raggiungimento della resistenza a trazione f_{ctm} nella fibra di cls più sollecitata

$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E} \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] = -5.46E-03$

$\beta_0 = 1.7$ $\varepsilon_{sm} \geq 0.4 \frac{\sigma_s}{E} = 1.58E-04$

$w_k = \beta_0 \cdot S_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.072$ mm Valore caratteristico di apertura delle fessure

5.1.2.5 Verifiche SLE – Tensionale

Quasi Permanente

The screenshot shows a software interface for structural analysis. The main window displays various input and output parameters for a concrete section under tension.

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

Titolo : [Empty field]

N° figure elementari 1 **Zoom** **N° strati barre** 6 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5.3
2	0	223.9
3	0	233
4	26.55	186.9
5	26.55	190.8
6	26.55	194.7

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma: A schematic diagram of a rectangular section with a red hatched top flange and a blue hatched bottom flange. A green vertical line represents the neutral axis, and a red horizontal line represents the top edge. The center of gravity (G) and neutral axis (N) are indicated.

Sollecitazioni:
 S.L.U. **Metodo n**
 N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Materiali:
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

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

Verifica:
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

Results:
 σ_c -1.656 N/mm²
 σ_s 82.84 N/mm²
 ε_s 0.4142 ‰
 d 233 cm
 x 53.75 x/d 0.2307
 δ 0.7284

$$\sigma_c = 1.66 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40f_{ck} = 10.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Caratteristica

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

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5.3
2	0	223.9
3	0	233
4	26.55	186.9
5	26.55	190.8
6	26.55	194.7

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} 1189 kNm
 M_{yEd} 0

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

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

Materiali

 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d 233 cm
 x 53.75 x/d 0.2307
 δ 0.7284

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 2.24 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.60f_{ck} = 15.00 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 111.9 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.80f_{yk} = 360 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

5.1.3 Pali

Pmax	Pmin	V2	V3	M3	M2
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sismica X	7791	976	326	-816	-301
Sismica Y	7217	448	928	-402	-944
Sismica Z	5927	284	208	-237	-208
SLU-TRAFF-A1	8769	93	6	-50	71
SLU_ENV-T+V-A1	8089	98	36	-61	29
SLU-TRAFF-A2	7138	79	6	-43	60
SLU_ENV-T+V-A2	6569	84	32	-53	24
SLE-CAR	6547	82	16	-47	41
SLE-QP	5197	9	3	-4	-4

Pmin	Pmax	V2	V3	M3	M2
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sismica X	1695	742	239	-576	-214
Sismica Y	2431	448	928	-402	-944
Sismica Z	2999	216	152	-167	-154
SLU-TRAFF-A1	4081	58	0	-16	76
SLU_ENV-T+V-A1	4106	61	17	-25	47
SLU-TRAFF-A2	3240	49	0	-14	65
SLU_ENV-T+V-A2	3259	53	15	-22	41
SLE-CAR	3013	51	6	-17	50
SLE-QP	3555	5	2	0	-2

(V2 + V3)max	P	Vmax	M3	M2
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sismica X	6038	1030	-816	-301
Sismica Y	5671	1030	-402	-944
Sismica Z	4732	352	-237	-208
SLU-TRAFF-A1	7172	93	-50	71
SLU_ENV-T+V-A1	6616	105	-61	29
SLU-TRAFF-A2	5768	80	-43	60
SLU_ENV-T+V-A2	5295	90	-53	24
SLE-CAR	5323	84	-47	41
SLE-QP	5192	9	-4	-4

M3max	Pmin	V2	V3	M3	M2
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sismica X	6038	976	326	-816	-301
Sismica Y	5577	448	928	-402	-944
Sismica Z	4877	284	208	-237	-208
SLU-TRAFF-A1	5913	93	6	-50	71
SLU_ENV-T+V-A1	5947	98	36	-61	29
SLU-TRAFF-A2	4694	79	6	-43	60
SLU_ENV-T+V-A2	5295	84	32	-53	24
SLE-CAR	4393	82	16	-47	41
SLE-QP	5192	9	3	-4	-4

M2max	Pmin	V2	V3	M3	M2
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Sismica X	3707	976	326	-816	-301
Sismica Y	5671	448	928	-402	-944
Sismica Z	4732	284	208	-237	-208
SLU-TRAFF-A1	7172	93	6	-50	71
SLU_ENV-T+V-A1	7425	98	36	-61	29
SLU-TRAFF-A2	5768	79	6	-43	60
SLU_ENV-T+V-A2	6002	84	32	-53	24
SLE-CAR	5323	82	16	-47	41
SLE-QP	5117	9	3	-4	-4

5.1.3.1 Stato di sollecitazione

Si riporta di seguito lo stato di sollecitazione dei pali di fondazione, derivante dall'analisi di Piglet. Nelle tabelle sottostanti si evidenzia il valore massimo di ognuna delle componenti della sollecitazione e la combinazione dalla quale deriva.

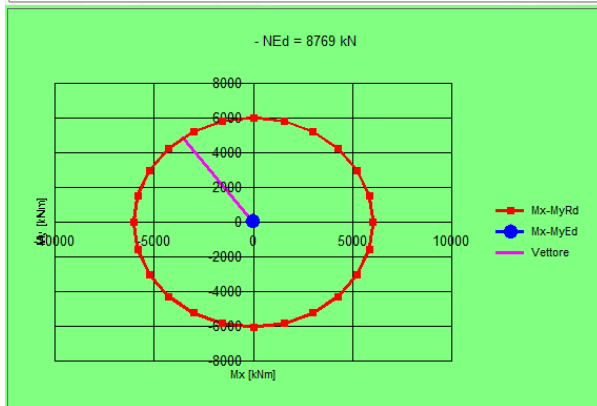
5.1.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Nel palo è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura principale 30 Φ 26

La verifica a flessione viene effettuata per il valore massimo e minimo di sollecitazione assiale (P_{max} , P_{min}) e per il valore massimo di momento (M_{max}), riportato nelle tabelle precedenti.

Pmax



Pmin

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: 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.): 8.9 [cm]

N* barre: 0 Zoom

Tipologia Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 1695 0 kN
 M_{xEd}: -576 0 kNm
 M_{yEd}: -214 0

P.to applicazione N

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

Tipologia rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

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

Tipologia flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N* rett.: 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 339

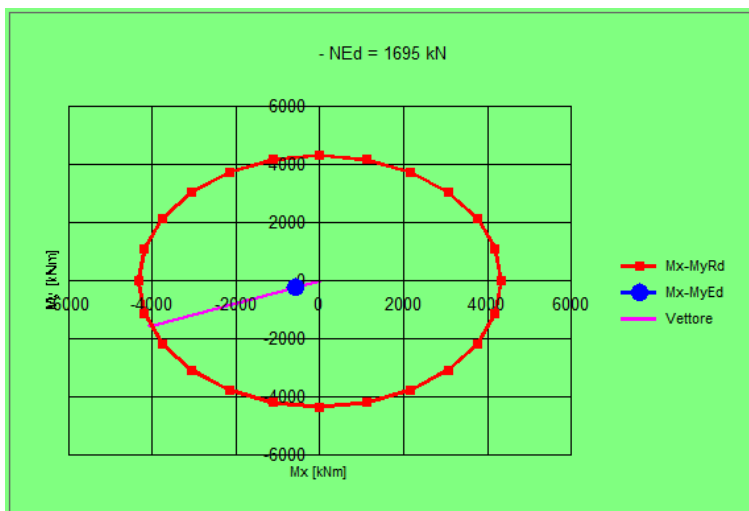
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200,000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8 ?
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

M_{xRd}: -4.044 kN m
 M_{yRd}: -1.556 kN m
 σ_c: -14.17 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 8.855 ‰
 d: 141 cm
 x: 39.95 x/d: 0.2833
 δ: 0.7941



Mmax

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 2.6 [cm]
Copriferro (baric.) 8.9 [cm]

N° barre 0 Zoom

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

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 3707 0 kN
M_{xEd} -816 0 kNm
M_{yEd} -301 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 Mx-My

angolo asse neutro θ° 339

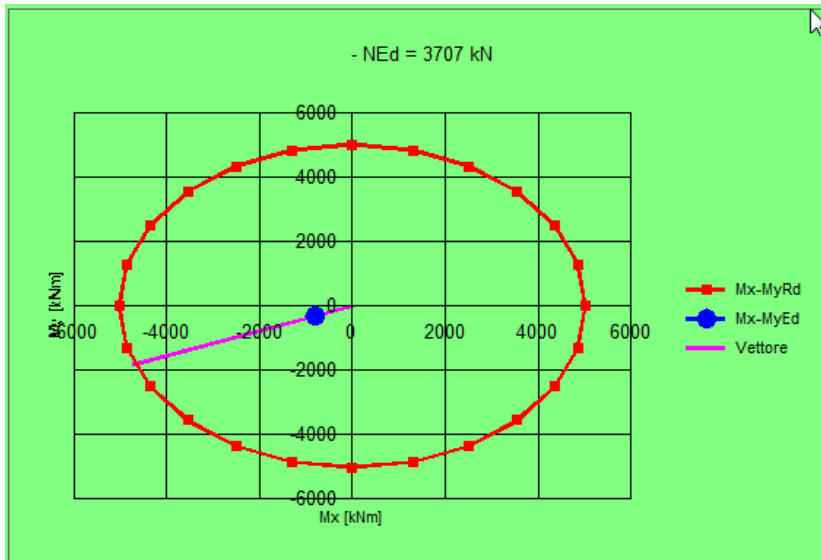
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} -4.690 kN m
M_{yRd} -1.806 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 6.518 ‰
d 141 cm
x 49.26 x/d 0.3494
 δ 0.8767



5.1.3.3 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

Nel palo è presente la seguente armatura a taglio:

Staffe $\Phi 16 / 15$ doppia gabbia per 6.0 m - $\Phi 16 / 20$ gabbia singola per restante parte

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	1030
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	1080
4	Altezza Sezione	H		mm	886
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	30.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	26
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	95
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	4
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	16
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	150
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	f_{ck}/γ_c	MPa	16.67

18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391
19	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	778
21	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	15,928
22	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01896
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.50702
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	V_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.324
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	V'_{min}	$V_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.324
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	α_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	0.654
33	Taglio Resistente del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c}Bd$	kN	550
34	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$		armatura NECESSARIA
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	Taglio Resistente massimo del cls	$V_{Rd,max}$	$0,9v_{Rd,max}Bd$	kN	3,151
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	3.059
30	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rd,max}$		OK
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	$(\cot\alpha + \cot\theta)\text{sena}$		1.000
37	Taglio Resistente dell'armatura	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/S_w$	kN	1,469
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.426
41	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		OK
42	Verifica a taglio sulla sezione				OK

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 78 di 140

5.1.3.4 Verifiche portanza palo

Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a $N = 8769 \text{ kN}$ (cfr. tab. Par. 6.3.3).

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 50.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale IN0D00DI2RBNW0100001A

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 79 di 140

5.2 SPALLE

La spalla A e B sono state modellate con vincoli ideali, e successivamente verificate con un'analisi piana, riportata nei paragrafi successivi. Essendo le due spalle uguali a livello geometrico si riporta di seguito la sola verifica della Spalla B, su cui vertono dei carichi maggiori visto che si poggia l'impalcato continuo da 192,0 m.

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.

5.2.1 Riepilogo dati (Summary of data)

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

- La geometria della spalla e del terreno a tergo (Geometric data).

Il muro viene definito dalle coordinate dei punti di 2 polilinee che ne descrivono il profilo a monte (D, y_m) e a valle (B, y_m). L'asse y coincide con la verticale passante per l'estremo a monte della fondazione del muro, ed è diretto verso il basso; l'origine è all'intersezione con il piano di campagna: in definitiva l'asse y individua la traccia della superficie teorica di applicazione della spinta. Le 2 polilinee disegnano il muro al loro interno, la polilinea di monte e l'asse y disegnano il volume di terra gravante sul muro. Vengono inoltre indicati: la quota di spiccato del muro o estradosso fondazione (Foundation height), la quota di intradosso fondazione o altezza totale (Global height), la pendenza del paramento a monte (Wall slope) e l'estensione longitudinale del muro (Wall estension), che viene utilizzata solo ai fini della verifica della fondazione, mentre tutte le sollecitazioni vengono calcolate a m lineare.

- I dati generali di carico (General data).
 - Peso specifico del materiale del muro (Wall unit weight);
 - Valore del sovraccarico permanente esteso, a monte del muro (Dead load);

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 80 di 140

- Valore del sovraccarico accidentale esteso, a monte del muro (Live load);
 - Accelerazione di base per la condizione sismica (Ground acceleration);
 - Coefficiente S di amplificazione del sito, se non già considerato nell'accelerazione di base;
 - Fattore di riduzione della componente sismica ($1/r$ secondo EN 1998-1).
- Per le sole spalle su pali vengono indicati i pali in fondazione (Foundation piles) con il loro numero, diametro e posizione rispetto all'asse y, ottenendo le caratteristiche della palificata (Pile characteristics) utili per il calcolo del carico sui pali.
 - Le caratteristiche del terreno (Soil Characteristics).
Vengono indicati i parametri caratteristici degli strati di terreno spingente: quota y_t , peso volume ρ_s , angolo di attrito φ , 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 φ , 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 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;

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 81 di 140

- La larghezza B, in generale pari a 1 m;
 - Il copriferro c;
 - Il numero n_a , il diametro \varnothing_a e la distanza d dal lembo teso delle armature a flessione;
 - Il diametro \varnothing_s delle barre a taglio (Ties), qualora necessarie, e il loro interasse s_x ed s_y nelle due direzioni in pianta.
- Le combinazioni di carico esaminate con i fattori di combinazione (Combination factors).
Oltre alla denominazione sulla base della nomenclatura di norma, sono riportati i coefficienti parziali assunti nelle diverse combinazioni per le singole azioni considerate (Load factors) e per i parametri di resistenza del terreno (Soil parameter coefficients).
L'indicazione (1) si riferisce ad una serie di coefficienti tutti unitari, utilizzati per le verifiche agli SLS. Tra i fattori parziali sono indicati:
 - γ_{GS} il fattore per i carichi permanenti stabilizzanti (es. peso muro e terreno);
 - γ_{GR} il fattore per i carichi permanenti ribaltanti (es. spinte di terra e di falda);
 - γ_{QS} il fattore per i carichi accidentali stabilizzanti (es. sovraccarico sul muro);
 - γ_{QR} il fattore per i carichi accidentali ribaltanti (es. spinte del sovraccarico);
 - ψ_Q il fattore di contemporaneità dei carichi accidentali, da associare sempre a γ_{QS} e γ_{QR} ;
 - γ_E il fattore moltiplicatore per le azioni sismiche;
 - $\gamma_{\tan\phi}$ il coefficiente di sicurezza sulla tangente dell'angolo di attrito del terreno;
 - γ_c il coefficiente di sicurezza sulla coesione efficace;
 - γ_γ il coefficiente di sicurezza sul peso volume;
 - γ_{cu} il coefficiente di sicurezza sulla coesione non drenata.

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

- Vengono assunti sempre e solo i valori sfavorevoli per i carichi ribaltanti;
- Il fattore γ_E , ove presente, è posto pari a 1, avendo già inserito il fattore di importanza all'interno dell'accelerazione di base;
- La combinazione sismica non prevede in alcun caso la presenza di carichi accidentali ($\psi_Q = 0$);

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 82 di 140

- La combinazione con fattori EQU viene utilizzata ai soli fini delle verifiche globali (Global check) per i muri su fondazione superficiale.

Nei casi in esame vengono perciò considerate le seguenti combinazioni:

- 1) ULS EQU – Vengono combinati i fattori EQU+M2;
- 2) ULS 1 STR – Vengono combinati i fattori A1+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 3) ULS 2 STR – Vengono combinati i fattori A1+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 4) ULS 3 GEO – Vengono combinati i fattori A2+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 5) ULS 4 GEO – Vengono combinati i fattori A2+M1, 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 ($\psi_Q = 0$).

5.2.2 Riepilogo risultati (Summary of results)

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

- Le sollecitazioni in fondazione (Stress on foundation), no in caso di fondazioni su pali.
Per ciascuna combinazione vengono riassunti, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi:
 - Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 83 di 140

- Per i muri su pali: i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M . Il momento sul singolo palo viene calcolato come $M = T \lambda / 2$, essendo λ la lunghezza elastica del palo immerso in un terreno alla Winkler con costante k .

- Per i soli muri su fondazione superficiale: il controllo di verifica dell'analisi globale (Global check).

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

- La dimensione ridotta della fondazione reagente alla pressione di contatto sul terreno H_{rid} ;
- Il valore della pressione di contatto calcolata come pressione costante p sulla superficie ridotta $B \times H_{rid}$;
- I coefficienti di sicurezza al ribaltamento η_r e allo scorrimento η_s ;
- Il coefficiente di sicurezza η_T rispetto alla capacità portante del terreno, calcolata sulla base della dimensione ridotta della fondazione e dei parametri di resistenza del terreno al di sotto del piano di fondazione, affetti dai coefficienti della serie M1 o M2 prevista in combinazione;
- Infine viene fornito l'esito positivo (OK) ovvero negativo (NO) dell'insieme di verifiche: al ribaltamento ($\eta_r > 1$), allo scorrimento ($\eta_s > 1$) e di portanza del terreno ($\eta_T > 1$).

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

- Scorrimento tra calcestruzzo e calcestruzzo: si assume un coefficiente di attrito cls-cls pari a 0.7.
 - Scorrimento per slittamento interno del terreno in condizione drenate: si adottano le caratteristiche di resistenza del terreno di fondazione al netto dei coefficienti M1 o M2.
 - Scorrimento per slittamento interno del terreno in condizione non drenate.
- Il controllo di verifica della sezione di spiccato del muro (Check at the base of the wall).
Per ciascuna combinazione vengono riassunti, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi:
 - Lo sforzo normale N_s , il taglio T_s e il momento flettente M_s allo spiccato;
 - Il coefficienti di utilizzazione a taglio della sezione U_{Ts} , 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

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 84 di 140

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_{Ms} , calcolato come rapporto tra la sollecitazione esterna M_s e il momento resistente in presenza dello sforzo normale N_s . Solo per le combinazioni SLS, in luogo del coefficiente di utilizzazione viene fornito il valore della tensione massima σ nell'acciaio teso.

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

- Il controllo di verifica della sezione della fondazione a valle (Section 1), per i muri su fondazione superficiale.

La tabella ripete per la sezione 1 quanto già fatto per la sezione di spiccato.

- Il controllo di verifica della sezione della fondazione a monte (Section 2).

La tabella ripete per la sezione 2 quanto già fatto per la sezione di spiccato.

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

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

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

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

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

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

Attrito terra-muro $\delta = 0$

Coefficiente sismico $k_h = a_g / r = 0.289$ e $k_v = 0.5 k_h$

Angolo di incremento sismico $\theta = \tan(k_h / (1 - k_v))$

Già in condizioni statiche la parte preponderante della resistenza allo scorrimento del muro è fornita dall'attrito tra terreno e fondazione, in quanto la resistenza di confinamento a valle (passiva) e, per i muri su pali, la stessa resistenza laterale dei pali si attivano per spostamenti significativamente più grandi. E' d'altro canto noto che già per spostamenti dell'ordine di 2/1000 dell'altezza di scavo (circa 1 cm per il muro più alto) 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, coerentemente con questa scelta, 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.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 86 di 140

5.2.3 Calcolo delle sollecitazioni (Stress on the wall)

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

- 1) ULS EQU – fattori EQU+M2;
- 2) ULS STR – fattori A1+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 3) ULS STR – fattori A1+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 4) ULS GEO – fattori A2+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 5) ULS GEO – fattori A2+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 6) ULS SEIS – fattori di carico unitari SEIS+M2;
- 7) SLS RARA – tutti fattori unitari e $\psi_Q = 1$;
- 8) SLS QUASIP – tutti fattori unitari e $\psi_Q = 0.40$;

Per ciascuna combinazione sono leggibili nelle tabelle:

- I fattori della combinazione in esame;
- Il riepilogo delle forze agenti al livello del piano di fondazione: i risultati delle tabelle precedenti, in quanto valori caratteristici, vengono moltiplicati per i fattori γ e ψ , propri della combinazione in esame; in condizioni sismiche si tiene conto del fattore $(1-k_v)$ 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”.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 87 di 140

5.2.4 Verifica delle sezioni

Viene effettuata la verifica delle sezioni significative:

- 1) La sezione di spiccato del muro (Base of the wall);
- 2) La sezione della fondazione a valle (Section 1 – solo per i muri su fondazione superficiale)
- 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.

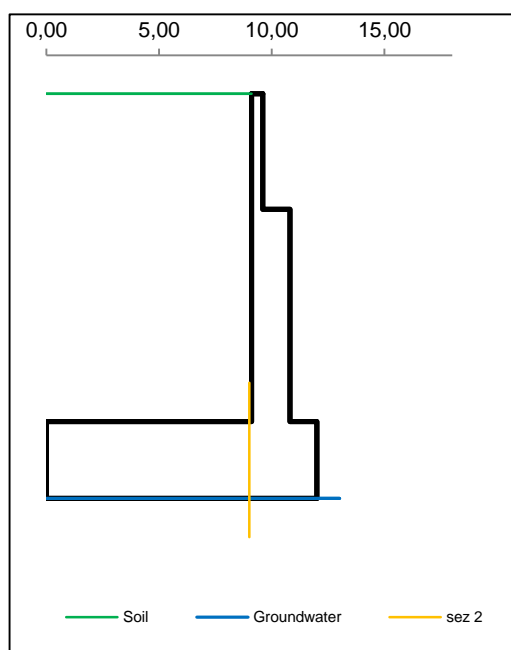
5.2.5.1 Muro frontale

5.2.5.1.1 Dati di Input

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

Geometric data

y _m	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	9.10	9.60
3.00	9.10	9.60
3.00	9.10	10.80
8.50	9.10	10.80
8.50	0.00	12.00
10.50	0.00	12.00
Foundation Height		8.50
Global Height		10.50
Wall inclination (°)		
Wall extension		12.90



General data

Wall unit weight	kN/m ³	25.00
Dead load	kN/m ²	0.00
Live load	kN/m ²	20.00
Ground acceleration	g	0.256
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

Foundation on piles

L = 14.40 m

n	∅	x
3	1200	1.50
3	1200	6.00
3	1200	10.50

Pile Characteristics

n	9.00	-
X _g	6.00	m
J _g	121.50	m ²
W _{min}	-27.00	m

Steel Limit strength (SLS)	Mpa	360
----------------------------	-----	------------

W_{max}	27.00	m
-----------	-------	---

Soil characteristics

Soil layer	y_t	ρ_s	ϕ'	c'	C_u
	m	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²
1	0.00	19.00	35.00	0.00	0.00
	8.50	19.00	35.00	0.00	0.00
2	8.50	19.00	35.00	0.00	0.00
	10.50	19.00	35.00	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			328.0	10.2	F
Live force			260	10.2	S
Δ Seismic force					

Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
	H	B	c
Geometric data			
Dimensions and concrete cover	1700	1000	35
Bending reinforcement	n_a	ϕ_a	d
Rear reinforcement (soil side)	5	26	64
B side (layer 2)	0	0	114
B side (layer 3)	0	0	0
Front reinforcement	5	26	1636
Shear reinforcement	ϕ_s	s_x	s_y
Ties	16	300	300

Characteristics of RC sections

Section	Section 2				
	H	B	c		
Geometric data					
Dimensions and concrete cover			35	2000	1000
Bending reinforcement				n_a	ϕ_a

Bottom reinforcement (soil side)				5	26	64
Upper reinforcement				5	26	1936
Shear reinforcement				ϕ_s	s_x	s_y
Ties				16	300	300

Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors						
			γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	
<i>ULS</i>	<i>EQU</i>	<i>EQU</i>	<i>M2</i>	0.90	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	0.00	1.35	1.00	0.00
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	0.00
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	0.60	1.15	1.00	0.00
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.00
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	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	1.00	0.40	0.00

Combinations factors

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

5.2.5.1.2 Risultati

WALL H = 8.50 m (Piles) SUMMARY OF RESULTS

Stress on foundation

Combinations	Load	Soil	N	T	M	M _G
			kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m
ULS EQU	EQU	M2				
ULS1 STR	A1	M1	3020	724	4515	4515
ULS2 STR	A1	M1	4200	724	4262	4262
ULS3 GEO	A2	M2	3077	659	3916	3916
ULS4 GEO	A2	M2	3177	659	3770	3770
ULS SEISM	SEIS	M2	2327	1281	5520	5520
SLS RARE	(1)	(1)	3111	536	3157	3157
SLS QUASIP	(1)	(1)	2846	482	2378	2378

Stress on piles -Piglet

Combinations	Load	Soil	N _{pmax}	N _{pmin}	T _p	M _p
			kN	kN	kN	kNm
ULS EQU	EQU	M2				
ULS1 STR	A1	M1	7677	1628	1259	1413
ULS2 STR	A1	M1	9543	3319	1259	1434
ULS3 GEO	A2	M2	7335	1913	1146	1303
ULS4 GEO	A2	M2	7433	2107	1146	1315
ULS SEISM	SEIS	M2	7386	-106	2225	2712
SLS RARE	(1)	(1)	7069	2459	932	1062
SLS QUASIP	(1)	(1)	6236	2482	838	996

Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N _s	T _s	U _{Ts}	M _s	U _{M_s/σ}	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	950	493	0.39	1683	0.716	OK
ULS2 STR	A1	M1	1160	493	0.39	1704	0.679	OK
ULS3 GEO	A2	M2	898	451	0.36	1553	0.672	OK
ULS4 GEO	A2	M2	898	451	0.36	1553	0.672	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	523	516	0.41	1550	0.763	OK
SLS RARE	(1)	(1)	859	365		1262	172	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	703	322		1038	142	OK

Section 2 Check (up side)

Combinations	Load	Soil	T ₂	U _{T2}	M ₂	U _{M2/σ}	CHECK
--------------	------	------	----------------	-----------------	----------------	-------------------	-------

					kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1	STR	A1	M1		32.98	0.022	352.17	0.181	OK
ULS2	STR	A1	M1		222.53	0.148	130.16	0.067	OK
ULS3	GEO	A2	M2		48.38	0.032	491.35	0.252	OK
ULS4	GEO	A2	M2		74.25	0.049	465.53	0.239	OK
ULS	SEISM	SEIS	M2		300.37	0.200	-1500.66	0.769	OK
SLS	RARE	(1)	(1)		25.48		841.95	182	OK
SLS	QUASIP	(1)	(1)		-2.87		1080.71	234	OK

EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

Horizontal pressure coefficient (M1)

y	ϕ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K_{ah}'	K_{ah}
0.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
8.50	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
8.50	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
10.50	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
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	ϕ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K_{ah}'	K_{ah}
0.00	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
8.50	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
8.50	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
10.50	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
10.50	26.56	0.00	0.00	0.00	16.36		0.635	0.382
10.50	26.56	0.00	0.00	0.00	16.36		0.635	0.382

5.2.5.1.3 Caratteristiche azioni

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

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
	0.00							
1.0	0.00	9.10	9.60	19.0			0.00	0.00
1.0	3.00	9.10	9.60	19.0	37.50	-99.37	518.70	-3864.32
1.0	3.00	9.10	10.80	19.0	0.00	0.00	0.00	-0.01
1.0	8.50	9.10	10.80	19.0	233.75	-479.19	950.95	-7084.56
1.0	8.50	0.00	12.00	19.0	0.00	-0.01	0.00	-0.01
1.0	10.50	0.00	12.00	19.0	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
Total					871.25	-4178.57	1469.65	-10948.90

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	9.10	9.60	19.0			0.00	0.00
1.0	3.00	9.10	9.60	19.0	9.60	86.40	132.79	1195.09
1.0	3.00	9.10	10.80	19.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.50	9.10	10.80	19.0	59.84	284.24	243.44	1156.35
1.0	8.50	0.00	12.00	19.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	10.50	0.00	12.00	19.0	153.60	153.60	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					223.04	524.24	376.23	2351.44

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.426	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.426	0.000	19.00	8.50	161.50	68.87	292.69	1414.65	0.00
0.426	0.000	19.00	8.50	161.50	68.87	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000	19.00	10.50	199.50	85.07	153.94	148.54	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	199.50	93.78	0.00	0.00	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

95 di 140

0.470	0.000	9.00	10.50	199.50	93.78	0.00	0.00	0.00
Total						446.63	1563.19	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.426	0.000		0.00	20.00	8.53			
0.426	0.000		8.50	20.00	8.53	72.49	453.08	0.00
0.426	0.000		8.50	20.00	8.53	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000		10.50	20.00	8.53	17.06	17.06	0.00
0.470	0.000		10.50	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
Total						89.55	470.13	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.511	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.511	0.000	19.00	8.50	161.50	82.57	350.93	1696.19	0.00
0.511	0.000	19.00	8.50	161.50	82.57	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000	19.00	10.50	199.50	102.00	184.58	178.10	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	199.50	110.30	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	199.50	110.30	0.00	0.00	0.00
Total						535.51	1874.29	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.511	0.000		0.00	20.00	10.23			
0.511	0.000		8.50	20.00	10.23	86.92	543.24	0.00
0.511	0.000		8.50	20.00	10.23	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000		10.50	20.00	10.23	20.45	20.45	0.00
0.553	0.000		10.50	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.50	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
Total						107.37	563.69	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.577	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.577	0.000	19.00	8.50	161.50	93.23	396.21	1915.01	0.00
0.577	0.000	19.00	8.50	161.50	93.23	0.00	0.00	0.00
0.577	0.000	19.00	10.50	199.50	115.16	208.39	201.08	0.00

0.635	0.000	9.00	10.50	199.50	126.67	0.00	0.00	0.00
0.635	0.000	9.00	10.50	199.50	126.67	0.00	0.00	0.00
Total						604.60	2116.09	0.00

Vertical load	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	0.00	9.10	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	9.10	20.00	182.00	-1355.90

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

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
1.0	0.00	9.10	9.60	19.0			0.00	0.00
1.0	3.00	9.10	9.60	19.0	37.50	-54.37	0.00	0.00
1.0	3.00	9.10	10.80	19.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.50	9.10	10.80	19.0	233.75	-198.69	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
Total					271.25	-253.06	0.00	0.00

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	9.10	9.60	19.0			0.00	0.00
1.0	3.00	9.10	9.60	19.0	9.60	67.20	0.00	0.00
1.0	3.00	9.10	10.80	19.0	0.00	0.00	0.00	0.00
1.0	8.50	9.10	10.80	19.0	59.84	164.56	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
Total					69.44	231.76	0.00	0.00

Soil Horizontal pressure (M1)

K_{ah}	K_{av}/K_{ah}	γ_t	y	p_v	p_h	S_h	M_{rib}	S_v
0.426	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.426	0.000	19.00	8.50	161.50	68.87	292.69	829.28	0.00
0.426	0.000	19.00	8.50	161.50	68.87	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000	19.00	8.50	161.50	68.87	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	179.50	84.38	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	9.00	10.50	179.50	84.38	0.00	0.00	0.00
Total						292.69	829.28	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K_{ah}	K_{av}/K_{ah}		y	q	p_h	S_h	M_{rib}	S_v
0.426	0.000		0.00	20.00	8.53			
0.426	0.000		8.50	20.00	8.53	72.49	308.09	0.00
0.426	0.000		8.50	20.00	8.53	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000		8.50	20.00	8.53	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.50	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
Total						72.49	308.09	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K_{ah}	K_{av}/K_{ah}	γ_t	y	p_v	p_h	S_h	M_{rib}	S_v
0.511	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.511	0.000	19.00	8.50	161.50	82.57	350.93	994.31	0.00
0.511	0.000	19.00	8.50	161.50	82.57	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000	19.00	8.50	161.50	82.57	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	179.50	99.24	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	9.00	10.50	179.50	99.24	0.00	0.00	0.00
Total						350.93	994.31	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K_{ah}	K_{av}/K_{ah}		y	q	p_h	S_h	M_{rib}	S_v
0.511	0.000		0.00	20.00	10.23			
0.511	0.000		8.50	20.00	10.23	86.92	369.40	0.00
0.511	0.000		8.50	20.00	10.23	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000		8.50	20.00	10.23	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.50	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.50	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
Total						86.92	369.40	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

98 di 140

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K_{ah}	K_{av}/K_{ah}	γ_t	y	p_v	p_h	S_h	M_{rib}	S_v
0.577	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.577	0.000	19.00	8.50	161.50	93.23			
0.577	0.000	19.00	8.50	161.50	93.23	0.00	0.00	0.00
0.577	0.000	19.00	8.50	161.50	93.23	0.00	0.00	0.00
0.635	0.000	9.00	10.50	179.50	113.97	0.00	0.00	0.00
0.635	0.000	9.00	10.50	179.50	113.97	0.00	0.00	0.00
Total						396.21	1122.59	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P_Q	M_{stab}
Dead load	0.00	9.10	9.10	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	9.10	9.10	20.00	0.00	0.00

5.2.5.1.4 Stato di sollecitazione

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

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
EQU	M2	0.90	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	0.90	1.000	784.13	-3760.71		
Soil Weight	0.90	1.000	1322.69	-9854.01		
Water Weight (upstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	0.90	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.10	1.000	0.00	0.00	589.06	2061.71
Live load Pressure	1.50	1.000	0.00	0.00	161.06	845.54
Water Pressure	1.10		0.00		0.00	0.00
Dead Force	0.90	1.000	295.20	-531.36	0.00	0.00
Live Force	1.50	1.000	390.00	-702.00	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			2792.0	-14848.1	750.1	2907.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	0.90	1.000	244.12	-227.76		
Soil Weight	0.90	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	0.90	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.10	1.000			386.03	1093.74
Live load Pressure	1.50	1.000			130.38	554.11
Water Pressure	1.10		0.00		0.00	0.00
Dead Force	0.90	1.000	295.20	-177.12	0.00	0.00
Live Force	1.50	1.000	390.00	-234.00	0.00	0.00
Seismic Force	0.00				0.00	0.00
Wall Inertia	0.00				0.00	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

100 di 140

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		929.3	-638.9	516.41	1647.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	2792.01 kN	929.32 kN
Shear force	T	750.12 kN	516.41 kN
Bending moment	M	4811.25 kNm	1798.90 kNm
Bending moment - section 2	M₂		-4871.18 kN
Shear - section 2	T₂		1336.10 kNm

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

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

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	871.25	-4178.57		
Soil Weight	1.00	1.000	1469.65	-10948.90		
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		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	602.95	2110.31
Live load Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	120.89	634.68
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-590.40	0.00	0.00
Live Force	1.35	1.000	351.00	-631.80	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			3019.9	-16349.7	723.8	2745.0

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	271.25	-253.06		
Soil Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

101 di 140

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		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			395.13	1119.53
Live load Pressure	1.35	1.000			97.86	415.92
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-196.80	0.00	0.00
Live Force	1.35	1.000	351.00	-210.60	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			950.2	-660.5	492.99	1535.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3019.90 kN	950.25 kN
Shear force	T	723.84 kN	492.99 kN
Bending moment	M	4514.73 kNm	1682.70 kNm
Bending moment - section 2	M₂		352.17 kN
Shear - section 2	T₂		32.98 kNm

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

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

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	1176.19	-5641.07		
Soil Weight	1.35	1.000	1984.03	-14781.02		
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		
Live load Weight	1.35	1.000	245.70	-1830.47		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	602.95	2110.31
Live load Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	120.89	634.68

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

102 di 140

Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	442.80	-797.04	0.00	0.00
Live Force	1.35	1.000	351.00	-631.80	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			4199.7	-23681.4	723.8	2745.0

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v) \psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	366.19	-341.63		
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		
Live load Weight	1.35	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			395.13	1119.53
Live load Pressure	1.35	1.000			97.86	415.92
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	442.80	-265.68	0.00	0.00
Live Force	1.35	1.000	351.00	-210.60	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			1160.0	-817.9	492.99	1535.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4199.72 kN	1159.99 kN
Shear force	T	723.84 kN	492.99 kN
Bending moment	M	4261.91 kNm	1703.52 kNm
Bending moment - section 2	M ₂		130.16 kN
Shear - section 2	T ₂		222.53 kNm

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

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	0.60	1.15	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	871.25	-4178.57		
Soil Weight	1.00	1.000	1469.65	-10948.90		
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		
Live load Weight	0.60	1.000	109.20	-813.54		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	535.51	1874.29
Live load Pressure	1.15	1.000	0.00	0.00	123.48	648.25
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-590.40	0.00	0.00
Live Force	1.15	1.000	299.00	-538.20	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			3077.1	-17069.6	659.0	2522.5

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	271.25	-253.06		
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		
Live load Weight	0.60	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			350.93	994.31
Live load Pressure	1.15	1.000			99.96	424.82
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-196.80	0.00	0.00
Live Force	1.15	1.000	299.00	-179.40	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			898.2	-629.3	450.89	1419.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3077.10 kN	898.25 kN
Shear force	T	658.99 kN	450.89 kN
Bending moment	M	3915.54 kNm	1553.38 kNm
Bending moment - section 2	M₂		491.35 kN
Shear - section 2	T₂		48.38 kNm

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

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	871.25	-4178.57		
Soil Weight	1.00	1.000	1469.65	-10948.90		
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		
Live load Weight	1.15	1.000	209.30	-1559.29		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	535.51	1874.29
Live load Pressure	1.15	1.000	0.00	0.00	123.48	648.25
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-590.40	0.00	0.00
Live Force	1.15	1.000	299.00	-538.20	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			3177.2	-17815.4	659.0	2522.5

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	271.25	-253.06		
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		

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

105 di 140

Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.15	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			350.93	994.31
Live load Pressure	1.15	1.000			99.96	424.82
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-196.80	0.00	0.00
Live Force	1.15	1.000	299.00	-179.40	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			898.2	-629.3	450.89	1419.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3177.20 kN	898.25 kN
Shear force	T	658.99 kN	450.89 kN
Bending moment	M	3770.39 kNm	1553.38 kNm
Bending moment - section 2	M₂		465.53 kN
Shear - section 2	T₂		74.25 kNm

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

Sismic condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
SEIS	M2	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.25

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.872	759.73	-3643.71		
Soil Weight	1.00	0.872	1281.54	-9547.44		
Water Weight (upstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.872	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	0.872	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.128	0.00	0.00	681.98	2386.95
Live load Pressure	0.00	1.128	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

 STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

106 di 140

Dead Force	1.00	0.872	286.02	-514.83	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				223.04	524.24
Soil Inertia	1.00				376.23	2351.44
Total			2327.3	-13706.0	1281.3	5262.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v)\psi_\alpha$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.872	236.53	-220.67		
Soil Weight	1.00	0.872	0.00	0.00		
Water Weight (upstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.872	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	0.872	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.128			446.92	1266.28
Live load Pressure	0.00	1.128			0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.872	286.02	-171.61	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				69.44	231.76
Soil Inertia	1.00				0.00	0.00
Total			522.5	-392.3	516.36	1498.0

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	2327.28 kN	522.55 kN
Shear force	T	1281.25 kN	516.36 kN
Bending moment	M	5520.35 kNm	1549.93 kNm
Bending moment - section 2	M ₂		-1500.66 kN
Shear - section 2	T ₂		300.37 kNm

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

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

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	871.25	-4178.57		
Soil Weight	1.00	1.000	1469.65	-10948.90		
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		
Live load Weight	1.00	1.000	182.00	-1355.90		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	446.63	1563.19
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	89.55	470.13
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-590.40	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	260.00	-468.00	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			3110.9	-17541.8	536.2	2033.3

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	271.25	-253.06		
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		
Live load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			292.69	829.28
Live load Pressure	1.00	1.000			72.49	308.09
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-196.80	0.00	0.00
Live Force	1.00	1.000	260.00	-156.00	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			859.2	-605.9	365.18	1137.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3110.90 kN	859.25 kN
Shear force	T	536.18 kN	365.18 kN
Bending moment	M	3156.97 kNm	1261.87 kNm
Bending moment - section 2	M₂		841.95 kN
Shear - section 2	T₂		25.48 kNm

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

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	0.00	1.00

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	871.25	-4178.57		
Soil Weight	1.00	1.000	1469.65	-10948.90		
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		
Live load Weight	1.00	0.400	72.80	-542.36		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	446.63	1563.19
Live load Pressure	1.00	0.400	0.00	0.00	35.82	188.05
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-590.40	0.00	0.00
Live Force	1.00	0.400	104.00	-187.20	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			2845.7	-16447.4	482.4	1751.2

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	271.25	-253.06		
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		

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.
 109 di 140

Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.00	0.400	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.000			292.69	829.28
Live load Pressure	1.00	0.400			29.00	123.24
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	328.00	-196.80	0.00	0.00
Live Force	1.00	0.400	104.00	-62.40	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			703.2	-512.3	321.68	952.5

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	2845.70 kN	703.25 kN
Shear force	T	482.45 kN	321.68 kN
Bending moment	M	2378.03 kNm	1038.01 kNm
Bending moment - section 2	M₂		1080.71 kN
Shear - section 2	T₂		-2.87 kNm

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 110 di 140

5.2.5.1.5 Verifiche sezione base muro

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

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

Characteristics of the materials

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

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	5	26	64
B side (layer 2)	0	0	114
B side (layer 3)	0	0	
B side (layer 4)	5	26	1636

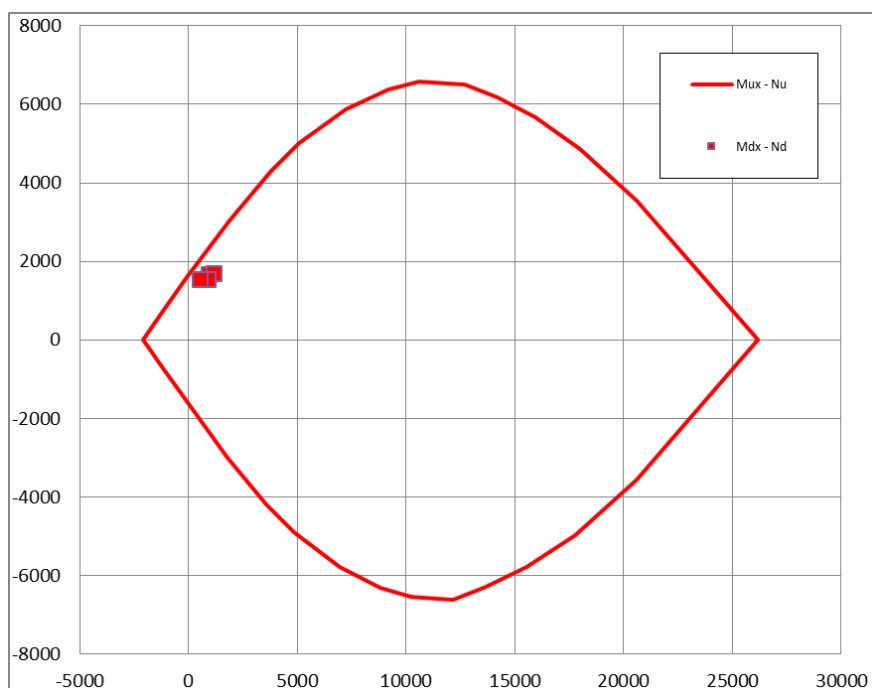
Geometric characteristics

Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	1700
Concrete cover	c	mm	35

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

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

Rupture domain N - $M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN	950.25	1159.99	898.25	898.25	522.55
Shear	V_{yEd}	kN	492.99	492.99	450.89	450.89	516.36
Moment	M_{xEd}	kNm	1682.7	1703.52	1553.38	1553.38	1549.93
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	1264.33	1264.33	1264.33	1264.33	1264.33
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	2351.72	2508.43	2312.86	2312.86	2032.14
Moment Ratio %	U_M	-	0.72	0.68	0.67	0.67	0.76
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.08	0.08	0.07	0.07	0.09
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.39	0.39	0.36	0.36	0.41
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA		
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO		
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE		
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A		Pag. 112 di 140

5.2.5.1.6 Verifiche sezione platea di fondazione

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

WALL H = 8.50 m (P.) RC SECTION CHECK (SECTION 2)

Characteristics of the materials

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

Characteristics of reinforcement

Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
B side (layer 1)	5	26	64
B side (layer 2)			
B side (layer 3)			
B side (layer 4)	5	26	1936

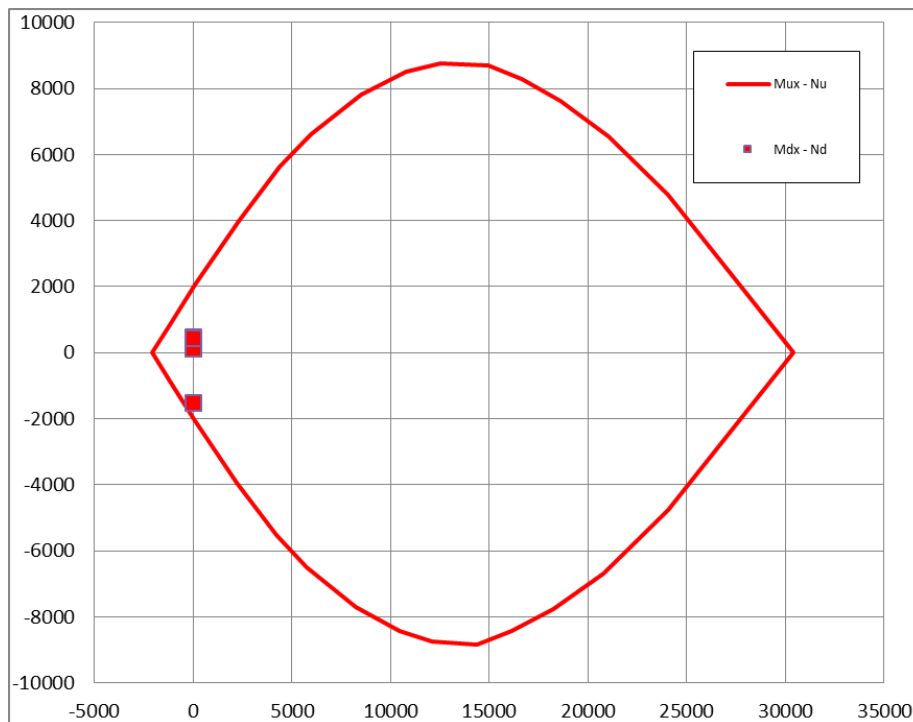
Geometric characteristics

Dimension - dir x	B	mm	1000
Dimension - dir y	H	mm	2000
Concrete cover	c	mm	35

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

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

Rupture domain N - $M_x / N - M_y$



SECTION CHECK			ULS1	ULS2	ULS3	ULS4	SEISM
Normal force	N_{Ed}	kN
Shear	V_{yEd}	kN	32.98	222.53	48.38	74.25	300.37
Moment	M_{xEd}	kNm	352.17	130.16	491.35	465.53	-1500.66
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	1500.37	1500.37	1500.37	1500.37	1500.37
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	1949.39	1949.39	1949.39	1949.39	-1951.36
Moment Ratio %	U_M	-	0.18	0.07	0.25	0.24	0.77
Shear Ratio % (no reforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.00	0.03	0.01	0.01	0.04
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.02	0.15	0.03	0.05	0.20
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

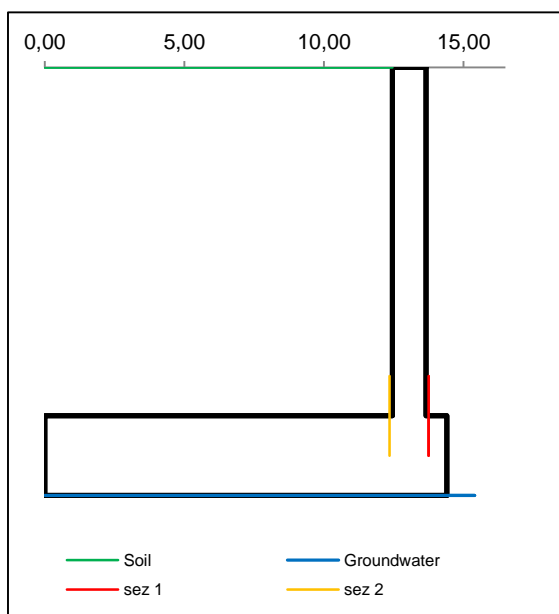
5.2.5.2 Muro andatore

5.2.5.2.1 Dati di Input

WALL H = **8.74 m (Piles) SUMMARY OF DATA**

Geometric data

y_m	D	B
m	m	m
0.00		
0.00	12.45	13.65
3.25	12.45	13.65
3.25	12.45	13.65
8.74	12.45	13.65
8.74	12.45	13.65
8.74	12.45	13.65
8.74	0.00	14.40
10.74	0.00	14.40
Foundation Height		8.74
Global Height		10.74
Wall inclination (°)		
Wall extension		8.95



General data

Wall unit weight	kN/m ³	25.00
Dead load	kN/m ²	0.00
Live load	kN/m ²	20.00
Ground acceleration	g	0.256
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	360.0
----------------------------	-----	--------------

Soil characteristics

Soil layer	y_t	ρ_s	ϕ'	c'	c_u
	m	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²
1	0.00	19.00	35.00	0.00	0.00
	8.74	19.00	35.00	0.00	0.00
2	8.74	19.00	35.00	0.00	0.00
	10.74	19.00	35.00	0.00	0.00
3	10.74	19.00	32.00	0.00	0.00
	10.00	19.00	32.00	0.00	0.00
Ground slope (°)				0.000	°
Soil/wall Friction				0%	% ϕ
Groundwater upstream				10.74	m
Groundwater downstream				10.74	m
NO Groundwater					

Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force					F
Live force					S
Δ Seismic force					

Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
	H	B	c
Geometric data			
Dimensions and concrete cover	14400	1000	35
Bending reinforcement	n_a	ϕ_a	d
Rear reinforcement (soil side)	5	26	64
B side (layer 2)	0	26	114
B side (layer 3)	0	0	164
Front reinforcement	5	26	14336
Shear reinforcement	ϕ_s	s_x	s_y
Ties	16	300	300

Combinations factors

Combinations	Load	Soil	Load factors					
			γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E
ULS	EQU	M2	0.90	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00
ULS1	STR	M1	1.00	1.35	0.00	1.35	1.00	0.00

ULS2	STR	A1	M1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	0.00
ULS3	GEO	A2	M2	1.00	1.00	0.60	1.15	1.00	0.00
ULS4	GEO	A2	M2	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.00
ULS	SEISM	SEIS	M2	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
SLS	RARE	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
SLS	QUASIP	(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	0.00

Combinations factors

Combinations		Load	Soil	Soil parameter coefficients			
				$\gamma_{tan\phi}$	γ_c	γ_r	γ_{cu}
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

5.2.5.2.2 Risultati

Check at the base of the wall

Combinations	Load	Soil	N _s	T _s	U _{Ts}	M _s	U _{Ms/σ}	CHECK
			kN/m	kN/m	-	kNm/m	- / Mpa	
ULS1 STR	A1	M1	2330	518	0.05	1175	0.039	OK
ULS2 STR	A1	M1	3481	518	0.05	679	0.018	OK
ULS3 GEO	A2	M2	2479	474	0.04	903	0.029	OK
ULS4 GEO	A2	M2	2616	474	0.04	769	0.024	OK
ULS SEISM	SEIS	M2	2032	1069	0.09	3563	0.126	OK
SLS RARE	(1)	(1)	2579	384		503	-421	OK
SLS QUASIP	(1)	(1)	2429	339		453	-398	OK

EARTH PRESSURE COEFFICIENT EVALUATION

Horizontal pressure coefficient (M1)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K _{ah} '	K _{ah}
0.00	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
8.74	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
8.74	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
10.74	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.271	0.271
10.74	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307
10.00	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.307	0.307

Horizontal pressure coefficient (M2)

y	φ°	δ°	β°	ε°	θ°	W	K _{ah} '	K _{ah}
0.00	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
8.74	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
8.74	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
10.74	29.26	0.00	0.00	0.00	16.36		0.577	0.343
10.74	26.56	0.00	0.00	0.00	16.36		0.635	0.382
10.00	26.56	0.00	0.00	0.00	16.36		0.635	0.382

5.2.5.2.3 Caratteristiche azioni

WALL H = 8.74 m

WEIGHT & PRESSURE DETAIL (GLOBAL)

Wall and soil weights

Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
	0.00							
1.0	0.00	12.45	13.65	19.0			0.00	0.00
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	97.50	-131.62	768.79	-6284.84
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.02	-0.19
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	164.70	-222.34	1298.64	-10616.35
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.02	-0.19
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.02	-0.19
1.0	8.74	0.00	14.40	19.0	0.02	-0.10	0.01	-0.12
1.0	10.74	0.00	14.40	19.0	720.00	-5184.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					982.23	-5538.08	2067.51	-16901.89

Inertial force (wall and soil)

Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	12.45	13.65	19.0			0.00	0.00
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	24.96	227.52	196.81	1793.98
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	0.00	0.01	0.01	0.05
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	42.16	200.07	332.45	1577.56
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.01	0.01
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.01	0.01
1.0	8.74	0.00	14.40	19.0	0.00	0.01	0.00	0.01
1.0	10.74	0.00	14.40	19.0	184.32	184.32	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					251.45	611.93	529.28	3371.62

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.426	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.426	0.000	19.00	8.74	166.07	70.81	309.47	1520.56	0.00
0.426	0.000	19.00	8.74	166.07	70.81	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000	19.00	10.74	204.07	87.02	157.83	152.43	0.00
0.470	0.000	19.00	10.74	204.07	95.93	0.00	0.00	0.00

0.470	0.000	19.00	10.00	190.00	89.32	0.00	0.00	0.00
Total						467.30	1672.99	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.426	0.000		0.00	20.00	8.53			
0.426	0.000		8.74	20.00	8.53	74.54	474.84	0.00
0.426	0.000		8.74	20.00	8.53	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000		10.74	20.00	8.53	17.06	17.06	0.00
0.470	0.000		10.74	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.00	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
Total						91.60	491.90	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.511	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.511	0.000	19.00	8.74	166.07	84.91	371.06	1823.16	0.00
0.511	0.000	19.00	8.74	166.07	84.91	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000	19.00	10.74	204.07	104.34	189.24	182.77	0.00
0.553	0.000	19.00	10.74	204.07	112.82	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	19.00	10.00	190.00	105.04	0.00	0.00	0.00
Total						560.30	2005.93	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.511	0.000		0.00	20.00	10.23			
0.511	0.000		8.74	20.00	10.23	89.38	569.34	0.00
0.511	0.000		8.74	20.00	10.23	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000		10.74	20.00	10.23	20.45	20.45	0.00
0.553	0.000		10.74	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.00	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
Total						109.83	589.79	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.577	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.577	0.000	19.00	8.74	166.07	95.86	418.93	2058.37	0.00
0.577	0.000	19.00	8.74	166.07	95.86	0.00	0.00	0.00
0.577	0.000	19.00	10.74	204.07	117.80	213.66	206.35	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

120 di 140

0.635	0.000	19.00	10.74	204.07	129.57	0.00	0.00	0.00
0.635	0.000	19.00	10.00	190.00	120.64	0.00	0.00	0.00
Total						632.58	2264.72	0.00

Vertical load	y	D	B	load	P _Q	M _{stab}
Dead load	0.00	0.00	12.45	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	12.45	20.00	249.00	-2035.58

WALL H = 8.74 m

WEIGHT & PRESSURE DETAIL (BASE OF THE WALL)

Wall and soil weights								
Coeff.wall	y	D	B	ps	P _{muro}	M _{stab}	P _{terr}	M _{stab}
1.0	0.00	12.45	13.65	19.0			0.00	0.00
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	97.50	-131.62	768.79	-6284.84
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.02	-0.19
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	164.70	-222.34	1298.64	-10616.35
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.02	-0.19
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.02	-0.19
1.0	8.74	0.00	14.40	19.0	0.02	-0.10	0.01	-0.12
0.0	10.74	0.00	14.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					262.23	-354.08	2067.51	-16901.89

Inertial force (wall and soil)								
Coeff.wall	y	D	B	ps	I _{muro}	M _{rib}	I _{terr}	M _{rib}
	0.00							
1.0	0.00	12.45	13.65	19.0			0.00	0.00
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	24.96	177.60	196.81	1400.36
1.0	3.25	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.01	0.03
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	42.16	115.75	332.45	912.66
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.01	0.00
1.0	8.74	12.45	13.65	19.0	0.00	0.00	0.01	0.00
1.0	8.74	0.00	14.40	19.0	0.00	0.00	0.00	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

121 di 140

0.0	10.74	0.00	14.40	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total					67.13	293.35	529.28	2313.05

Soil Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.426	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.426	0.000	19.00	8.74	166.07	70.81	309.47	901.62	0.00
0.426	0.000	19.00	8.74	166.07	70.81	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000	19.00	8.74	166.07	70.81	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	19.00	10.74	204.07	95.93	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000	19.00	10.00	190.00	89.32	0.00	0.00	0.00
Total						309.47	901.62	0.00

Live load Horizontal pressure (M1)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.426	0.000		0.00	20.00	8.53			
0.426	0.000		8.74	20.00	8.53	74.54	325.76	0.00
0.426	0.000		8.74	20.00	8.53	0.00	0.00	0.00
0.426	0.000		8.74	20.00	8.53	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.74	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
0.470	0.000		10.00	20.00	9.40	0.00	0.00	0.00
Total						74.54	325.76	0.00

Soil Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}	γ _t	y	p _v	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.511	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.511	0.000	19.00	8.74	166.07	84.91	371.06	1081.05	0.00
0.511	0.000	19.00	8.74	166.07	84.91	0.00	0.00	0.00
0.511	0.000	19.00	8.74	166.07	84.91	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	19.00	10.74	204.07	112.82	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000	19.00	10.00	190.00	105.04	0.00	0.00	0.00
Total						371.06	1081.05	0.00

Live load Horizontal pressure (M2)

K _{ah}	K _{av} /K _{ah}		y	q	p _h	S _h	M _{rib}	S _v
0.511	0.000		0.00	20.00	10.23			
0.511	0.000		8.74	20.00	10.23	89.38	390.59	0.00
0.511	0.000		8.74	20.00	10.23	0.00	0.00	0.00

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

122 di 140

0.511	0.000		8.74	20.00	10.23	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.74	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
0.553	0.000		10.00	20.00	11.06	0.00	0.00	0.00
Total						89.38	390.59	0.00

Soil Horizontal pressure (M2-SEISMIC)

K_{ah}	K_{av}/K_{ah}	γ_t	y	p_v	p_h	S_h	M_{rib}	S_v
0.577	0.000	19.00	0.00	0.00	0.00			
0.577	0.000	19.00	8.74	166.07	95.86			
0.577	0.000	19.00	8.74	166.07	95.86	0.00	0.00	0.00
0.577	0.000	19.00	8.74	166.07	95.86	0.00	0.00	0.00
0.635	0.000	19.00	10.74	204.07	129.57	0.00	0.00	0.00
0.635	0.000	19.00	10.00	190.00	120.64	0.00	0.00	0.00
Total						418.93	1220.52	0.00

Vertical load

	y	D	B	load	P_Q	M_{stab}
Dead load	0.00	0.00	12.45	0.00	0.00	0.00
Live load	0.00	0.00	12.45	20.00	249.00	-2035.58

5.2.5.2.4 Stato di sollecitazione

WALL H = 8.74 m STRESS ON THE WALL IN ULS EQU

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
EQU	M2	0.90	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	0.90	1.000	884.00	-4984.27		
Soil Weight	0.90	1.000	1860.76	-15211.70		
Water Weight (upstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	0.90	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.10	1.000	0.00	0.00	616.33	2206.52
Live load Pressure	1.50	1.000	0.00	0.00	164.74	884.68
Water Pressure	1.10		0.00		0.00	0.00
Dead Force	0.90	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.50	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			2744.8	-20196.0	781.1	3091.2

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	0.90	1.000	236.00	-318.67		
Soil Weight	0.90	1.000	1860.76	-15211.70		
Water Weight (upstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	0.90	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	0.90	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.10	1.000			408.16	1189.15
Live load Pressure	1.50	1.000			134.06	585.88
Water Pressure	1.10		0.00		0.00	0.00
Dead Force	0.90	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.50	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

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

124 di 140

Soil Inertia	0.00			0.00	0.00
Total		2096.8	-15530.4	542.23	1775.0

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	2744.76 kN	2096.76 kN
Shear force	T	781.07 kN	542.23 kN
Bending moment	M	2657.50 kNm	1341.33 kNm

WALL H = 8.74 m STRESS ON THE WALL IN ULS1 STR

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

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	982.23	-5538.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	630.86	2258.53
Live load Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	123.66	664.06
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.35	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			3049.7	-22440.0	754.5	2922.6

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	262.23	-354.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		

Live load Weight	0.00	1.000	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.35	1.000			417.78	1217.18
Live load Pressure	1.35	1.000			100.63	439.77
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.35	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			2329.7	-17256.0	518.41	1657.0

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3049.73 kN	2329.73 kN
Shear force	T	754.52 kN	518.41 kN
Bending moment	M	2440.70 kNm	1175.06 kNm

WALL H =

8.74 m

STRESS ON THE WALL IN

ULS2 STR

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

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	1326.00	-7476.40		
Soil Weight	1.35	1.000	2791.13	-22817.55		
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		
Live load Weight	1.35	1.000	336.15	-2748.03		
Soil Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	630.86	2258.53
Live load Pressure	1.35	1.000	0.00	0.00	123.66	664.06
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.35	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

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

126 di 140

Total	4453.3	-33042.0	754.5	2922.6
-------	--------	----------	-------	--------

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.35	1.000	354.00	-478.00		
Soil Weight	1.35	1.000	2791.13	-22817.55		
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		
Live load Weight	1.35	1.000	336.15	-2748.03		
Soil Pressure	1.35	1.000			417.78	1217.18
Live load Pressure	1.35	1.000			100.63	439.77
Water Pressure	1.35		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.35	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.35	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			3481.3	-26043.6	518.41	1657.0

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	4453.29 kN	3481.29 kN
Shear force	T	754.52 kN	518.41 kN
Bending moment	M	1944.29 kNm	678.65 kNm

WALL H = 8.74 m STRESS ON THE WALL IN ULS3 GEO

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
A2	M2	1.00	1.00	0.60	1.15	1.00	0.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	982.23	-5538.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.60	1.000	149.40	-1221.35		

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

127 di 140

Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	560.30	2005.93
Live load Pressure	1.15	1.000	0.00	0.00	126.30	678.26
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.15	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			3199.1	-23661.3	686.6	2684.2

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm k_v) \psi q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	262.23	-354.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	0.60	1.000	149.40	-1221.35		
Soil Pressure	1.00	1.000			371.06	1081.05
Live load Pressure	1.15	1.000			102.78	449.17
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.15	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			2479.1	-18477.3	473.84	1530.2

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3199.13 kN	2479.13 kN
Shear force	T	686.60 kN	473.84 kN
Bending moment	M	2056.63 kNm	902.66 kNm

WALL H = 8.74 m STRESS ON THE WALL IN ULS SEISM

Sismic condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_{Q}	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
SEIS	M2	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.25

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.872	856.50	-4829.20		
Soil Weight	1.00	0.872	1802.87	-14738.45		
Water Weight (upstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	0.872	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	0.872	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.128	0.00	0.00	713.56	2554.60
Live load Pressure	0.00	1.128	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.872	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				251.45	611.93
Soil Inertia	1.00				529.28	3371.62
Total			2659.4	-19567.6	1494.3	6538.1

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	0.872	228.66	-308.76		
Soil Weight	1.00	0.872	1802.87	-14738.45		
Water Weight (upstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	0.872	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	0.872	0.00	0.00		
Live load Weight	0.00	0.872	0.00	0.00		
Soil Pressure	1.00	1.128			472.55	1376.74
Live load Pressure	0.00	1.128			0.00	0.00
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	0.872	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	0.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Seismic Force	1.00				0.00	0.00
Wall Inertia	1.00				67.13	293.35
Soil Inertia	1.00				529.28	2313.05
Total			2031.5	-15047.2	1068.96	3983.1

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	2659.37 kN	2031.53 kN
Shear force	T	1494.29 kN	1068.96 kN
Bending moment	M	6117.93 kNm	3562.93 kNm

WALL H = 8.74 m STRESS ON THE WALL IN SLS RARE

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

Summary	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	982.23	-5538.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.00	1.000	249.00	-2035.58		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	467.30	1672.99
Live load Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	91.60	491.90
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	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			3298.7	-24475.5	558.9	2164.9

Summary (base of the wall)	γ	$(1\pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	262.23	-354.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.00	1.000	249.00	-2035.58		
Soil Pressure	1.00	1.000			309.47	901.62

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

130 di 140

Live load Pressure	1.00	1.000			74.54	325.76
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	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			2578.7	-19291.5	384.01	1227.4

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3298.73 kN	2578.73 kN
Shear force	T	558.90 kN	384.01 kN
Bending moment	M	1440.21 kNm	502.70 kNm

WALL H =

8.74 m

STRESS ON THE WALL IN

SLS QUASIP

Static condition		Partial factors						
Combination		γ_{GS}	γ_{GR}	γ_{QS}	γ_{QR}	ψ_Q	γ_E	$\gamma_{tan\phi}$
(1)	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	0.00	1.00

Summary	γ	$(1 \pm k_v)\psi_Q$	N	M_{stab}	T	M_{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	982.23	-5538.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead Load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.00	0.400	99.60	-814.23		
Soil Pressure	1.00	1.000	0.00	0.00	467.30	1672.99
Live load Pressure	1.00	0.400	0.00	0.00	36.64	196.76
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.00	0.400	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			3149.3	-23254.2	503.9	1869.7

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

STRADA PORCILANA KM 20+585
 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D00DI2CLNV5004001A

Pag.

131 di 140

Summary (base of the wall)	γ	$(1 \pm kv)\psi q$	N	M _{stab}	T	M _{rib}
Wall Weight	1.00	1.000	262.23	-354.08		
Soil Weight	1.00	1.000	2067.51	-16901.89		
Water Weight (upstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Water Weight (downstream)	1.00	1.000	0.00	0.00		
Dead load Weight	1.00	1.000	0.00	0.00		
Live load Weight	1.00	0.400	99.60	-814.23		
Soil Pressure	1.00	1.000			309.47	901.62
Live load Pressure	1.00	0.400			29.82	130.30
Water Pressure	1.00		0.00		0.00	0.00
Dead Force	1.00	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Live Force	1.00	0.400	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			2429.3	-18070.2	339.29	1031.9

Results		Foundation	Base of the wall
Vertical force	N	3149.33 kN	2429.33 kN
Shear force	T	503.94 kN	339.29 kN
Bending moment	M	1290.74 kNm	452.91 kNm

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 132 di 140

5.2.5.2.5 Verifiche sezione base muro

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

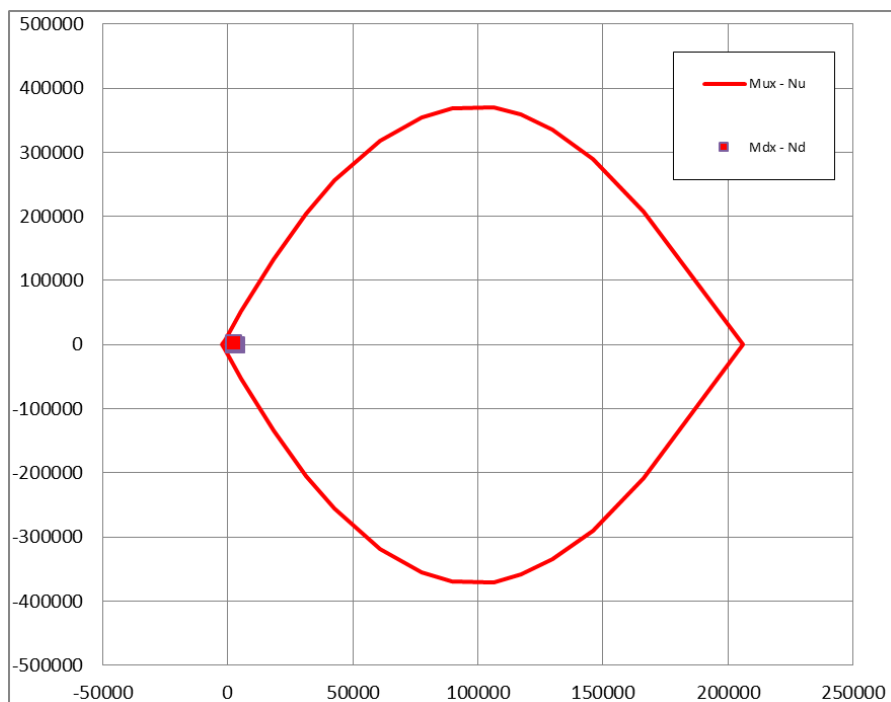
RC SECTION CHECK (BASE OF THE WALL)				Characteristics of reinforcement			
WALL H = 8.74 m				Characteristics of reinforcement			
Characteristics of the materials				Characteristics of reinforcement			
Parameter	Simb.	Unit	Value	Steel Layers	n_a	ϕ_a (mm)	D (mm)
Characteristic resistance	f_{ck}	MPa	25	B side (layer 1)	5	26	64
Safety factor	γ_c	-	1.5	B side (layer 2)	0	26	114
Design resistance	f_{cd}	MPa	16.7	B side (layer 3)	0	0	164
Characteristic resistance (steel)	f_{yk}	MPa	450	B side (layer 4)	5	26	14336
Safety factor (steel)	γ_s	-	1.15				
Design resistance (steel)	f_{yd}	MPa	391				

Geometric characteristics

Geometric characteristics				Shear reinforcement			
Dimension - dir x	B	mm	1000	Dir y	n_b	ϕ_w (mm)	S_w (mm)
Dimension - dir y	H	mm	14400		3.	16	300
Concrete cover	c	mm	35		3		

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	2329.73	3481.29	2479.13	2616.08	2031.53
Shear	V_{yEd}	kN	518.41	518.41	473.84	473.84	1068.96
Moment	M_{xEd}	kNm	1175.06	678.65	902.66	769.14	3562.93
Shear Resistance	V_{yRd}	kN	11256.23	11256.23	11256.23	11256.23	11256.23
Moment of ropture	M_{xRd}	kNm	30345.38	38187.85	31362.84	32295.52	28314.51
Moment Ratio %	U_M	-	0.04	0.02	0.03	0.02	0.13
Shear Ratio % (no reinforc.)	U_{Ta}	-					
Shear Ratio % (concrete)	U_{Tc}	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Shear Ratio % (steel)	U_{Ts}	-	0.05	0.05	0.04	0.04	0.09
Section check	-	-	OK	OK	OK	OK	OK

5.2.5.3 Pali

5.2.5.3.1 Stato di sollecitazione

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

Combinations		Load	Soil	N _{pmax} kN	N _{pmin} kN	T _p kN	M _p 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>	7677	1628	1259	1413
<i>ULS2</i>	<i>STR</i>	<i>A1</i>	<i>M1</i>	9543	3319	1259	1434
<i>ULS3</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7335	1913	1146	1303
<i>ULS4</i>	<i>GEO</i>	<i>A2</i>	<i>M2</i>	7433	2107	1146	1315
<i>ULS</i>	<i>SEISM</i>	<i>SEIS</i>	<i>M2</i>	7386	-106	2225	2712
<i>SLS</i>	<i>RARE</i>	(1)	(1)	7069	2459	932	1062
<i>SLS</i>	<i>QUASIP</i>	(1)	(1)	6236	2482	838	996

5.2.5.3.2 Verifiche SLU – Flessione

Nei pali è presente la seguente armatura a flessione:

Armatura principale: 30 Φ 26

Pmax

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: 2.6 [cm]
Copriferro (baric.): 8.9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 9543 [kN]
M_{xEd}: 1434 [kNm]
M_{yEd}: 0 [kNm]

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 Mx-My

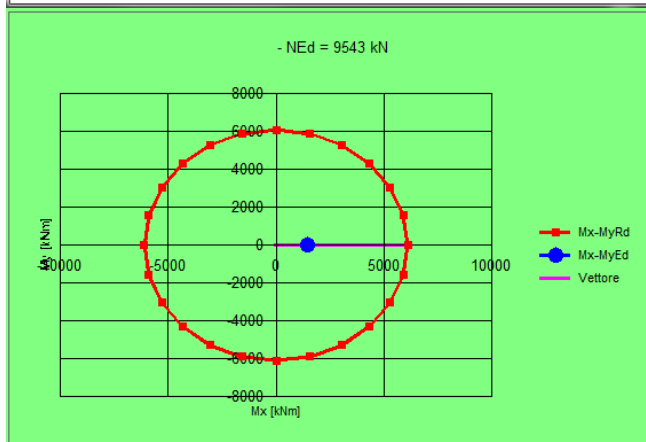
angolo asse neutro θ° : 180

Precompresso

Materiali: B450C C25/30

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

M_{xRd}: 6.098 kNm
M_{yRd}: 0 kNm
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 3.074 ‰
d: 141.1 cm
x: 75.12 w/d: 0.5324
 δ : 1



Pmin

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 2.6 [cm]
Copriferro (baric.) 8.9 [cm]

N° barre 0 Zoom

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

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -106 0 kN
M_{xEd} 2712 0 kNm
M_{yEd} 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 Mx-My

angolo asse neutro θ° 180

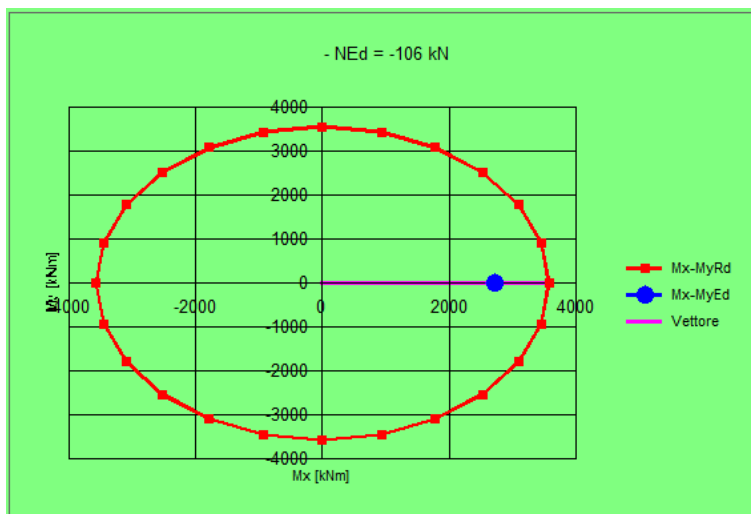
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 3,570 kN m
M_{yRd} 0 kN m
σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 12.24 ‰
d 141.1 cm
x 31.38 x/d 0.2224
δ 0.718



Mmax

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 2.6 [cm]
Copriferro (baric.) 8.9 [cm]

N° barre 0 Zoom

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

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -106 0 kN
M_{xEd} 2712 0 kNm
M_{yEd} 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 Mx-My

angolo asse neutro θ° 180

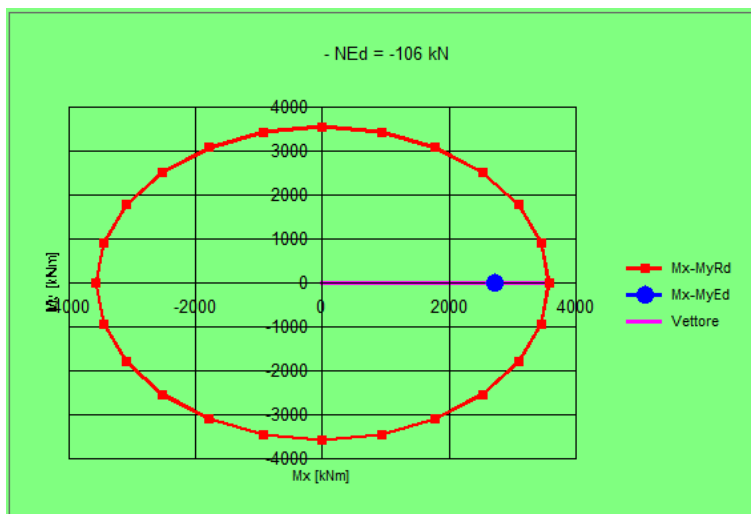
Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 3,570 kN m
M_{yRd} 0 kN m
σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 12.24 ‰
d 141.1 cm
x 31.38 x/d 0.2224
δ 0.718



 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 138 di 140

5.2.5.3.3 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

Nel palo è presente la seguente armatura a taglio:

Staffe: $\Phi 20 / 15$ doppia gabbia x 6.0 m - $\Phi 16 / 20$ gabbia singola per restante parte

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (EN 1992-1-1)	Formule (EN 1992-1-1)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	V_{ed}		kN	2225
2	Sforzo Normale Agente	N_{ed}		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	1350
4	Altezza Sezione	H		mm	1090
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	34.0
6	Diametro delle barre longitudinali	ϕ		mm	26
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	95
8	Numero delle barre trasversali a taglio	n_w		-	4
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	ϕ_w		mm	20
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	s_w		mm	150
11	Angolo barre trasversali - asse trave	α		°	90
12	Angolo bielle compresse - asse trave	θ		°	45
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	f_{ck}		Mpa	25
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	γ_c		-	1.5
15	Resistenza caratteristica dell'acciaio	f_{yk}		MPa	450
16	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	γ_a		-	1.15
17	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	f_{ck}/γ_c	MPa	16.67
18	Resistenza di calcolo dell'acciaio	f_{yd}	f_{yk}/γ_a	MPa	391

19	Tensione Compressione Media	σ_{cp}	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
20	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	982
21	Area di acciaio longitudinale	A_{sl}	$n\pi\phi^2/4$	mm ²	18,052
22	Densità di armatura longitudinale	ρ_l	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.01362
23	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.45129
24	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	V_{min}	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.306
25	Resistenza minima a taglio del cls compresso	V'_{min}	$V_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.306
26	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot^2\theta)$		0.500
31	Coefficiente maggiorativo	α_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	0.564
33	Taglio Resistente del cls non armato	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,c}Bd$	kN	748
34	Verifica in assenza di armature a taglio		$V_{Ed} < V_{Rd,c}$		armatura NECESSARIA
27	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rd,max}$	$0,5vf_{cd}$	MPa	4.167
28	Taglio Resistente massimo del cls	$V_{Rd,max}$	$0,9V_{Rd,max}Bd$	kN	4,971
29	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} / V_{Ed}$	-	2.234
30	Verifica a taglio per cls compresso		$V_{Ed} < V_{Rd,max}$		OK
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	Taglio Resistente dell'armatura	$V_{Rd,s}$	$0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w$	kN	2,897
40	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rd,cs}$	$V_{Rd,cs} / V_{Ed}$	-	1.302
41	Verifica a taglio dell'armatura		$V_{Ed} < V_{Rd,cs}$		OK
42	Verifica a taglio sulla sezione				OK

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: STRADA PORCILANA KM 20+585 RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2CLNV5004001A	Pag. 140 di 140

5.2.5.3.4 Verifiche portanza palo

Il carico assiale massimo agente sul palo è pari a $N = 9543$ kN (cfr. tab. Par. 6.4.5.3.1).

La verifica di portanza del palo risulta soddisfatta per una lunghezza pari a 50.0 m, secondo la tabella riportata nella relazione geotecnica generale IN0D00DI2RBNW0100001A