

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dott. Ing. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

11 – OPERE CIVILI

B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO

VIABILITA' ACCESSO IMBOCCO GARDENA NORD – II° TRATTO

Muri di sostegno – Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

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

I B O U 1 B E Z Z C L N V 0 6 2 0 0 0 5 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	A.Mercurio	18/07/2022	A.Valente	19/07/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	30/07/2022



File: IB0U1BEZZCLNV0620005A.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 1 di 85	

Sommario

1. PREMESSA	4
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3.1 ALTRI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
4. CONDIZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	10
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	10
4.2 STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	11
4.3 VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	11
4.4 LIVELLO DI FALDA.....	11
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	12
5.1 CALCESTRUZZO	12
5.2 ACCIAIO	13
6. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	14
6.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	15
6.2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA	15
7. CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO	16
7.1 PREMESSA	16
7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	17
7.3 COEFFICIENTI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE	18
7.4 VERIFICHE DI TIPO GEOTECNICO (GEO)	21
7.4.1 Scorrimento sul piano di posa	21
7.4.2 Ribaltamento.....	21
7.4.3 Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno	22
7.4.4 Analisi dei pali.....	23
7.5 VERIFICHE DI TIPO STRUTTURALE (STR).....	27
7.5.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU)	27
7.5.2 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE)	28
8. ANALISI DEI CARICHI	30
8.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G ₁).....	30

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	2 di 85
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo							

8.1.1	Pesi propri	30
8.1.2	Spinta delle terre	30
8.2	AZIONI VARIABILI	31
8.2.1	Sovraccarico dovuto al traffico veicolare	31
8.2.2	Sovraccarico accidentale	31
8.3	AZIONE SISMICA	31
8.3.1	Valutazione dei coefficienti sismici	31
8.3.2	Valutazione dell'azione sismica	31
8.3.3	Forze di inerzia.....	32
8.4	CARICHI ECCEZIONALI	33
8.4.1	Urto dei veicoli in svio.....	33
9.	SOFTWARE DI CALCOLO	34
9.1	ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO	34
9.1.1	Tipo di analisi svolta.....	34
9.1.2	Origine e caratteristiche dei codici di calcolo.....	34
9.1.3	Affidabilità dei codici di calcolo	35
9.1.4	Modalità di presentazione dei risultati	35
9.1.5	Informazioni generali sull'elaborazione	35
10.	VERIFICHE SUI MURI DI SOSTEGNO	36
10.1	SEZIONI ANALIZZATE.....	36
10.2	COMBINAZIONI DI CARICO	39
10.2.1	Combinazioni sez. A	39
10.2.2	Combinazioni sez. B	42
10.3	SEZIONE DI CALCOLO A – MURO DI SOSTEGNO SU PALI	45
10.3.1	Spinte e forze.....	45
10.3.2	Verifiche geotecniche	47
10.3.3	Verifiche strutturali.....	50
10.3.4	Verifiche Stato Limite Ultimo	57
10.3.5	Verifiche Stato Limite di Esercizio.....	61
10.4	SEZIONE 2 – MURO DI SOSTEGNO SU FONDAZIONE DIRETTA	67

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CLNV062</td> <td>0005</td> <td>A</td> <td>3 di 85</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	3 di 85
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	3 di 85								

10.4.1 Spinte e forze.....	67
10.4.2 Verifiche geotecniche	69
10.4.3 Verifiche strutturali.....	71
10.4.4 Verifiche Stato Limite Ultimo	74
10.4.5 Verifiche Stato Limite di Esercizio.....	77
11. CONCLUSIONI	84

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 4 di 85

1. PREMESSA

Nell'ambito del lotto 1 quadruplicamento della linea ferroviaria Fortezza-Ponte Gardena, tratta "Fortezza – Ponte Gardena", è prevista la progettazione esecutiva della nuova viabilità NV062.

Nella presente relazione si mostrano i calcoli e le verifiche eseguite per il dimensionamento dell'opera di sostegno costituita da un muro a mensola ed un muro su pali, tra la viabilità NV062 e NV042.

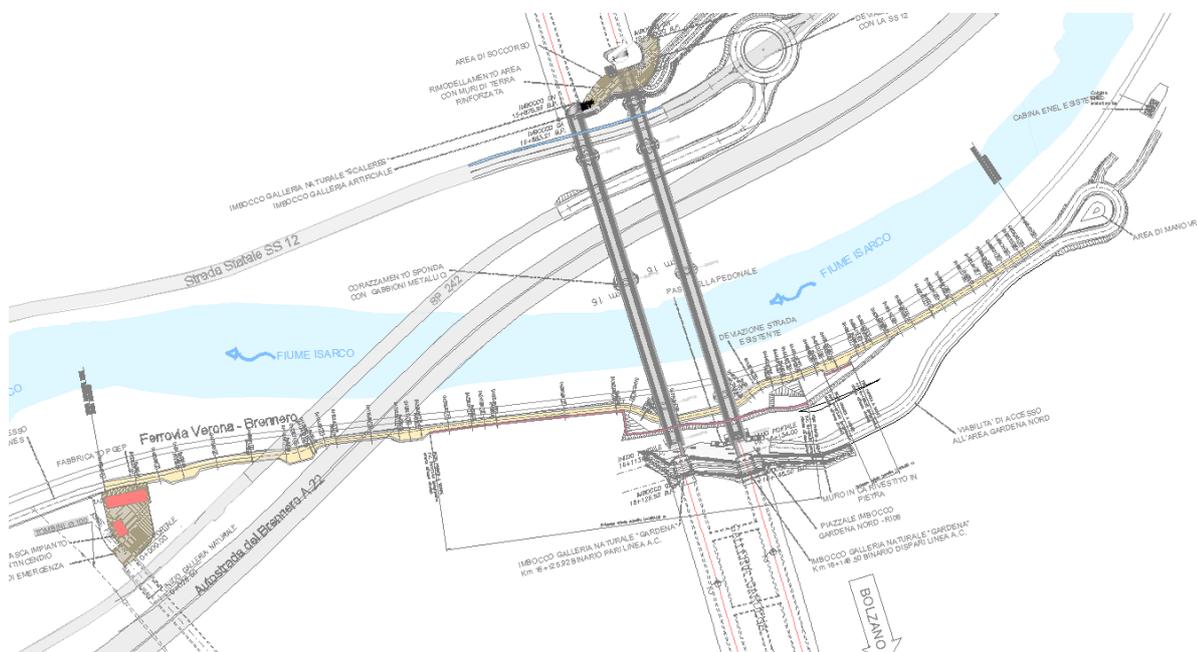


Figura 1-1: Planimetria della zona interessata dall'intervento

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	5 di 85

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera di sostegno è localizzata tra il termine della viabilità NV042 e l'inizio della viabilità NV062. Lo sviluppo maggiore dell'opera si ha tra le progressive tra la progressiva km. 0+000,00 e la progressiva km. 0+024,00 del tracciamento della viabilità NV062, in cui è previsto un muro di sostegno su fondazione superficiale.

Ortogonalmente all'asse stradale NV062, in corrispondenza della progressiva km. 0+024,00, l'opera prosegue con un muro di sostegno fondato su pali per una lunghezza di circa 11.8 m. Tale soluzione consente di minimizzare l'ingombro planimetrico dell'opera e di mantenere una distanza adeguata dalla condotta di gas SNAM. Si riporta di seguito il profilo e la pianta dei muri di sostegno.

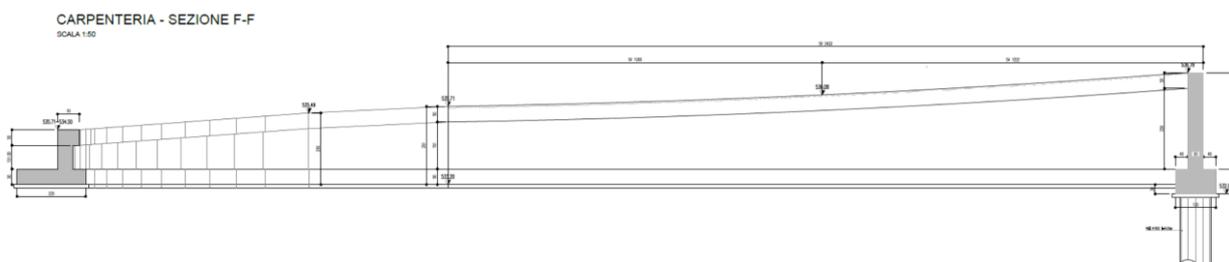


Figura 2-1: Profilo del muro

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 6 di 85

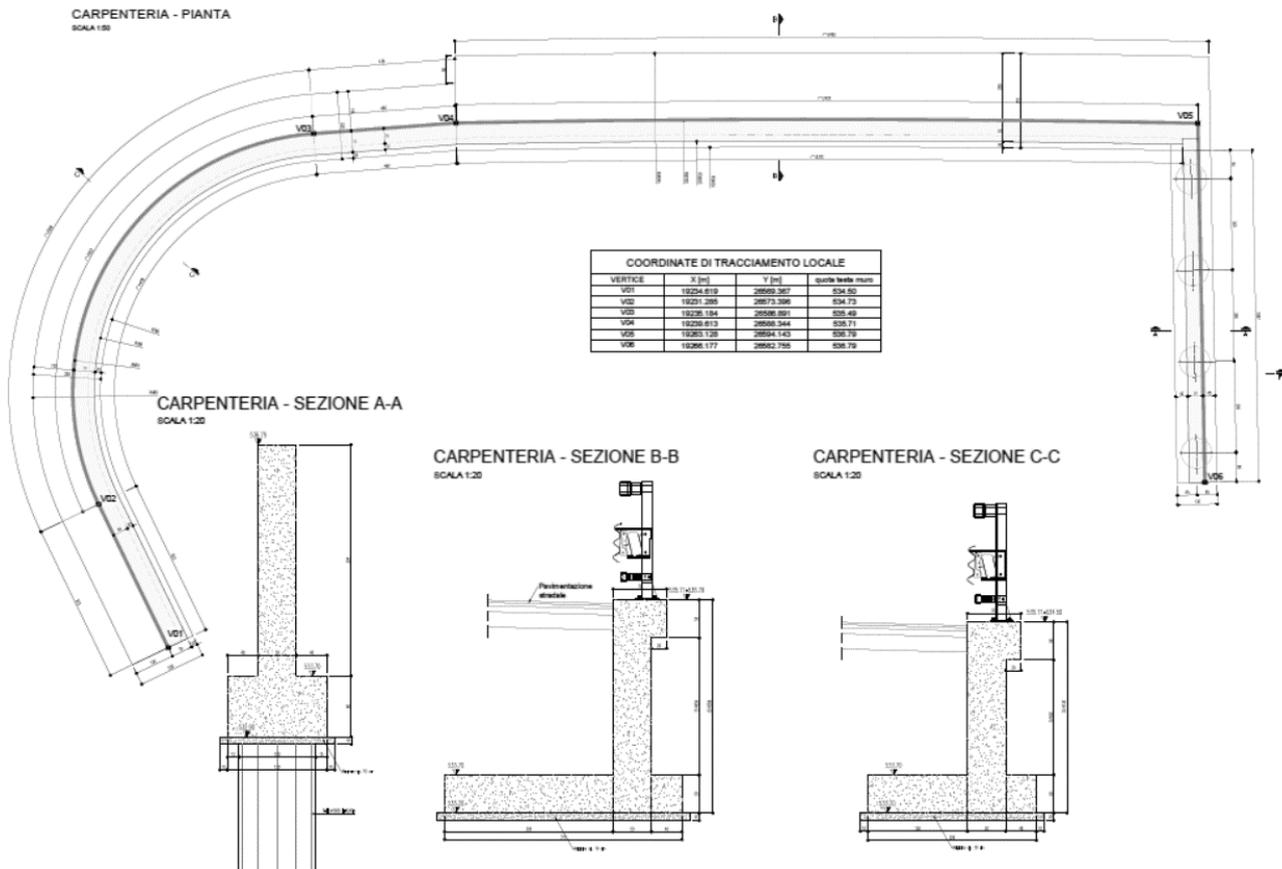


Figura 2-2: Pianta del muro di sostegno

Per il tratto parallelo alla viabilità NV062 l'opera di sostegno in esame consiste in un muro di sostegno a mensola di altezza variabile, le cui dimensioni massime sono mostrate nella figura seguente. In testa ai cordoli sono montate delle barriere di sicurezza di tipo H2.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 7 di 85

CARPENTERIA - SEZIONE B-B

SCALA 1:20

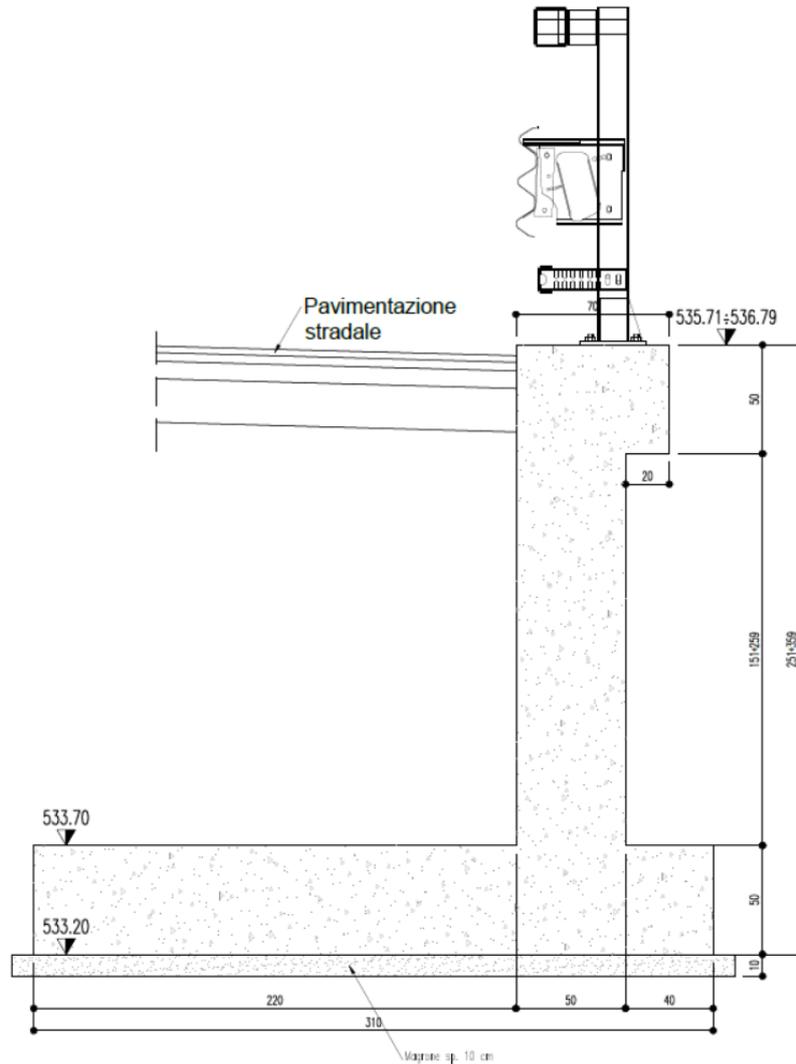


Figura 2-3: Carpenteria tipo del muro su fondazione superficiale parallelo alla viabilità NV062

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 8 di 85

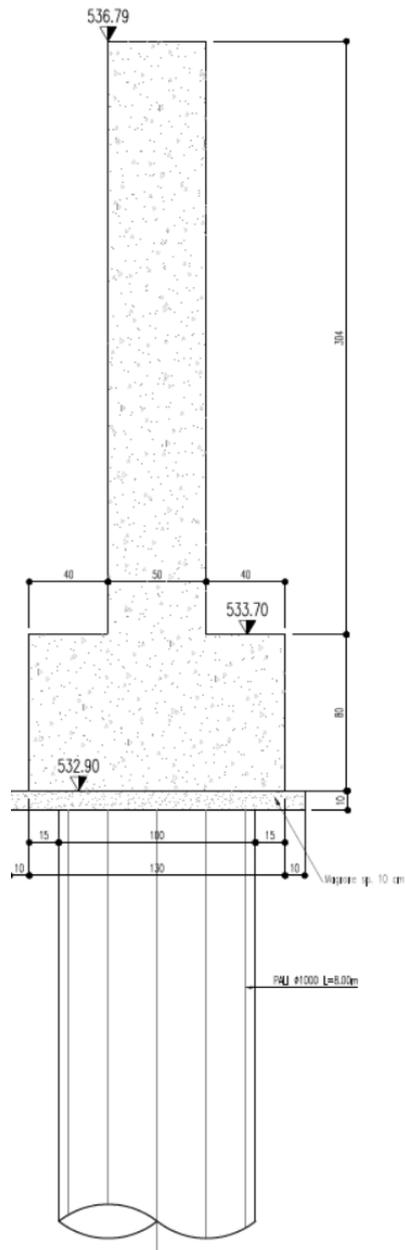


Figura 2-4: Carpenteria tipo del muro con fondazione su pali ortogonale alla viabilità NV062

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 9 di 85

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] D.M. 14/01/2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” - GU n°29 del 04/02/2008
- [2] Circolare 02 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- [3] UNI EN 1993-1-1 EUROCODICE 3- Progettazione delle strutture in acciaio -Parte 1: Regole generali e regole per gli edifici
- [4] UNI EN 1997-1: EUROCODICE 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole Generali
- [5] UNI EN 1998-5 EUROCODICE 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5 - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

3.1 ALTRI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [6] IB0U-1B-E-ZZ-L7-GE0001-001A: Plano-profilo geologico nuova viabilità NV062
- [7] IB0U-1B-E-ZZ-GE-GE0006-001-B: Relazione geotecnica di caratterizzazione

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatari: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 10 di 85

4. CONDIZIONI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Per la definizione della stratigrafia di progetto e delle caratteristiche dei materiali si è fatto riferimento al *profilo geologico* [6] alla *relazione geotecnica* [7].

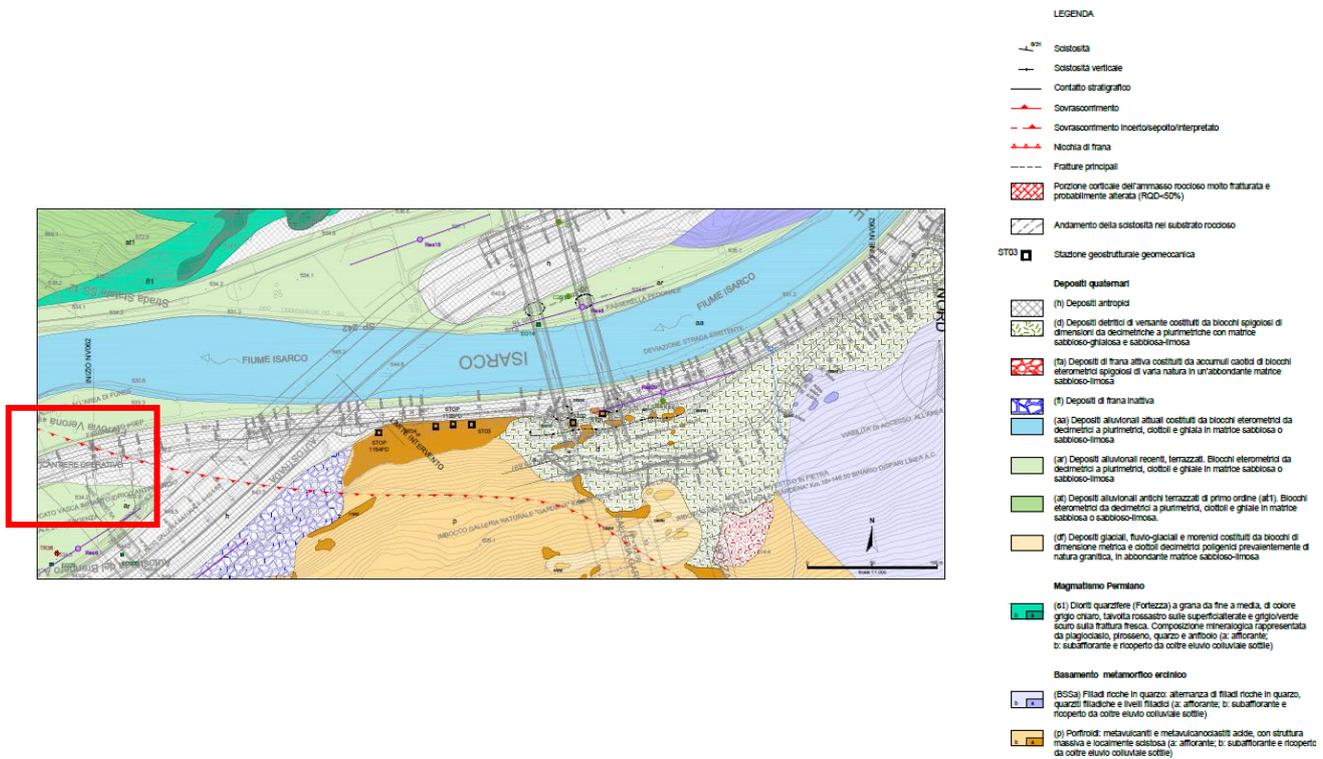


Figura 4-1: – Stralcio della carta geologica [6]

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA “FORTEZZA – PONTE GARDENA”				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 11 di 85

PROFILO GEOLOGICO LONGITUDINALE

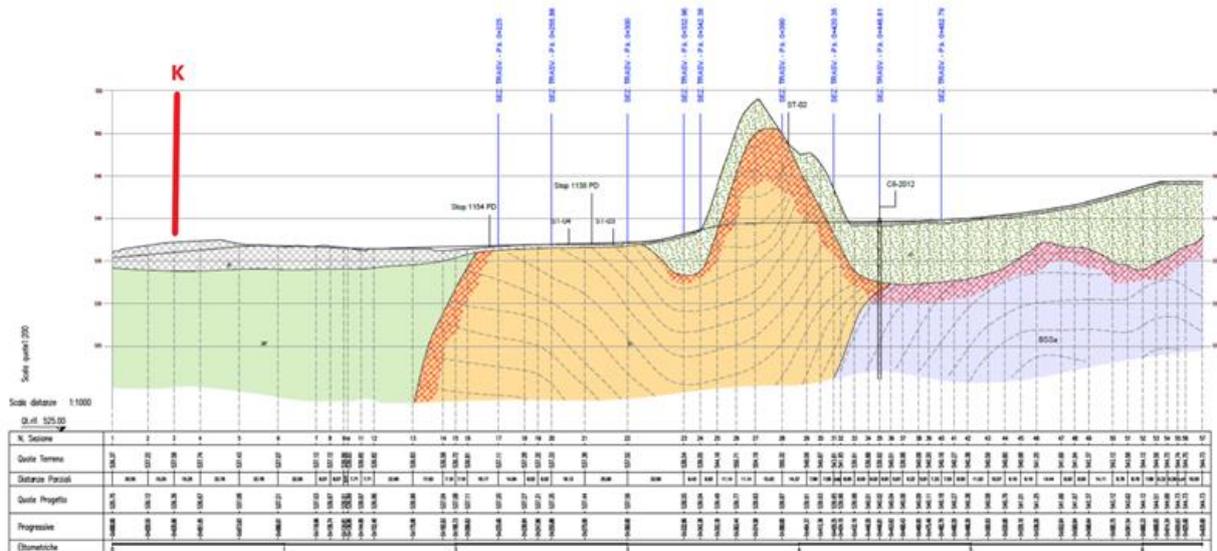


Figura 4-2: – Profilo geologico longitudinale [6]

4.2 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Dal profilo geotecnico e dalla relazione geotecnica di caratterizzazione si individuano due unità, con le seguenti caratteristiche:

- **h**: $\gamma=19\text{kN/m}^3$; $c'=0\text{ kPa}$; $\phi=33^\circ$; $E=30\text{ MPa}$; Depositi antropici
- **ar**: $\gamma =19\text{kN/m}^3$; $c'=0\text{ kPa}$; $\phi=32-35^\circ$; $E=30\text{ MPa}$; Depositi alluvionali recenti, terrazzati. Blocchi eterometrici da decimetrici a plurimetrici, ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa o sabbioso-limosa.

4.3 VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Ai fini della progettazione dell'opera si assume un terreno con le seguenti caratteristiche:

Unità	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E [MPa]
-	19	32	0	30

Tabella 4-1: Parametri geotecnici caratteristici dei terreni

4.4 LIVELLO DI FALDA

Non si ritiene che il livello di falda influenzi l'opera in esame.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 12 di 85

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

5.1 CALCESTRUZZO

- Calcestruzzo per magrone

Classe di resistenza minima:	C_{min}	C12/15
------------------------------	-----------	--------

- Calcestruzzo per il muro di sostegno (paramento)

Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI11104		
Classe di resistenza minima:	C_{min}	C32/40
Classe di consistenza:	S	$S3 \div S4$
Dimensione massima aggregati [mm]	D_{max}	32
Copriferro [mm]	c	50
Classe di esposizione	-	XF2

- Calcestruzzo per il muro di sostegno (fondazione)

Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI11104		
Classe di resistenza minima:	C_{min}	C25/30
Classe di consistenza:	S	$S3 \div S4$
Dimensione massima aggregati [mm]	D_{max}	32
Copriferro [mm]	c	50
Classe di esposizione	-	XC2

- Calcestruzzo per i pali di fondazione dell'opera di sostegno

Conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI11104		
Classe di resistenza minima:	C_{min}	C25/30
Classe di consistenza:	S	$S4 \div S5$
Dimensione massima aggregati [mm]	D_{max}	32
Copriferro [mm]	c	70
Classe di esposizione	-	XC2

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 13 di 85

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo e per la definizione della classe di resistenza di queste ultime in funzione delle condizioni ambientali, si farà riferimento alle indicazioni contenute nelle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

5.2 ACCIAIO

- Acciaio per armature ordinarie

Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq 450N/mm^2$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq 540N/mm^2$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 14 di 85

6. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini della normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ai fini delle verifiche strutturali, in accordo con la normativa vigente, si considera lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Per la valutazione degli spostamenti si considera lo Stato Limite di Danno (SLD).

Per la definizione del tempo di ritorno del sisma, è stata considerata una vita nominale della struttura pari a 75 anni e classe d'uso III ($c_u = 1.5$), cosicché il periodo di riferimento dell'azione sismica risulta essere:

$$V_R = V_N \cdot c_u = 113 \text{ anni}$$

Di seguito si riportano i periodi di riferimento relativi all'SLD e all'SLV, a cui corrispondono delle probabilità di superamento P_{VR} rispettivamente del 63% e del 10%:

STATO LIMITE	V_N	C_U	T_R [anni]
SLD	75	III	113
SLV	75	III	1072

Tabella 6-1: Definizione dei tempi di ritorno per gli Stati Limite considerati

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 15 di 85

6.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale sulla base dell'individuazione della categoria di sottosuolo (Tab.3.2.II delle NTC2008) e topografiche (Tab.3.2.IV delle NTC2008) di riferimento (in assenza di specifiche analisi).

Per la categoria di sottosuolo, a favore di sicurezza si assume un terreno di categoria C: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti”*. Si determina un coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a $S_s = 1.5$.

Il sito in oggetto è attribuibile alla *categoria topografica T2*, a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$, in accordo alla Tab. 3.2.VI delle NTC 2008.

6.2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA

Sulla base di quanto detto, nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri degli spettri di risposta definiti nella premessa del presente capitolo.

I parametri presentati si riferiscono ad un sisma nel comune di Ponte Gardena. Poiché lo sviluppo dell'opera attraversa diversi comuni limitrofi e poiché l'azione sismica varia in modo limitato entro questi comuni, si è deciso di riportare unicamente questo sisma considerato come rappresentativo.

STATO LIMITE	V_N	C_U	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLD	75	III	113	0,033	2,458	0,246
SLV	75	III	1072	0,066	2,665	0,392

Tabella 6.1: Parametri base per la definizione dell'azione sismica

Da cui si deduce un'azione massima pari a:

- $SLD: a_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_T = 0,059 \text{ g}$
- $SLV: a_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_T = 0,112 \text{ g}$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 16 di 85

7. CRITERI DI VERIFICA E CALCOLO

7.1 PREMESSA

Le verifiche contenute nel presente documento fanno riferimento a quanto prescritto nelle NTC-2008 e successiva circolare esplicativa e negli Eurocodici.

L'opera in esame rientra tra le opere di sostegno presentate al capitolo 6.5 delle *NTC 2008*, in particolare si fa riferimento a quanto definito per i muri di sostegno al paragrafo 6.5.3.1.1.

Le verifiche strutturali sono eseguite nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) e degli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) riferiti allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione.

In particolare, si eseguono le verifiche relative ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU):
 - Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
 - Scorrimento sul piano di posa;
 - Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - Ribaltamento.
- SLU di tipo strutturale (STR):
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Per ogni stato limite deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{eq. 6.2.1 delle NTC2008})$$

dove

E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 17 di 85

7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i>1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi che connessi alle azioni eccezionali A:

$$A_d + G_1 + G_2 + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 18 di 85

7.3 COEFFICIENTI DELLE AZIONI AGLI STATI LIMITE

Per le verifiche agli SLU dei muri di sostegno si adottano i coefficienti parziali delle tabella sotto riportate (rif. Tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.5.I delle NTC 2008). In particolare, le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 1.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_i (o γ_e)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{E1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{E2}, \gamma_{E3}, \gamma_{E4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	19 di 85
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo							

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_{γ}	1,0	1,0

Tabella 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 6.4.VI – Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali.

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 20 di 85

I coefficienti di combinazione dei carichi variabili dovuti al traffico stradale, applicati secondo le varie combinazioni, sono riferiti alla Tab. 5.1.VI delle NTC 2008:

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente ψ_0 di combinazione</i>	<i>Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
<i>Vento q_s</i>	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve q_s</i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	T_k	0,6	0,6	0,5

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Muro di sostegno – Relazione di calcolo	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	21 di 85

7.4 VERIFICHE DI TIPO GEOTECNICO (GEO)

7.4.1 Scorrimento sul piano di posa

La risultante delle azioni orizzontali agenti sul muro deve essere non superiore alla resistenza per attrito disponibile sul piano di imposta. Quest'ultima è pari al prodotto della risultante delle azioni verticali (azioni ortogonali al piano di imposta) per il coefficiente di attrito fondazione-terreno.

Deve essere quindi:

$$\frac{Q_V \cdot \tan(\phi')}{Q_H} \geq 1,0 (\geq 1,0 \text{ in presenza di sisma})$$

Dove:

- Q_V è la risultante delle azioni caratteristiche ortogonali al piano di posa;
- Q_H è la risultante delle azioni di progetto parallele al piano di posa;
- $\mu = \tan(\phi')$ coefficiente di attrito fondazione-terreno.

A meno di situazioni particolari, per le quali si rimanda alla normativa vigente, la resistenza passiva offerta dal terreno presente a valle del muro deve essere trascurata.

7.4.2 Ribaltamento

La somma dei momenti delle forze esterne agenti sul muro (spinta del terrapieno, sovraccarichi, ...), valutati rispetto allo spigolo di valle della platea di fondazione, deve risultare non superiore alla somma dei momenti dovuti ai pesi propri della struttura (muro in c.a.), del terreno gravante sulla mensola di monte e delle masse eventualmente collegate al muro (ad es. barriere di sicurezza o antirumore), valutati rispetto allo stesso spigolo.

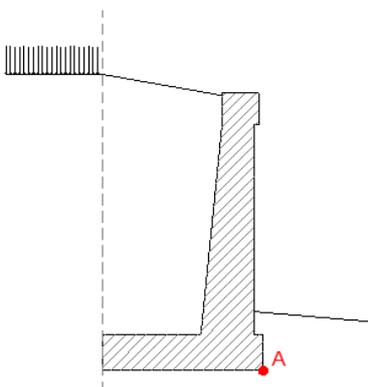


Figura 7-1: Verifica a ribaltamento

Dunque, con riferimento al punto A evidenziato in Figura 7-1, M_{rib} è la risultante dei momenti ribaltanti di progetto, M_{stab} è la risultante dei momenti stabilizzanti di progetto e la verifica al ribaltamento è soddisfatta se, per ogni combinazione di carico, risulta:

$$\frac{M_{stab}}{M_{rib}} \geq 1,0 \quad (\geq 1,0 \text{ in presenza di sisma})$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 22 di 85

7.4.3 Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno

Vista la natura dei terreni, la valutazione della capacità portante della fondazione del muro di sostegno viene condotta in condizioni non drenate. La formula generale risulta essere:

$$q_{lim} = s_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q$$

Con:

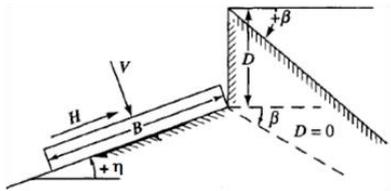
$N_c = 2 + \pi$	fattori di capacità portante
s_c	fattori correttivi che tengono conto della forma della fondazione;
d_c	fattori correttivi che tengono conto della profondità del piano di posa;
i_c	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione dei carichi;
g_c	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna;
b_c	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
q	tensione verticale efficace agente al piano di posa della fondazione;

Inoltre, si definisce efficace la parte di fondazione reale rispetto alla quale la risultante dei carichi verticali di progetto Q_V risulta centrata. Per fondazioni rettangolari di larghezza B e lunghezza L , indicate con e_B ed e_L le componenti della eccentricità del carico rispettivamente in direzione B e L , le corrispondenti dimensioni efficaci sono:

$$B' = B - 2 e_B \qquad L' = L - 2 e_L$$

Nella figura seguente sono mostrati i valori dei coefficienti sopra citati:

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatari: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 23 di 85

	Table of inclination, ground, and base factors for the Hansen (1970) equations. See Table 4-5c for equivalent Vesic equations.																																										
<p>Shape and depth factors for use in either the Hansen (1970) or Vesic (1973, 1975b) bearing-capacity equations of Table 4-1. Use s'_c, d'_c when $\phi = 0$ only for Hansen equations. Subscripts H, V for Hansen, Vesic, respectively.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Shape factors</th> <th>Depth factors</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$</td> <td>$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$</td> </tr> <tr> <td>$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$</td> <td>$d_c = 1.0 + 0.4k$</td> </tr> <tr> <td>$s'_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$</td> <td>$k = D/B$ for $D/B \leq 1$</td> </tr> <tr> <td>$s_c = 1.0$ for strip</td> <td>$k = \tan^{-1}(D/B)$ for $D/B > 1$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>k in radians</td> </tr> <tr> <td>$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$</td> <td>$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$</td> </tr> <tr> <td>$s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L} \tan \phi$</td> <td>$k$ defined above</td> </tr> <tr> <td>for all ϕ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$</td> <td>$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ</td> </tr> <tr> <td>$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Notes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Note use of "effective" base dimensions B', L' by Hansen but not by Vesic. The values above are consistent with either a vertical load or a vertical load accompanied by a horizontal load H_B. With a vertical load and a load H_L (and either $H_B = 0$ or $H_B > 0$) you may have to compute two sets of shape s_i and d_i as $s_{i,B}, s_{i,L}$ and $d_{i,B}, d_{i,L}$. For i, L subscripts of Eq. (4-2), presented in Sec. 4-6, use ratio L'/B' or D/L'. 	Shape factors	Depth factors	$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$	$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$	$s'_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B$ for $D/B \leq 1$	$s_c = 1.0$ for strip	$k = \tan^{-1}(D/B)$ for $D/B > 1$		k in radians	$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$	$s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L} \tan \phi$	k defined above	for all ϕ		$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ	$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inclination factors</th> <th>Ground factors (base on slope)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f c_a}}$</td> <td>$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$</td> </tr> <tr> <td>$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$</td> <td>$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$</td> </tr> <tr> <td>$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$</td> <td>$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\delta$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Base factors (tilted base)</td> </tr> <tr> <td>$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$</td> <td>$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$</td> </tr> <tr> <td>$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$</td> <td>$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$b_q = \exp(-2.7 \eta \tan \phi)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$b_\gamma = \exp(-2.7 \eta \tan \phi)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>η in radians</td> </tr> </tbody> </table> <p>$A_f = B' \cdot L'$</p> <p>Notes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Use H_i as either H_B or H_L, or both if $H_L > 0$. Hansen (1970) did not give an i_c for $\phi > 0$. The value above is from Hansen (1961) and also used by Vesic. Variable c_a = base adhesion, on the order of 0.6 to 1.0 \times base cohesion. Refer to sketch for identification of angles η and β, footing depth D, location of H_i (parallel and at top of base slab; usually also produces eccentricity). Especially note V = force normal to base and is not the resultant R from combining V and H_i. 	Inclination factors	Ground factors (base on slope)	$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f c_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\delta$		Base factors (tilted base)	$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$	$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$		$b_q = \exp(-2.7 \eta \tan \phi)$		$b_\gamma = \exp(-2.7 \eta \tan \phi)$		η in radians
Shape factors	Depth factors																																										
$s'_{c(H)} = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ)$	$d'_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ)$																																										
$s_{c(H)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$	$d_c = 1.0 + 0.4k$																																										
$s'_{c(V)} = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$k = D/B$ for $D/B \leq 1$																																										
$s_c = 1.0$ for strip	$k = \tan^{-1}(D/B)$ for $D/B > 1$																																										
	k in radians																																										
$s_{q(H)} = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi$	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$																																										
$s_{q(V)} = 1.0 + \frac{B}{L} \tan \phi$	k defined above																																										
for all ϕ																																											
$s_{\gamma(H)} = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6$	$d_\gamma = 1.00$ for all ϕ																																										
$s_{\gamma(V)} = 1.0 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$																																											
Inclination factors	Ground factors (base on slope)																																										
$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f c_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$																																										
$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$																																										
$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\delta$																																										
	Base factors (tilted base)																																										
$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0)$																																										
$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi} \right]^{2.25}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0)$																																										
	$b_q = \exp(-2.7 \eta \tan \phi)$																																										
	$b_\gamma = \exp(-2.7 \eta \tan \phi)$																																										
	η in radians																																										

7.4.4 Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Ciò si assume valida l'espressione:

$$Q_t = Q_p + Q_l - W_p$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 24 di 85

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_d = \frac{Q_p}{\eta_p} + \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Palo teso:

$$Q_d = \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p \left(cN'_c + qN'_q + \frac{1}{2} B\gamma N'_\gamma \right)$$

dove:

- A_p è l'area portante efficace della punta del palo
- c è la coesione
- q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo
- γ è il peso specifico del terreno
- D è il diametro del palo

N'_c N'_q N'_γ sono i coefficienti di capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 25 di 85

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_l = \int_S \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan \delta$$

dove:

c_a è l'adesione palo-terreno

δ è l'angolo di attrito palo-terreno

γ è il peso specifico del terreno

z è la generica quota a partire dalla testa del palo

L è la lunghezza del palo

P è il perimetro del palo

K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo. Si assume conservativamente $K_s = 0.5$.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CLNV062</td> <td style="text-align: center;">0005</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">26 di 85</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	26 di 85
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	26 di 85													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo																		

spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

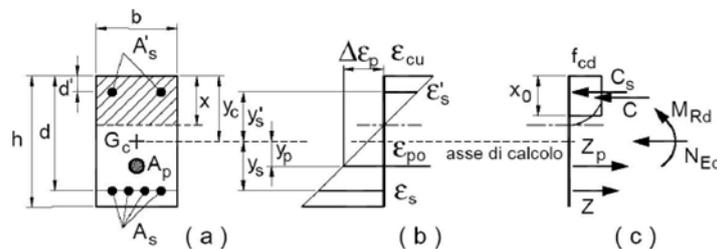
Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 27 di 85

7.5 VERIFICHE DI TIPO STRUTTURALE (STR)

7.5.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Con riferimento alla sezione pressoinflessa retta, la capacità, in termini di resistenza e duttilità, si determina in base alle ipotesi di calcolo e ai modelli $\sigma - \varepsilon$:



Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (FS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

$$FS = \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \geq 1$$

Le verifiche flessionali agli SLU sono eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Per la verifica di resistenza agli SLU, con riferimento alle sollecitazioni taglianti, deve risultare:

$$FS = \frac{V_{Rd}}{V_{Ed}} \geq 1$$

Si fariferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

- Valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento:

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg(\alpha) + ctg(\theta)) \cdot \sin \alpha$$

- Valore di progetto del massimo di sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse:

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg(\alpha) + ctg(\theta)}{1 + ctg^2(\theta)}$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 28 di 85

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$, con d espresso in mm;
- $\rho_l = \frac{A_{Sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale;
- A_{Sl} è l'area dell'armatura tesa;
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd}$ è la tensione media di compressione della sezione;
- A_c è l'area della sezione in calcestruzzo;
- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- s è il passo delle staffe;
- f_{yd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- α è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- θ è l'inclinazione della biella di calcestruzzo compressa e deve essere $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$

7.5.2 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

Per gli Stati Limite di Esercizio occorre verificare che l'ampiezza delle fessure w_k , per gli elementi con armature lente, sia al di sotto del valore limite fissato per le classi di esposizione in oggetto. La normativa definisce i valori massimi per l'ampiezza delle fessure in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo.

Si considerano le seguenti classi di esposizione per i diversi elementi strutturali:

- Paramento muro di sostegno: XF2 (condizione ambientali aggressive)
- Soletta fondazione muro di sostegno: XC2 (condizioni ambientali ordinarie)
- Pali di fondazione: XC2 (condizioni ambientali ordinarie)

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Le armature considerate sono di acciaio ordinario e quindi "Poco sensibili" ai sensi della normativa.

I valori di apertura limite delle fessure sono definiti in funzione delle condizioni ambientali definite per ciascun elemento strutturale in accordo alla Tab. 4.1.IV.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 29 di 85

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura				
			Sensibile		Poco sensibile		
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d	
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$	→ Pali e soletta fondazione
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$	
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$	→ Parametro muro di sostegno
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$	
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$	
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$	

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Muro di sostegno – Relazione di calcolo	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	30 di 85

8. ANALISI DEI CARICHI

8.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

Le azioni permanenti strutturali sono il peso proprio del muro in c.a., il peso proprio del terreno gravante sulla mensola di monte e la spinta del terreno a tergo del muro.

8.1.1 Pesì propri

Per il calcolo del peso proprio del muro e del terreno gravante sulla mensola di monte si assumono i seguenti valori dei pesi unitari:

- Struttura in c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$
- Terreno di riempimento $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$

8.1.2 Spinta delle terre

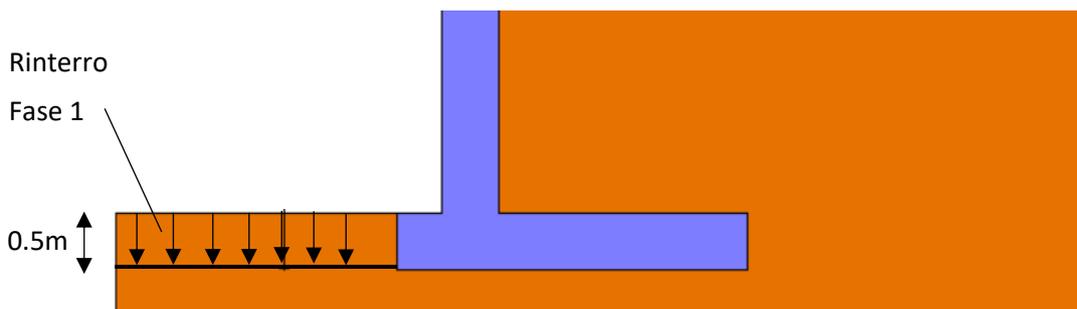
La spinta del terreno sul paramento del muro viene valutata utilizzando il Metodo di Culmann, il quale adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb ma con la sostanziale differenza che consente di analizzare situazioni con profili di forma generica e carichi disposti anche in maniera non uniforme.

Il procedimento, di carattere iterativo, si svolge nei seguenti step:

- 1) Imposizione di una superficie di rottura e considerazione del cuneo di spinta delimitato dalla stessa superficie, dal profilo del terreno e dal muro;
- 2) Valutazione delle forze agenti sul cuneo di spinta;
- 3) Valutazione della spinta sulla parete.

Il processo viene quindi iterato fino a trovare l'angolo di rottura per il quale la spinta risulta massima. Derivando quindi l'espressione della spinta rispetto all'ordinata del paramento è possibile ricavare le pressioni.

Si trascura la resistenza passiva del terreno antistante il muro. E' invece tenuto in conto il carico del terreno a valle dell'opera di sostegno fino alla quota di estradosso della soletta di fondazione, per un'altezza pari a 0.5m. Tale ipotesi implica la necessità anche in fase realizzativa di procedere dapprima con il rinterro fino alla quota di estradosso fondazione a valle del muro, e successivamente realizzare la strada a monte e consentire il transito veicolare.



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 31 di 85

8.2 AZIONI VARIABILI

Si considera, quali azioni variabili agenti sul muro di sostegno, il carico dovuto al traffico veicolare nel tratto adiacente alla strada.

8.2.1 Sovraccarico dovuto al traffico veicolare

Il sovraccarico accidentale dovuto al traffico veicolare è considerato pari a $20kPa$.

8.2.2 Sovraccarico accidentale

Per il tratto ortogonale alla viabilità NV062, realizzato con un muro di sostegno su pali, si considera un sovraccarico generico pari a $10 kPa$, esteso su tutta l'area a tergo dell'opera.

8.3 AZIONE SISMICA

In condizioni sismiche, i carichi agenti sul muro sono:

- La spinta del terreno a tergo del muro, incrementata per effetto del sisma;
- Le forze di inerzia del muro e del terreno direttamente gravante sulla mensola di monte;

8.3.1 Valutazione dei coefficienti sismici

Le NTC-2008 prevedono l'applicazione di metodi pseudo-statici per le verifiche sismiche dei muri di sostegno. In questa tipologia di analisi, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Si definiscono quindi i coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v che sono valutati come:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

Dove β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, il cui valore deve essere valutato in funzione della possibilità del muro di subire spostamenti relativi rispetto al terreno.

Si considera quindi un valore di $\beta_m = 0,18$ nel caso di muri su fondazione superficiale e un valore unitario nel caso di muri di sostegno su pali.

8.3.2 Valutazione dell'azione sismica

Per la valutazione della spinta sismica si può fare riferimento alla formulazione pseudo-statica in forma chiusa di Mononobe-Okabe.

Essa si rifà all'analisi dell'equilibrio limite di un cuneo di terreno instabile a contatto con l'opera di sostegno, con superficie di scorrimento piana. In aggiunta, il metodo tiene conto della forza di inerzia della massa del cuneo instabile, considerata applicata nel baricentro del cuneo stesso, derivante dall'accelerazione sismica.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 32 di 85

A tale scopo, nella definizione del coefficiente di spinta attiva, il metodo considera un angolo di rotazione addizionale:

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \mp k_v}\right)$$

Dove k_h e k_v sono i coefficienti sismici, rispettivamente orizzontale e verticale definiti al paragrafo precedente. L'espressione del coefficiente di spinta attiva si modifica come segue:

- Per $\beta \leq \phi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin(\psi + \phi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}}\right]^2}$$

- Per $\beta > \phi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, ai sensi delle NTC-2008 al Par. 7.11.6.2.1, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di applicazione della spinta statica ($H/3$ rispetto alla base del muro). La spinta del terreno a tergo del muro in condizioni sismiche, pertanto, si valuta semplicemente sostituendo al coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche k_a il coefficiente $k_{a,s}$ sopra definito, ottenendo:

$$P_{A,s} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot k_{a,s} \cdot H$$

8.3.3 Forze di inerzia

Le forze di inerzia, rispettivamente orizzontali e verticali, sono pari a:

$$F_{h,i} = k_h \cdot W_i$$

$$F_{v,i} = \pm k_v \cdot W_i$$

Dove W_i è il peso associato alla massa dell'elemento i -esimo considerato (muro in c.a., terreno gravante sulla mensola di monte, eventuali strutture collegate al muro,...). Le forze di inerzia, al pari delle forze peso, si intendono applicate nel baricentro dei singoli elementi.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 33 di 85

8.4 CARICHI ECCEZIONALI

8.4.1 Urto dei veicoli in svio

Per la valutazione dell'azione dell'urto sulle barriere di sicurezza si utilizza quanto presente al paragrafo 3.6.3.3.2 delle *NTC-2008*. In particolare, si utilizza una forza orizzontale pari a $100kN$ da applicare $100mm$ sotto la sommità dell'elemento o $1,0m$ sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo. In questo caso, l'urto è applicato ad un'altezza di $1,0m$ sopra il piano di marcia.

L'azione dell'urto così definita deve essere moltiplicata per $1,50$ al fine di ottenere i carichi di progetto per le verifiche strutturali.

La forza viene considerata ripartita su 3 montanti successivi (quello su cui avviene l'impatto e i due montanti ad esso adiacenti) per una lunghezza complessiva di $4,4m$ per le verifiche strutturali.

Per le verifiche di tipo geotecnico, è possibile ripartire l'azione su tutta la lunghezza del concio in esame.

Si considerano quindi i seguenti valori per la forza orizzontale dovuta all'urto.

$$F_h = \frac{100}{4,40} 1,5 = 34,1 \text{ kN/m}$$

Alle forze orizzontali, si associa un carico verticale pari a 200 kN (*Schema di carico 2 – 5.1.3.3.5 NTC 2008*) pari al carico di una singola ruota disposta a 30 cm dal cordolo.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 34 di 85

9. SOFTWARE DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche e le verifiche strutturali dei muri di sostegno sono eseguite attraverso il codice di calcolo "MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno" di Aztec informatica, nella sua versione 16.

9.1 ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

9.1.1 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

9.1.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno

Versione 16.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Utente PINI SWISS ENGINEERING S.R.L.

Licenza AILS0026AL

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CLNV062</td> <td style="text-align: center;">0005</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">35 di 85</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	35 di 85
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	35 di 85													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo																		

9.1.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

9.1.4 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

9.1.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 36 di 85

10. VERIFICHE SUI MURI DI SOSTEGNO

10.1 SEZIONI ANALIZZATE

Di seguito vengono individuate in pianta le sezioni di calcolo considerate per le verifiche geotecniche e strutturali dei muri di sostegno.

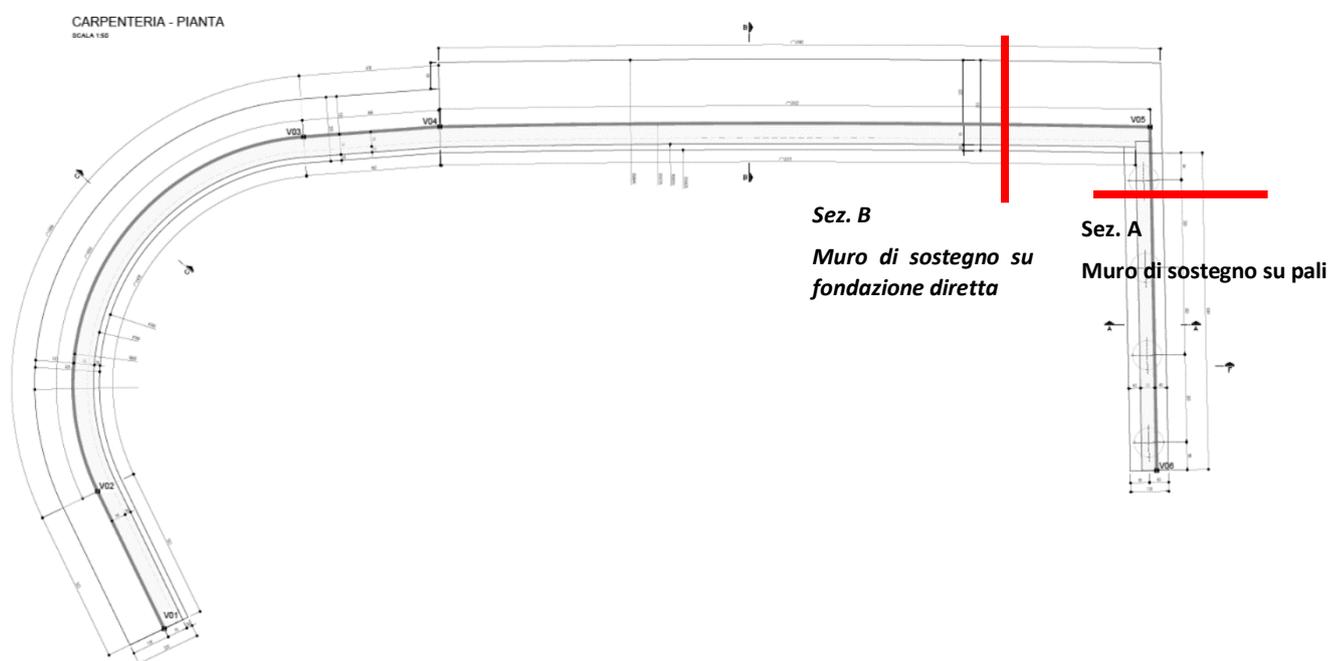
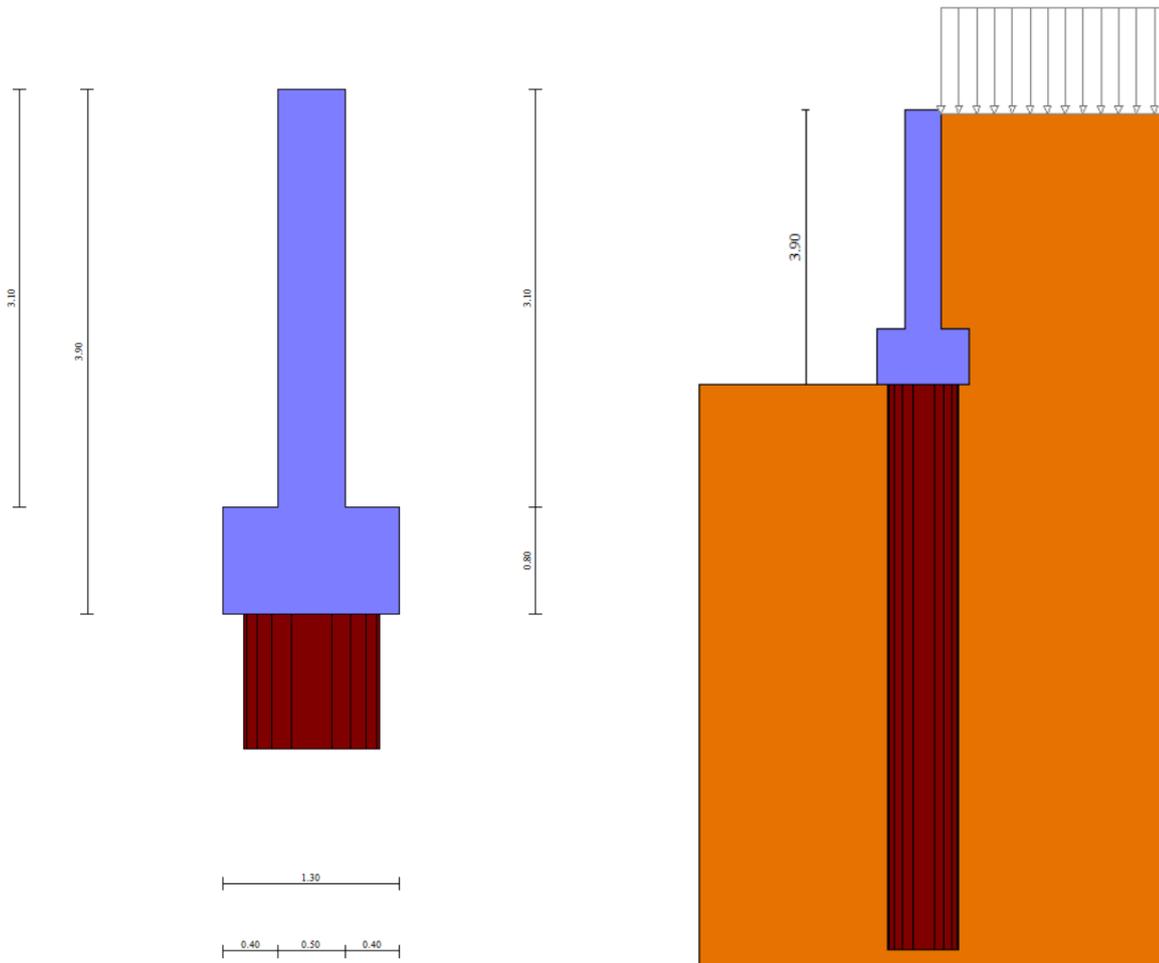


Figura 10-1: Sezioni di calcolo

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 37 di 85



Caratteristiche pali:

Diametro: $\varnothing 1000$ mm

Passo longitudinale: 3m

Lunghezza: 8 m

Figura 10-2: Sezione di calcolo A

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 38 di 85

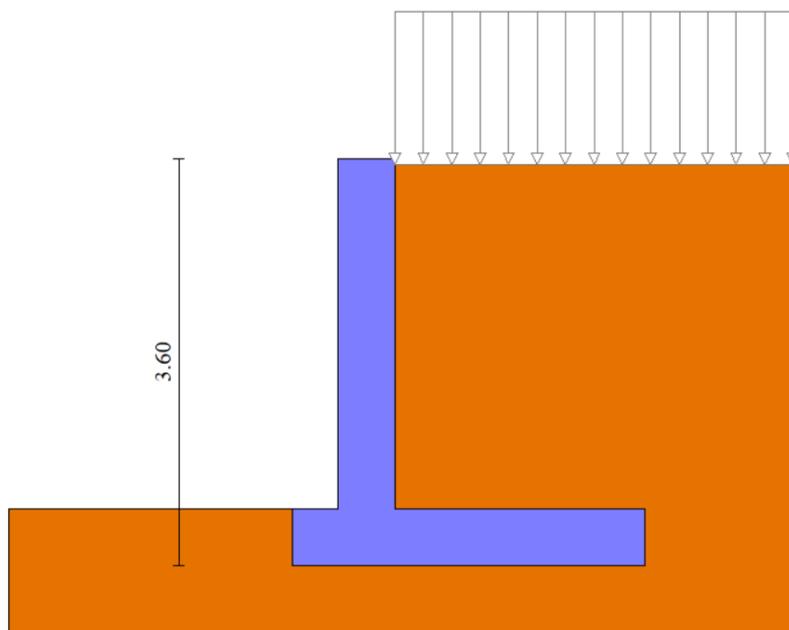
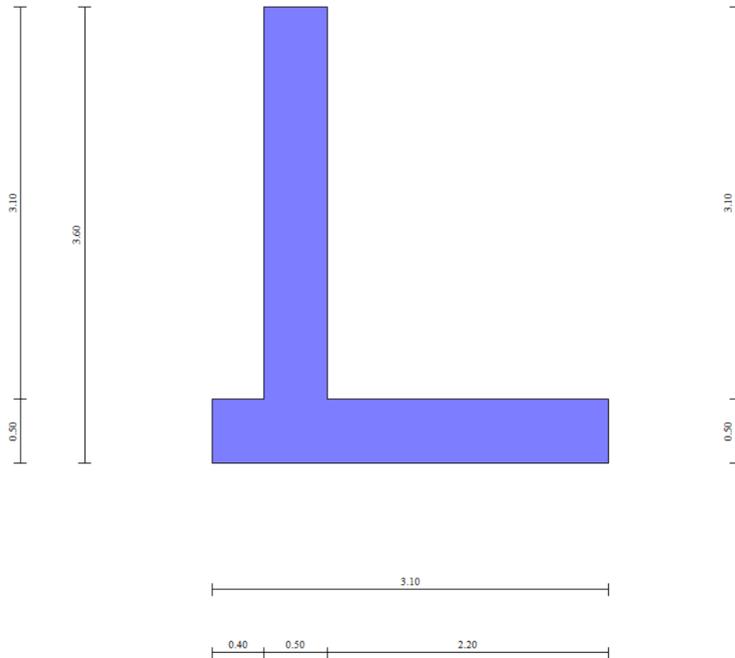


Figura 10-3: Sezione di calcolo B

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 39 di 85

10.2 COMBINAZIONI DI CARICO

10.2.1 Combinazioni sez. A

Le combinazioni di carico utilizzate per il calcolo della **sezione A** sono riassunte di seguito.

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
carico variabile	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R1) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R1) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
carico variabile	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
carico variabile	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
carico variabile	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 40 di 85

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
carico variabile	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 41 di 85

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
carico variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Figura 10-4: Combinazioni di carico – Sez. A (Muro di sostegno su pali)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 42 di 85

10.2.2 Combinazioni sez. B

Le combinazioni di carico utilizzate per il calcolo della **sezione B** sono riassunte di seguito.

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R1) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R1) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R1)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 43 di 85

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico stradale	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLEQ H + V

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 44 di 85

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Figura 10-5: Combinazioni di carico – Sez. B (Muro di sostegno su fondazione diretta)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 45 di 85

10.3 SEZIONE DI CALCOLO A – MURO DI SOSTEGNO SU PALI

10.3.1 Spinte e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	66.23	21.33	61.69	24.09	0.40	-2.46
	Peso/Inerzia muro			0.00	64.75/0.00	-0.25	-2.33
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	29.18/0.00	0.20	-1.58
	Resistenza pali			-126.09			
8	Spinta statica	60.98	17.35	58.21	18.18	0.40	-2.48
	Incremento di spinta sismica		19.79	18.89	5.90	0.40	-1.98
	Peso/Inerzia muro			7.75	64.75/3.87	-0.25	-2.33
	Peso/Inerzia terrapieno			3.25	27.18/1.63	0.20	-1.58
	Resistenza pali			-90.21			

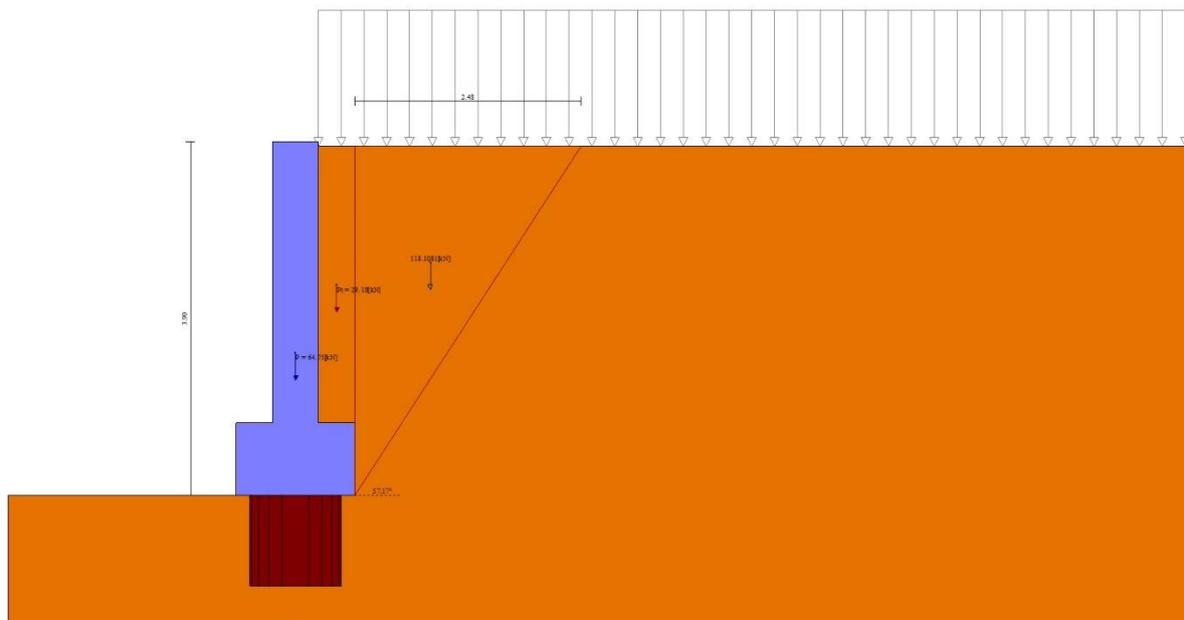


Figura 10-6: Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 46 di 85

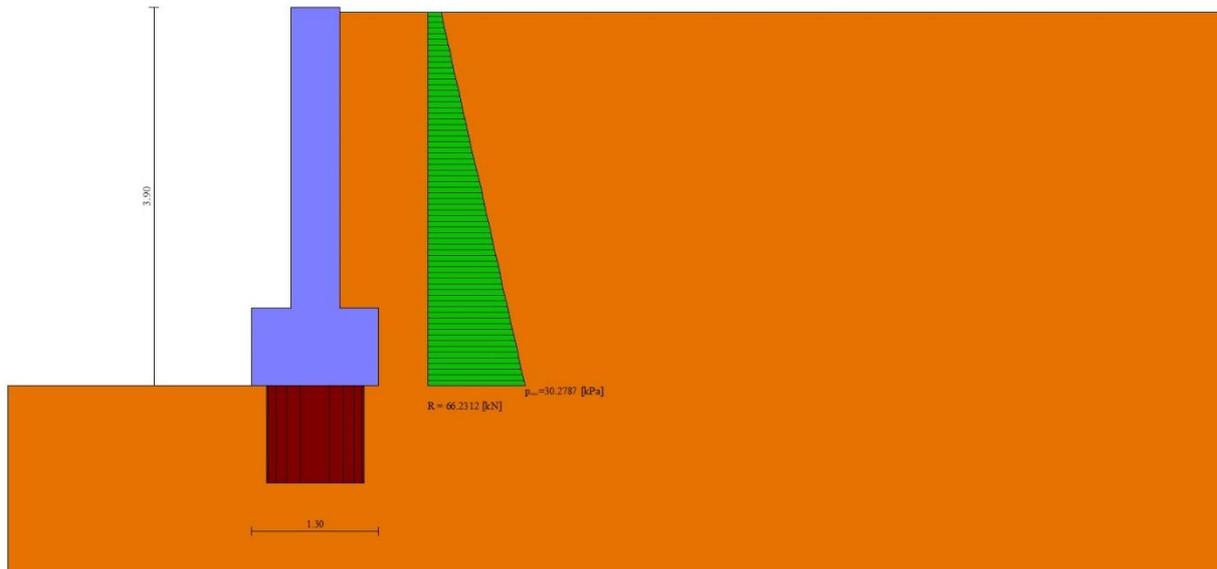


Figura 10-7: Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R1)	1	393.40	199.62	-205.65
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	1	405.05	367.24	-293.65

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatari:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 47 di 85

10.3.2 Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R1)		2.044					
2 - STR (A1-M1-R1)	H + V	1.628					
3 - STR (A1-M1-R1)	H - V	1.762					
4 - STR (A1-M1-R1)		2.072					
5 - STR (A1-M1-R1)		2.072					
6 - STR (A1-M1-R1)		2.044					
7 - GEO (A2-M2-R2)		1.248			3.605		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V	1.024			2.655		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V	1.114			2.601		
10 - EQU			6.089				
11 - EQU	H + V		4.502				
12 - EQU	H - V		4.743				

Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FS _o	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kN]	Td [kN]	FS _o
7 - GEO (A2-M2-R2)	1	-206.52	257.75	1.248
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	1	-293.65	300.71	1.024

Verifiche portanza verticale

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS _v	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N [kN]	Pd [kN]	FS _v
7 - GEO (A2-M2-R2)	1	374.95	611.92	1.632
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	1	405.05	811.54	2.004
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	1	405.05	811.54	2.004

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	48 di 85

Dettagli calcolo portanza verticale

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]
A	Attrito negativo, espresso in [kN]
Wp	Peso palo, espresso in [kN]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc	Pp	Pl	A	Wp
					[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	25.173	25.173	14.954	14.954	--	1785.19 1785.19	372.93 372.93	0.00	157.08

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
10 - EQU	612.73	100.62	6.089
11 - EQU H + V	624.87	138.79	4.502

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 4.50	12.52	3.605
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.00; 4.50	16.49	2.601

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CLNV062</td> <td>0005</td> <td>A</td> <td>49 di 85</td> </tr> </tbody> </table>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	49 di 85								
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo													

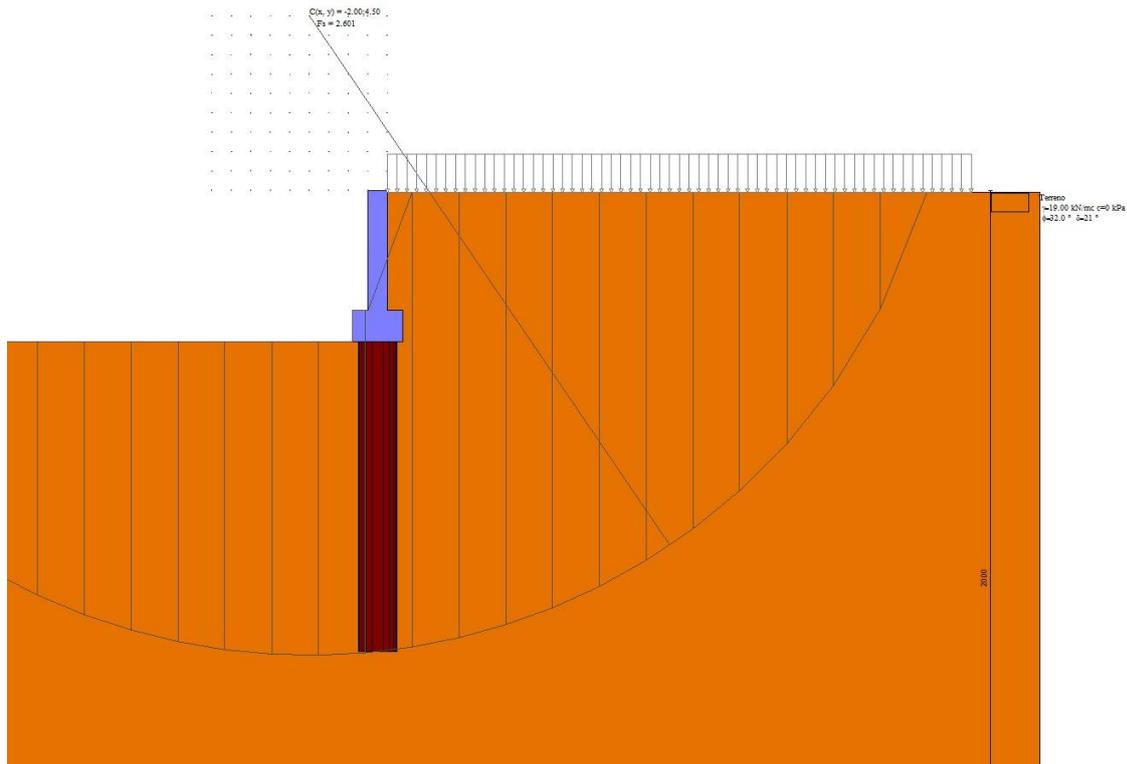


Figura 10-8: Verifica stabilità globale – Cerchio Critico (Combinazione 9)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 50 di 85

10.3.3 Verifiche strutturali

Si riportano i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione agenti sul muro sia allo stato limite ultimo (SLU) che allo stato limite di esercizio (SLE).

Paramento

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.14	1.57	0.13	0.50	0.00	0.02
3	-0.19	2.28	3.15	0.42	1.41	0.03	0.11
4	-0.29	3.42	4.72	0.76	2.38	0.09	0.29
5	-0.39	4.55	6.30	1.14	3.41	0.18	0.57
6	-0.48	5.69	7.87	1.57	4.50	0.31	0.95
7	-0.58	6.83	9.45	2.05	5.65	0.48	1.45
8	-0.68	7.97	11.02	2.57	6.85	0.71	2.05
9	-0.78	9.11	12.59	3.14	8.11	0.98	2.77
10	-0.87	10.25	14.17	3.75	9.43	1.32	3.62
11	-0.97	11.38	15.74	4.41	10.81	1.71	4.60
12	-1.07	12.52	17.32	5.11	12.24	2.17	5.72
13	-1.16	13.66	18.89	5.86	13.74	2.70	6.98
14	-1.26	14.80	20.46	6.66	15.29	3.31	8.38
15	-1.36	15.94	22.04	7.50	16.90	4.00	9.94
16	-1.45	17.08	23.61	8.39	18.56	4.77	11.66
17	-1.55	18.22	25.19	9.32	20.29	5.62	13.54
18	-1.65	19.35	26.76	10.30	22.07	6.57	15.59
19	-1.74	20.49	28.34	11.32	23.91	7.62	17.82
20	-1.84	21.63	29.91	12.39	25.81	8.77	20.23
21	-1.94	22.77	31.48	13.51	27.76	10.02	22.82
22	-2.03	23.91	33.06	14.67	29.78	11.39	25.61
23	-2.13	25.05	34.63	15.88	31.85	12.87	28.59
24	-2.23	26.18	36.21	17.13	33.98	14.46	31.78
25	-2.33	27.32	37.78	18.43	36.16	16.19	35.18
26	-2.42	28.46	39.36	19.77	38.41	18.04	38.79
27	-2.52	29.60	40.93	21.16	40.71	20.02	42.62
28	-2.62	30.74	42.50	22.60	43.07	22.14	46.68
29	-2.71	31.88	44.08	24.08	45.49	24.40	50.97
30	-2.81	33.02	45.65	25.60	47.97	26.80	55.49
31	-2.91	34.15	47.23	27.17	50.50	29.36	60.26
32	-3.00	35.29	48.80	28.79	53.10	32.07	65.28
33	-3.10	36.43	50.38	30.46	55.75	34.94	70.55

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 51 di 85

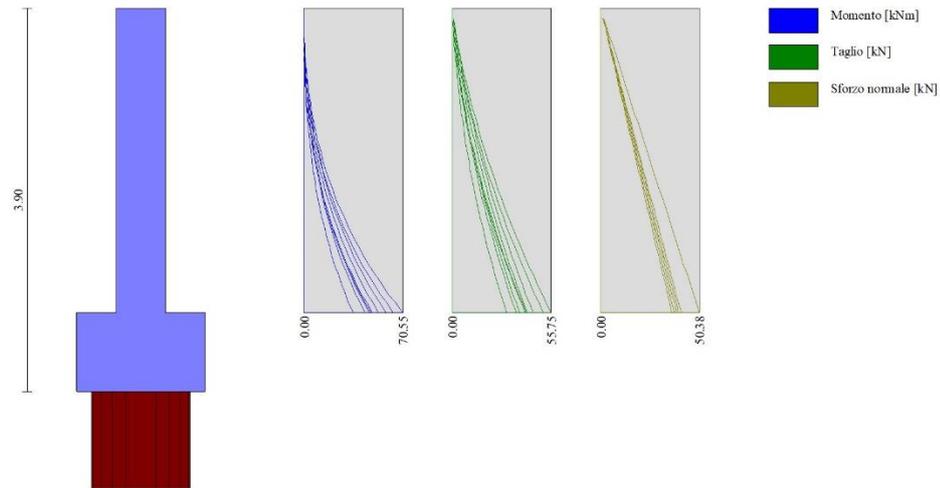


Figura 10-9: Involuppo Momento flettente (blu), Sforzo di Taglio (verde), Sforzo normale (giallo) – Paramento

Piastra fondazione

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]

Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle

Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
52	2.48 (4)	8.26 (4)	0.00 (4)	0.00 (4)	-44.02 (4)	MAX
51	-5.86 (4)	-3.60 (4)	0.00 (4)	-0.01 (4)	-13.41 (4)	MIN
52	2.48 (4)	8.26 (4)	0.00 (4)	0.00 (4)	-44.02 (4)	MAX
22	-2.83 (4)	-9.43 (4)	0.52 (4)	0.00 (4)	-34.22 (4)	MIN
28	0.31 (4)	1.03 (4)	1.27 (4)	0.00 (4)	-2.05 (4)	MAX
206	0.31 (4)	1.03 (4)	-1.27 (4)	0.00 (4)	-2.05 (4)	MIN
188	-2.28 (4)	-2.63 (4)	-1.10 (4)	17.81 (4)	-4.75 (4)	MAX
62	-2.28 (4)	-2.63 (4)	1.10 (4)	-17.81 (4)	-4.75 (4)	MIN
54	0.31 (4)	1.04 (4)	0.00 (4)	0.00 (4)	19.21 (4)	MAX
52	2.48 (4)	8.26 (4)	0.00 (4)	0.00 (4)	-44.02 (4)	MIN

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO											
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CLNV062</td> <td>0005</td> <td>A</td> <td>52 di 85</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	52 di 85	
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	52 di 85									

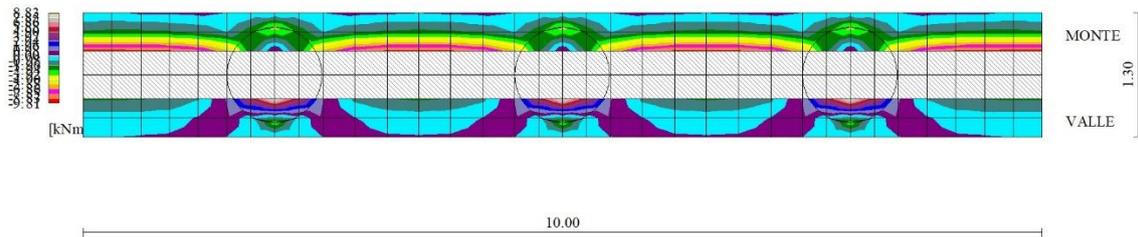


Figura 10-10: Piastra fondazione - Momenti M_y (Combinazione n° 4)

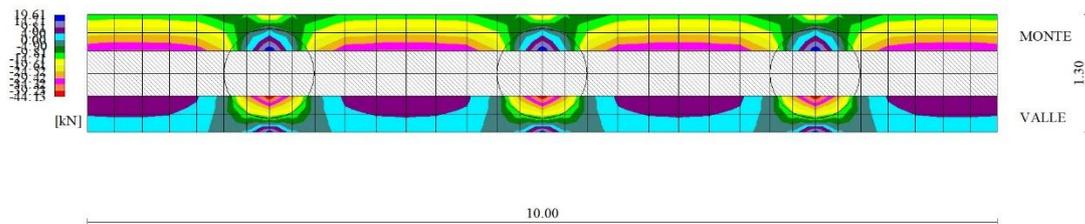


Figura 10-11: Piastra fondazione – Taglio T_y (Combinazione n° 4)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 53 di 85

Pali

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Diagrammi esercizio palo n° 1

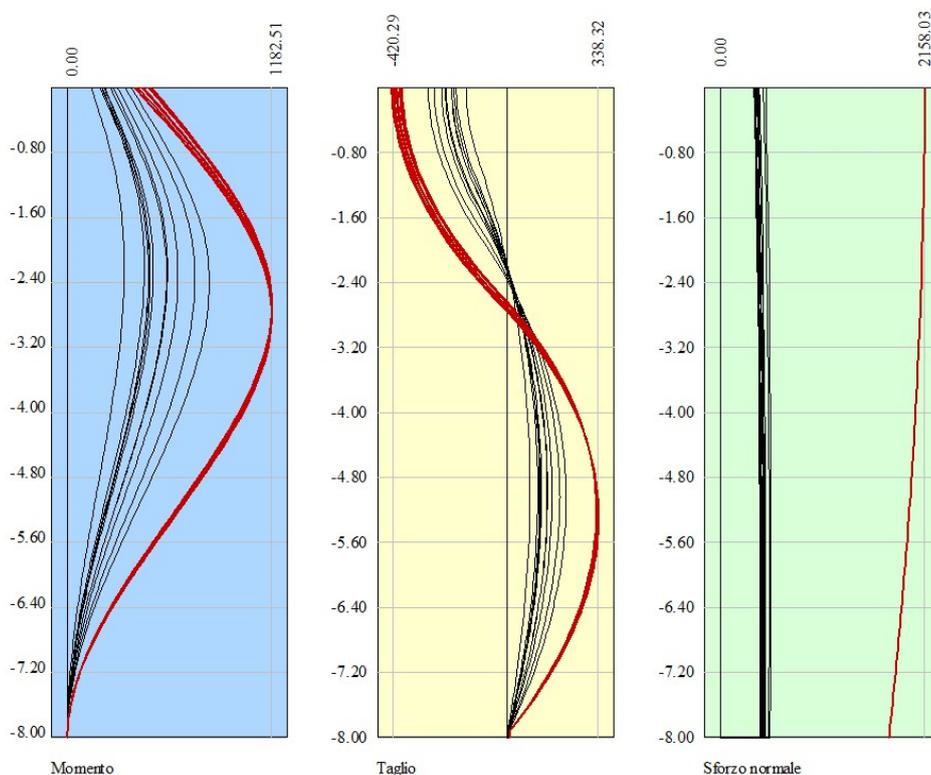


Figura 10-12: Sollecitazioni N-V-M sui pali

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE:														
<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO												
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CLNV062</td> <td>0005</td> <td>A</td> <td>54 di 85</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	54 di 85	
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	54 di 85									

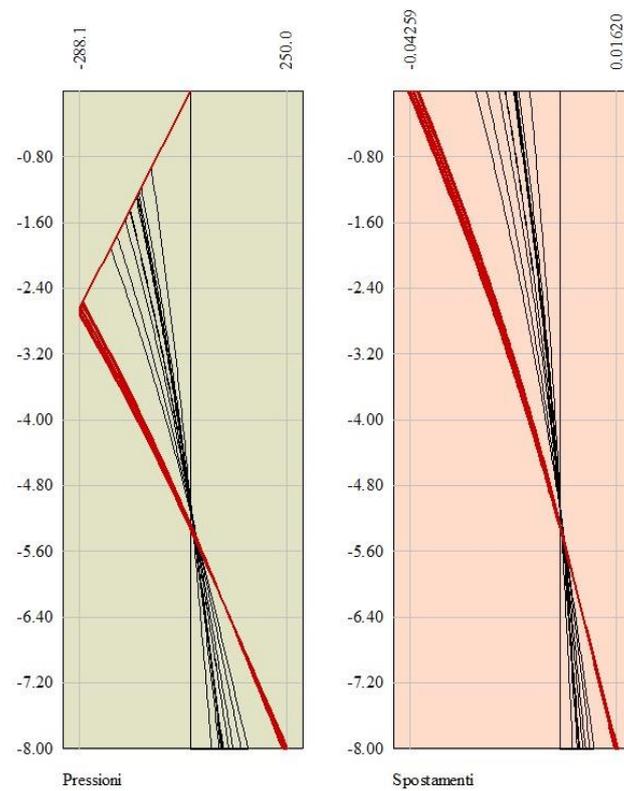


Figura 10-13: Diagramma delle pressioni e degli spostamenti

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL	SIST		
	M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Muro di sostegno – Relazione di calcolo	IBOU	1BEZZ	CLNV062	0005	A	55 di 85

Sollecitazioni pali

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	393.40	2158.03	-205.65	-420.29	199.62	407.97
29	2.24	429.93	2127.75	0.56	-134.83	479.03	1142.98
63	4.96	454.23	2012.36	124.99	333.32	255.13	723.64
84	6.64	458.25	1898.02	85.77	250.02	65.34	192.82
101	8.00	455.36	1788.82	3.32	10.00	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	405.51	2158.10	-243.45	-396.37	290.90	473.62
30	2.32	442.89	2125.65	8.39	-90.40	639.07	1163.65
64	5.04	465.89	2007.72	167.30	331.36	328.83	681.09
82	6.48	468.96	1910.37	124.73	262.35	107.34	228.41
101	8.00	465.38	1788.86	4.46	9.67	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	362.00	2158.12	-225.92	-398.19	266.49	469.69
29	2.24	398.95	2127.84	2.35	-112.50	580.40	1154.91
63	4.96	424.91	2012.45	151.04	330.16	307.85	709.23
89	7.04	430.76	1866.04	78.12	186.18	41.27	98.96
101	8.00	429.38	1788.91	4.00	9.71	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	481.33	2158.10	-205.65	-426.08	189.19	391.97
30	2.32	517.61	2125.66	6.66	-120.41	469.36	1151.30
63	4.96	536.32	2012.43	122.76	334.26	250.96	727.75
72	5.68	537.25	1967.45	116.04	332.22	163.84	484.71
101	8.00	528.09	1788.89	3.27	10.08	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	416.58	2158.09	-205.65	-426.08	189.19	391.97
30	2.32	453.80	2125.65	6.66	-120.41	469.36	1151.30
63	4.96	475.87	2012.42	122.76	334.26	250.96	727.75
80	6.32	478.81	1922.40	97.78	288.26	94.09	282.35
101	8.00	474.53	1788.88	3.27	10.08	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	458.15	2157.97	-205.65	-420.29	199.62	407.97
29	2.24	493.80	2127.69	0.56	-134.83	479.03	1142.98
63	4.96	514.67	2012.30	124.99	333.32	255.13	723.64
75	5.92	516.17	1950.99	112.36	318.51	138.58	403.09
101	8.00	508.92	1788.76	3.32	10.00	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	374.95	2158.00	-206.52	-412.40	215.30	429.93
29	2.24	411.72	2127.72	2.25	-126.65	495.43	1146.88
63	4.96	437.00	2012.33	128.87	332.00	262.60	717.92
86	6.80	442.04	1885.38	80.11	226.00	53.37	152.05
101	8.00	440.09	1788.79	3.41	9.89	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	405.05	2158.14	-293.65	-390.92	367.24	488.88
31	2.40	443.43	2123.46	6.48	-64.05	822.05	1173.20
64	5.04	465.45	2007.76	219.40	330.61	436.05	677.95
82	6.48	468.55	1910.42	166.05	260.93	143.33	227.04
101	8.00	464.99	1788.91	5.99	9.61	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	361.43	2158.00	-271.43	-393.14	333.85	483.56
30	2.32	399.45	2125.55	1.31	-86.99	740.11	1165.86

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 56 di 85

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
64	5.04	424.83	2007.63	195.79	331.01	387.07	679.34
89	7.04	430.27	1865.92	102.88	184.97	54.41	98.29
101	8.00	428.91	1788.79	5.29	9.63	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	366.23	2158.04	-153.13	-428.29	138.00	385.96
29	2.24	403.12	2127.75	4.52	-142.83	328.49	1138.86
63	4.96	428.86	2012.37	84.74	334.56	171.81	729.15
88	6.96	434.44	1872.52	46.50	206.15	26.65	119.30
101	8.00	432.88	1788.83	2.22	10.11	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	366.23	2158.04	-153.13	-428.29	138.00	385.96
29	2.24	403.12	2127.75	4.52	-142.83	328.49	1138.86
63	4.96	428.86	2012.37	84.74	334.56	171.81	729.15
88	6.96	434.44	1872.52	46.50	206.15	26.65	119.30
101	8.00	432.88	1788.83	2.22	10.11	0.00	0.00

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	366.23	2158.04	-153.13	-428.29	138.00	385.96
29	2.24	403.12	2127.75	4.52	-142.83	328.49	1138.86
63	4.96	428.86	2012.37	84.74	334.56	171.81	729.15
88	6.96	434.44	1872.52	46.50	206.15	26.65	119.30
101	8.00	432.88	1788.83	2.22	10.11	0.00	0.00

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 57 di 85

10.3.4 Verifiche Stato Limite Ultimo

A seguire si riporta l'esito delle verifiche di sicurezza eseguite, considerando le seguenti armature principali, per paramento e fondazione.

	<i>Superiore</i>	<i>Inferiore</i>
Paramento	5 Ø20/m	5 Ø16/m
Fondazione	5 Ø16/m	5 Ø16/m

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori espresso in [mq]
Afs	area ferri superiori espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [mq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.02	1.28	258.08	1.28	16976.001
3	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.11	2.57	258.35	2.57	2411.803
4	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.29	3.85	258.62	3.85	890.299
5	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.57	5.13	258.88	5.13	453.454
6	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.95	6.42	259.15	6.42	271.658
7	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.45	7.70	259.42	7.70	179.506
8	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.05	8.98	259.68	8.98	126.665
9	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.77	10.27	259.95	10.27	93.692
10	1.00	0.50	0.000804	0.001571	3.62	11.55	260.22	11.55	71.806
11	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.60	12.83	260.48	12.83	56.580
12	1.00	0.50	0.000804	0.001571	5.72	14.12	260.75	14.12	45.586
13	1.00	0.50	0.000804	0.001571	6.98	15.40	261.02	15.40	37.406
14	1.00	0.50	0.000804	0.001571	8.38	16.68	261.29	16.68	31.167
15	1.00	0.50	0.000804	0.001571	9.94	17.97	261.55	17.97	26.308
16	1.00	0.50	0.000804	0.001571	11.66	19.25	261.82	19.25	22.457
17	1.00	0.50	0.000804	0.001571	13.54	20.53	262.09	20.53	19.356
18	1.00	0.50	0.000804	0.001571	15.59	21.82	262.35	21.82	16.827
19	1.00	0.50	0.000804	0.001571	17.82	23.10	262.62	23.10	14.739
20	1.00	0.50	0.000804	0.001571	20.23	24.38	262.89	24.38	12.998
21	1.00	0.50	0.000804	0.001571	22.82	25.67	263.15	25.67	11.532
22	1.00	0.50	0.000804	0.001571	25.61	26.95	263.42	26.95	10.287
23	1.00	0.50	0.000804	0.001571	28.59	28.23	263.69	28.23	9.223
24	1.00	0.50	0.000804	0.001571	31.78	29.52	263.95	29.52	8.306
25	1.00	0.50	0.000804	0.001571	35.18	30.80	264.22	30.80	7.511
26	1.00	0.50	0.000804	0.001571	38.79	32.09	264.49	32.09	6.819
27	1.00	0.50	0.000804	0.001571	42.62	33.37	264.75	33.37	6.212

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 58 di 85	

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
28	1.00	0.50	0.000804	0.001571	46.68	34.65	265.02	34.65	5.678
29	1.00	0.50	0.000804	0.001571	50.97	35.94	265.29	35.94	5.205
30	1.00	0.50	0.000804	0.001571	55.49	37.22	265.56	37.22	4.785
31	1.00	0.50	0.000804	0.001571	60.26	38.50	265.82	38.50	4.411
32	1.00	0.50	0.000804	0.001571	65.28	39.79	266.09	39.79	4.076
33	1.00	0.50	0.000804	0.001571	70.55	41.07	266.36	41.07	3.775

Fondazione

Is	Afi [mq]	Afs [mq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-1-P	0.000603	0.000603	0.01	-0.05	169.73	100.000 (1)
3-1-P	0.000603	0.000603	0.04	-0.26	169.73	100.000 (1)
4-4-S	0.001206	0.001206	0.00	-9.29	-340.96	48.536 (6)
5-4-S	0.001206	0.001206	0.01	-5.33	-340.96	82.862 (6)
6-4-S	0.001206	0.001206	0.01	-5.32	-340.96	82.881 (6)
7-4-S	0.001206	0.001206	0.00	-9.20	-340.96	49.068 (6)
8-4-S	0.001206	0.001206	0.01	-5.33	-340.96	82.870 (6)
9-4-S	0.001206	0.001206	0.01	-5.33	-340.96	82.870 (6)
10-4-S	0.001206	0.001206	0.00	-9.20	-340.96	49.068 (6)
11-4-S	0.001206	0.001206	0.01	-5.32	-340.96	82.881 (6)
12-4-S	0.001206	0.001206	0.01	-5.33	-340.96	82.862 (6)
13-4-S	0.001206	0.001206	0.00	-9.29	-340.96	48.536 (6)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [mq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	235.45	0.00	100.000
2	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	235.62	0.50	474.714
3	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	235.80	1.41	167.109
4	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	235.97	2.38	98.972
5	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	236.14	3.41	69.152
6	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	236.32	4.50	52.484
7	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	236.49	5.65	41.870
8	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	236.66	6.85	34.541
9	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	236.84	8.11	29.193
10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	237.01	9.43	25.128
11	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	237.18	10.81	21.943
12	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	237.36	12.24	19.386
13	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	237.53	13.74	17.292
14	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	237.70	15.29	15.549
15	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	237.88	16.90	14.079
16	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	238.05	18.56	12.824
17	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	238.22	20.29	11.743
18	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	238.40	22.07	10.802
19	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	238.57	23.91	9.978
20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	238.74	25.81	9.251
21	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	238.92	27.76	8.606
22	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	239.09	29.78	8.029
23	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	239.26	31.85	7.513
24	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	239.44	33.98	7.047
25	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	239.61	36.16	6.625

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 59 di 85	

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
26	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	239.78	38.41	6.243
27	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	239.96	40.71	5.894
28	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	240.13	43.07	5.575
29	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	240.30	45.49	5.282
30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	240.48	47.97	5.013
31	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	240.65	50.50	4.765
32	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	240.82	53.10	4.536
33	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	241.00	55.75	4.323

Fondazione

Is	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotg (θ)	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	0.40	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	98.87	4.87	20.318 (1)
3-1-P	0.40	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	98.87	5.01	19.726 (1)
4-5-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	34.86	7.091 (1)
5-1-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	22.37	11.049 (1)
6-1-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	22.34	11.064 (1)
7-5-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	34.84	7.095 (1)
8-1-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	22.33	11.067 (1)
9-1-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	22.33	11.067 (1)
10-5-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	34.84	7.095 (1)
11-1-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	22.34	11.064 (1)
12-1-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	22.37	11.049 (1)
13-5-S	1.00	0.80	0.000000	2.000	0.00	0.00	247.16	34.86	7.091 (1)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 60 di 85

Pali in c.a.

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con le massime azioni SLU.

M	N
[kNm]	[kN]
822.05	443.43

Considerando un'armatura longitudinale di 20 Ø20 risulta $M_{max} = 822 \text{ kNm} < M_{Rd} = 1074 \text{ kNm}$

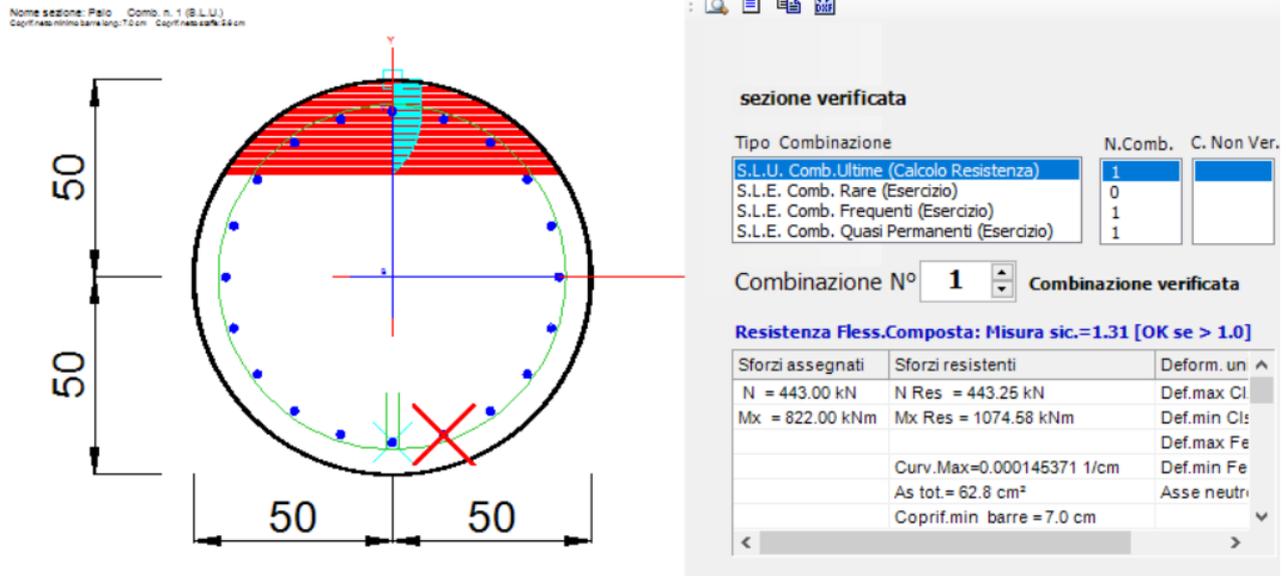


Figura 10-14: Verifica SLU pressoflessione palo Ø1000mm

La verifica a taglio sui pali circolari in c.a. viene eseguita considerando una sezione quadrata inscritta nella circonferenza. Se D è il diametro del palo, il lato della sezione quadrata sulla quale si esegue la verifica è $L = 2^{0.5}/2 D$.

Ip	Is	L [m]	Asw [mq]	s [m]	cotgθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Red} [kN]	V _{rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1	0.7071	0.000157	0.13	2.500	1070.14	709.97	709.97	293.65	2.418

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatari:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 61 di 85

10.3.5 Verifiche Stato Limite di Esercizio

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [m]
H	altezza sezione, espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [mq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [mq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [kPa]	σ_{fi} [kPa]	σ_{fs} [kPa]
1	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	1.21	2 (13)	32 (13)	36 (13)
3	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.03	2.42	5 (13)	59 (13)	77 (13)
4	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.09	3.63	9 (13)	78 (13)	127 (13)
5	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.18	4.84	13 (13)	89 (13)	185 (13)
6	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.31	6.05	19 (13)	90 (13)	253 (13)
7	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.48	7.27	25 (13)	81 (13)	331 (13)
8	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.71	8.48	32 (13)	60 (13)	422 (13)
9	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.98	9.69	41 (13)	20 (13)	529 (13)
10	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.32	10.90	51 (13)	63 (13)	658 (13)
11	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.71	12.11	65 (13)	211 (13)	815 (13)
12	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.17	13.32	82 (13)	450 (13)	1002 (13)
13	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.70	14.53	103 (13)	806 (13)	1219 (13)
14	1.00	0.50	0.000804	0.001571	3.31	15.74	127 (13)	1294 (13)	1466 (13)
15	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.00	16.95	155 (13)	1925 (13)	1740 (13)
16	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.77	18.16	186 (13)	2705 (13)	2041 (13)
17	1.00	0.50	0.000804	0.001571	5.62	19.38	221 (13)	3639 (13)	2368 (13)
18	1.00	0.50	0.000804	0.001571	6.57	20.59	260 (13)	4730 (13)	2721 (13)
19	1.00	0.50	0.000804	0.001571	7.62	21.80	303 (13)	5984 (13)	3103 (13)
20	1.00	0.50	0.000804	0.001571	8.77	23.01	349 (13)	7407 (13)	3513 (13)
21	1.00	0.50	0.000804	0.001571	10.02	24.22	400 (13)	9003 (13)	3953 (13)
22	1.00	0.50	0.000804	0.001571	11.39	25.43	455 (13)	10779 (13)	4424 (13)
23	1.00	0.50	0.000804	0.001571	12.87	26.64	514 (13)	12741 (13)	4927 (13)
24	1.00	0.50	0.000804	0.001571	14.46	27.85	579 (13)	14896 (13)	5464 (13)
25	1.00	0.50	0.000804	0.001571	16.19	29.06	647 (13)	17251 (13)	6035 (13)
26	1.00	0.50	0.000804	0.001571	18.04	30.27	721 (13)	19811 (13)	6642 (13)
27	1.00	0.50	0.000804	0.001571	20.02	31.48	800 (13)	22585 (13)	7287 (13)
28	1.00	0.50	0.000804	0.001571	22.14	32.70	885 (13)	25578 (13)	7970 (13)
29	1.00	0.50	0.000804	0.001571	24.40	33.91	974 (13)	28797 (13)	8694 (13)
30	1.00	0.50	0.000804	0.001571	26.80	35.12	1070 (13)	32250 (13)	9458 (13)
31	1.00	0.50	0.000804	0.001571	29.36	36.33	1171 (13)	35944 (13)	10265 (13)
32	1.00	0.50	0.000804	0.001571	32.07	37.54	1278 (13)	39885 (13)	11115 (13)
33	1.00	0.50	0.000804	0.001571	34.94	38.75	1391 (13)	44080 (13)	12011 (13)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 62 di 85	

Is	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-9-P	0.40	0.80	0.000603	0.000603	0.07	-0.96	47 (13)	472 (13)	2822 (13)
3-33-P	0.40	0.80	0.000603	0.000603	0.00	-1.09	45 (13)	452 (13)	2699 (13)
4-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-7.02	124 (13)	1187 (13)	8277 (13)
5-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4809 (13)
6-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
7-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-6.95	123 (13)	1174 (13)	8187 (13)
8-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
9-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
10-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-6.95	123 (13)	1174 (13)	8187 (13)
11-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
12-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4809 (13)
13-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-7.02	124 (13)	1187 (13)	8277 (13)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	1.21	2 (14)	32 (14)	36 (14)
3	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.03	2.42	5 (14)	59 (14)	77 (14)
4	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.09	3.63	9 (14)	78 (14)	127 (14)
5	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.18	4.84	13 (14)	89 (14)	185 (14)
6	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.31	6.05	19 (14)	90 (14)	253 (14)
7	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.48	7.27	25 (14)	81 (14)	331 (14)
8	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.71	8.48	32 (14)	60 (14)	422 (14)
9	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.98	9.69	41 (14)	20 (14)	529 (14)
10	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.32	10.90	51 (14)	63 (14)	658 (14)
11	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.71	12.11	65 (14)	211 (14)	815 (14)
12	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.17	13.32	82 (14)	450 (14)	1002 (14)
13	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.70	14.53	103 (14)	806 (14)	1219 (14)
14	1.00	0.50	0.000804	0.001571	3.31	15.74	127 (14)	1294 (14)	1466 (14)
15	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.00	16.95	155 (14)	1925 (14)	1740 (14)
16	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.77	18.16	186 (14)	2705 (14)	2041 (14)
17	1.00	0.50	0.000804	0.001571	5.62	19.38	221 (14)	3639 (14)	2368 (14)
18	1.00	0.50	0.000804	0.001571	6.57	20.59	260 (14)	4730 (14)	2721 (14)
19	1.00	0.50	0.000804	0.001571	7.62	21.80	303 (14)	5984 (14)	3103 (14)
20	1.00	0.50	0.000804	0.001571	8.77	23.01	349 (14)	7407 (14)	3513 (14)
21	1.00	0.50	0.000804	0.001571	10.02	24.22	400 (14)	9003 (14)	3953 (14)
22	1.00	0.50	0.000804	0.001571	11.39	25.43	455 (14)	10779 (14)	4424 (14)
23	1.00	0.50	0.000804	0.001571	12.87	26.64	514 (14)	12741 (14)	4927 (14)
24	1.00	0.50	0.000804	0.001571	14.46	27.85	579 (14)	14896 (14)	5464 (14)
25	1.00	0.50	0.000804	0.001571	16.19	29.06	647 (14)	17251 (14)	6035 (14)
26	1.00	0.50	0.000804	0.001571	18.04	30.27	721 (14)	19811 (14)	6642 (14)
27	1.00	0.50	0.000804	0.001571	20.02	31.48	800 (14)	22585 (14)	7287 (14)
28	1.00	0.50	0.000804	0.001571	22.14	32.70	885 (14)	25578 (14)	7970 (14)
29	1.00	0.50	0.000804	0.001571	24.40	33.91	974 (14)	28797 (14)	8694 (14)
30	1.00	0.50	0.000804	0.001571	26.80	35.12	1070 (14)	32250 (14)	9458 (14)
31	1.00	0.50	0.000804	0.001571	29.36	36.33	1171 (14)	35944 (14)	10265 (14)
32	1.00	0.50	0.000804	0.001571	32.07	37.54	1278 (14)	39885 (14)	11115 (14)
33	1.00	0.50	0.000804	0.001571	34.94	38.75	1391 (14)	44080 (14)	12011 (14)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-9-P	0.40	0.80	0.000603	0.000603	0.07	-0.96	47 (13)	472 (13)	2822 (13)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ CODIFICA CLNV062 DOCUMENTO 0005 REV. A FOGLIO. 63 di 85

Is	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
3-33-P	0.40	0.80	0.000603	0.000603	0.00	-1.09	45 (13)	452 (13)	2699 (13)
4-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-7.02	124 (13)	1187 (13)	8277 (13)
5-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4809 (13)
6-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
7-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-6.95	123 (13)	1174 (13)	8187 (13)
8-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
9-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
10-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-6.95	123 (13)	1174 (13)	8187 (13)
11-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
12-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4809 (13)
13-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-7.02	124 (13)	1187 (13)	8277 (13)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.00	1.21	2 (15)	32 (15)	36 (15)
3	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.03	2.42	5 (15)	59 (15)	77 (15)
4	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.09	3.63	9 (15)	78 (15)	127 (15)
5	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.18	4.84	13 (15)	89 (15)	185 (15)
6	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.31	6.05	19 (15)	90 (15)	253 (15)
7	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.48	7.27	25 (15)	81 (15)	331 (15)
8	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.71	8.48	32 (15)	60 (15)	422 (15)
9	1.00	0.50	0.000804	0.001571	0.98	9.69	41 (15)	20 (15)	529 (15)
10	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.32	10.90	51 (15)	63 (15)	658 (15)
11	1.00	0.50	0.000804	0.001571	1.71	12.11	65 (15)	211 (15)	815 (15)
12	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.17	13.32	82 (15)	450 (15)	1002 (15)
13	1.00	0.50	0.000804	0.001571	2.70	14.53	103 (15)	806 (15)	1219 (15)
14	1.00	0.50	0.000804	0.001571	3.31	15.74	127 (15)	1294 (15)	1466 (15)
15	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.00	16.95	155 (15)	1925 (15)	1740 (15)
16	1.00	0.50	0.000804	0.001571	4.77	18.16	186 (15)	2705 (15)	2041 (15)
17	1.00	0.50	0.000804	0.001571	5.62	19.38	221 (15)	3639 (15)	2368 (15)
18	1.00	0.50	0.000804	0.001571	6.57	20.59	260 (15)	4730 (15)	2721 (15)
19	1.00	0.50	0.000804	0.001571	7.62	21.80	303 (15)	5984 (15)	3103 (15)
20	1.00	0.50	0.000804	0.001571	8.77	23.01	349 (15)	7407 (15)	3513 (15)
21	1.00	0.50	0.000804	0.001571	10.02	24.22	400 (15)	9003 (15)	3953 (15)
22	1.00	0.50	0.000804	0.001571	11.39	25.43	455 (15)	10779 (15)	4424 (15)
23	1.00	0.50	0.000804	0.001571	12.87	26.64	514 (15)	12741 (15)	4927 (15)
24	1.00	0.50	0.000804	0.001571	14.46	27.85	579 (15)	14896 (15)	5464 (15)
25	1.00	0.50	0.000804	0.001571	16.19	29.06	647 (15)	17251 (15)	6035 (15)
26	1.00	0.50	0.000804	0.001571	18.04	30.27	721 (15)	19811 (15)	6642 (15)
27	1.00	0.50	0.000804	0.001571	20.02	31.48	800 (15)	22585 (15)	7287 (15)
28	1.00	0.50	0.000804	0.001571	22.14	32.70	885 (15)	25578 (15)	7970 (15)
29	1.00	0.50	0.000804	0.001571	24.40	33.91	974 (15)	28797 (15)	8694 (15)
30	1.00	0.50	0.000804	0.001571	26.80	35.12	1070 (15)	32250 (15)	9458 (15)
31	1.00	0.50	0.000804	0.001571	29.36	36.33	1171 (15)	35944 (15)	10265 (15)
32	1.00	0.50	0.000804	0.001571	32.07	37.54	1278 (15)	39885 (15)	11115 (15)
33	1.00	0.50	0.000804	0.001571	34.94	38.75	1391 (15)	44080 (15)	12011 (15)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-9-P	0.40	0.80	0.000603	0.000603	0.07	-0.96	47 (13)	472 (13)	2822 (13)
3-33-P	0.40	0.80	0.000603	0.000603	0.00	-1.09	45 (13)	452 (13)	2699 (13)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 64 di 85	

Is	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
4-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-7.02	124 (13)	1187 (13)	8277 (13)
5-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4809 (13)
6-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
7-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-6.95	123 (13)	1174 (13)	8187 (13)
8-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
9-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
10-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-6.95	123 (13)	1174 (13)	8187 (13)
11-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4808 (13)
12-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.04	-3.89	72 (13)	689 (13)	4809 (13)
13-4-S	1.00	0.80	0.001206	0.001206	0.00	-7.02	124 (13)	1187 (13)	8277 (13)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Af	area ferri zona tesa espressa in [mq]
Aeff	area efficace espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]
ε	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [m]
w	apertura delle fessure espressa in [m]

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (14)
2	1.00	0.50	0.001571	0.127503	0.00	177.04	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
3	1.00	0.50	0.001571	0.127458	0.03	177.15	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
4	1.00	0.50	0.001571	0.127413	0.09	177.25	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
5	1.00	0.50	0.001571	0.127367	0.18	177.35	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
6	1.00	0.50	0.001571	0.127322	0.31	177.45	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
7	1.00	0.50	0.001571	0.127277	0.48	177.55	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
8	1.00	0.50	0.001571	0.127232	0.71	177.66	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
9	1.00	0.50	0.001571	0.127187	0.98	177.76	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
10	1.00	0.50	0.001571	0.127142	1.32	177.86	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
11	1.00	0.50	0.001571	0.127096	1.71	177.97	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
12	1.00	0.50	0.001571	0.127051	2.17	178.06	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
13	1.00	0.50	0.001571	0.127006	2.70	178.17	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
14	1.00	0.50	0.001571	0.126961	3.31	178.27	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
15	1.00	0.50	0.001571	0.126916	4.00	178.37	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
16	1.00	0.50	0.001571	0.126871	4.77	178.48	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
17	1.00	0.50	0.001571	0.126826	5.62	178.58	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
18	1.00	0.50	0.001571	0.126781	6.57	178.68	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
19	1.00	0.50	0.001571	0.126736	7.62	178.79	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
20	1.00	0.50	0.001571	0.126691	8.77	178.89	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
21	1.00	0.50	0.001571	0.126645	10.02	178.99	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
22	1.00	0.50	0.001571	0.126600	11.39	179.09	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
23	1.00	0.50	0.001571	0.126555	12.87	179.20	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
24	1.00	0.50	0.001571	0.126510	14.46	179.30	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
25	1.00	0.50	0.001571	0.126465	16.19	179.41	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
26	1.00	0.50	0.001571	0.126420	18.04	179.50	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
27	1.00	0.50	0.001571	0.126375	20.02	179.61	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
28	1.00	0.50	0.001571	0.126330	22.14	179.71	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
29	1.00	0.50	0.001571	0.126285	24.40	179.81	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
30	1.00	0.50	0.001571	0.126240	26.80	179.92	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
31	1.00	0.50	0.001571	0.126195	29.36	180.02	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
32	1.00	0.50	0.001571	0.126151	32.07	180.12	0.000000	0.000000	0.000000 (14)
33	1.00	0.50	0.001571	0.126106	34.94	180.22	0.000000	0.000000	0.000000 (14)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 65 di 85	

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

Is	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [m]	w [m]
1-1-P	0.40	0.80	0.000603	0.058000	-0.05	-147.22	0.000000	0.000000	0.000000
3-1-P	0.40	0.80	0.000603	0.058000	-0.21	-147.22	0.000000	0.000000	0.000000
4-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.02	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
5-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
6-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
7-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.05	359.92	0.000000	0.000000	0.000000
8-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
9-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
10-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.05	359.92	0.000000	0.000000	0.000000
11-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
12-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000
13-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.02	-359.92	0.000000	0.000000	0.000000

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [m]	w [m]
1	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (15)
2	1.00	0.50	0.001571	0.127503	0.00	177.04	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
3	1.00	0.50	0.001571	0.127458	0.03	177.15	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
4	1.00	0.50	0.001571	0.127413	0.09	177.25	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
5	1.00	0.50	0.001571	0.127367	0.18	177.35	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
6	1.00	0.50	0.001571	0.127322	0.31	177.45	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
7	1.00	0.50	0.001571	0.127277	0.48	177.55	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
8	1.00	0.50	0.001571	0.127232	0.71	177.66	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
9	1.00	0.50	0.001571	0.127187	0.98	177.76	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
10	1.00	0.50	0.001571	0.127142	1.32	177.86	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
11	1.00	0.50	0.001571	0.127096	1.71	177.97	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
12	1.00	0.50	0.001571	0.127051	2.17	178.06	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
13	1.00	0.50	0.001571	0.127006	2.70	178.17	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
14	1.00	0.50	0.001571	0.126961	3.31	178.27	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
15	1.00	0.50	0.001571	0.126916	4.00	178.37	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
16	1.00	0.50	0.001571	0.126871	4.77	178.48	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
17	1.00	0.50	0.001571	0.126826	5.62	178.58	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
18	1.00	0.50	0.001571	0.126781	6.57	178.68	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
19	1.00	0.50	0.001571	0.126736	7.62	178.79	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
20	1.00	0.50	0.001571	0.126691	8.77	178.89	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
21	1.00	0.50	0.001571	0.126645	10.02	178.99	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
22	1.00	0.50	0.001571	0.126600	11.39	179.09	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
23	1.00	0.50	0.001571	0.126555	12.87	179.20	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
24	1.00	0.50	0.001571	0.126510	14.46	179.30	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
25	1.00	0.50	0.001571	0.126465	16.19	179.41	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
26	1.00	0.50	0.001571	0.126420	18.04	179.50	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
27	1.00	0.50	0.001571	0.126375	20.02	179.61	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
28	1.00	0.50	0.001571	0.126330	22.14	179.71	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
29	1.00	0.50	0.001571	0.126285	24.40	179.81	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
30	1.00	0.50	0.001571	0.126240	26.80	179.92	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
31	1.00	0.50	0.001571	0.126195	29.36	180.02	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
32	1.00	0.50	0.001571	0.126151	32.07	180.12	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
33	1.00	0.50	0.001571	0.126106	34.94	180.22	0.000000	0.000000	0.000000 (15)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

Is	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [m]	w [m]
1-1-P	0.40	0.80	0.000603	0.058000	-0.05	-147.22	0.000000	0.000000	0.000000

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	66 di 85

Is	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
3-1-P	0.40	0.80	0.000603	0.058000	-0.21	-147.22	0.000000	0.00000	0.000000
4-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.02	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
5-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
6-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
7-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.05	359.92	0.000000	0.00000	0.000000
8-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
9-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
10-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.05	359.92	0.000000	0.00000	0.000000
11-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
12-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	-0.11	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000
13-1-S	1.00	0.80	0.001206	0.145000	0.02	-359.92	0.000000	0.00000	0.000000

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 67 di 85	

10.4 SEZIONE 2 – MURO DI SOSTEGNO SU FONDAZIONE DIRETTA

10.4.1 Spinte e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	69.17	21.33	64.43	25.16	2.20	-2.19
	Peso/Inerzia muro			0.00	77.50/0.00	0.20	-2.45
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	186.89/0.00	1.10	-1.57
8	Spinta statica	45.55	17.35	43.47	13.58	2.20	-2.35
	Incremento di spinta sismica		2.43	2.32	0.72	2.20	-2.42
	Peso/Inerzia muro			1.67	77.50/0.83	0.20	-2.45
	Peso/Inerzia terrapieno			2.94	136.29/1.47	1.10	-1.57

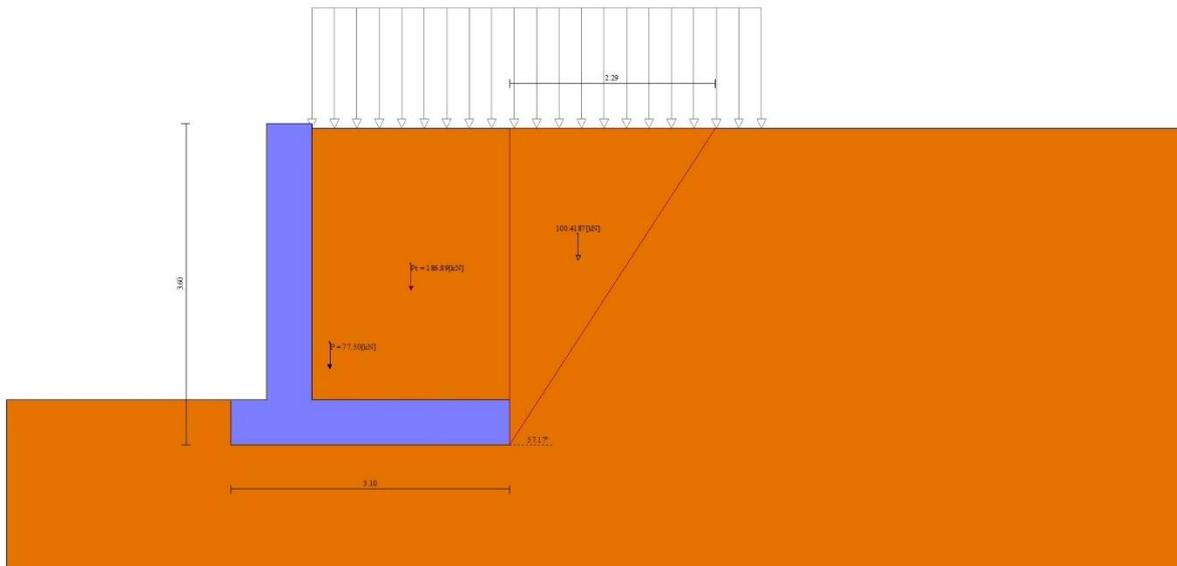


Figura 10-15: Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 68 di 85

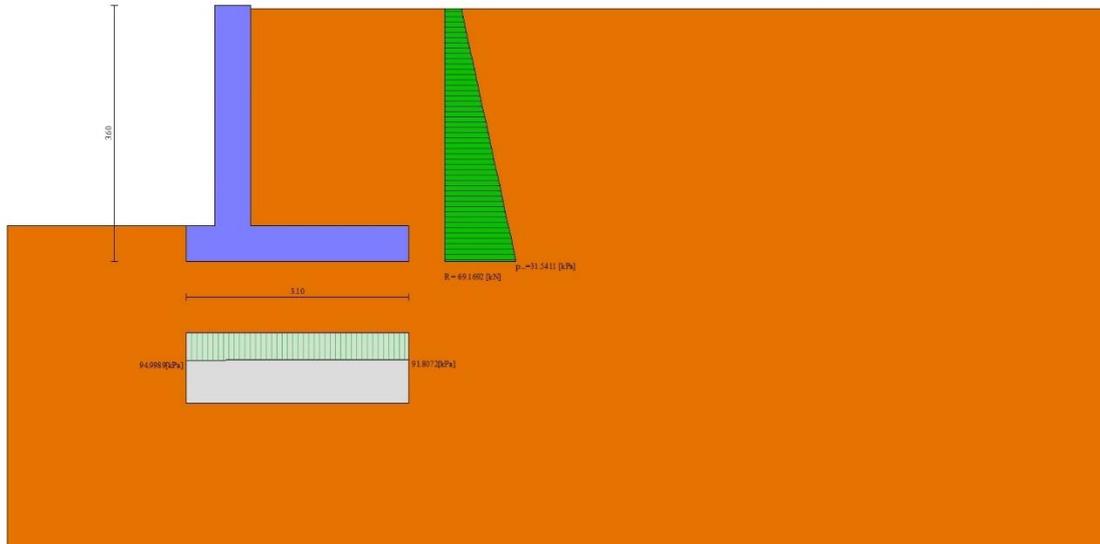


Figura 10-16: Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R1)	289.55	64.43	90.78	537.02	0.009
2 - STR (A1-M1-R1)	230.26	40.90	52.97	405.62	0.019
3 - STR (A1-M1-R1)	225.37	40.16	55.95	400.87	0.020
4 - STR (A1-M1-R1)	351.05	64.43	90.78	639.09	-0.012
5 - STR (A1-M1-R1)	327.80	64.43	90.78	613.52	-0.045
6 - STR (A1-M1-R1)	312.80	64.43	90.78	562.60	0.042
7 - GEO (A2-M2-R2)	276.01	65.37	93.04	504.73	0.058
8 - GEO (A2-M2-R2)	230.40	50.40	64.78	406.03	0.069
9 - GEO (A2-M2-R2)	225.50	49.46	67.53	401.27	0.070
10 - EQU	266.97	73.86	105.82	496.54	0.086
11 - EQU	230.40	50.40	64.78	406.03	0.069
12 - EQU	225.50	49.46	67.53	401.27	0.070
13 - ECC	269.68	84.15	290.91	490.72	0.809
14 - SLEF	268.07	48.86	68.59	487.38	-0.012
15 - SLEF	255.29	44.32	60.52	459.87	-0.014
16 - SLEQ	216.97	30.67	36.30	377.36	-0.022
17 - SLEQ	218.42	33.78	41.11	380.27	-0.003
18 - SLEQ	216.07	33.44	42.56	378.03	-0.003

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandatari:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGGIO.	IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 69 di 85

10.4.2 Verifiche geotecniche

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
13 - ECC	105.31	0.00	0.00	--	--	105.31	84.15	1.251
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	70.44	0.00	0.00	--	--	70.44	49.46	1.424

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	276.01	407.30	407.30	1.476
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	230.40	433.49	433.49	1.881

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _y N _y , viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
7	23.180	0.726	1.052	--	--	1.005	--	--	--	0.863	0.952
	12.588	0.726	1.026	--	--	1.003	--	--			
	8.790	0.248	1.026	--	--	1.003	--	--			
8	23.180	0.745	1.052	--	--	1.005	--	--	--	0.851	0.952
	12.588	0.745	1.026	--	--	1.003	--	--			
	8.790	0.287	1.026	--	--	1.003	--	--			

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
7	0.50	3.10	2.51	19.00	26.56	0

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 70 di 85

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
8	0.50	3.10	2.51	19.00	26.56	0

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
13 - ECC	490.72	290.91	1.687
12 - EQU H - V	401.27	67.53	5.942

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 1.50	6.03	1.460
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.00; 2.00	6.46	1.598

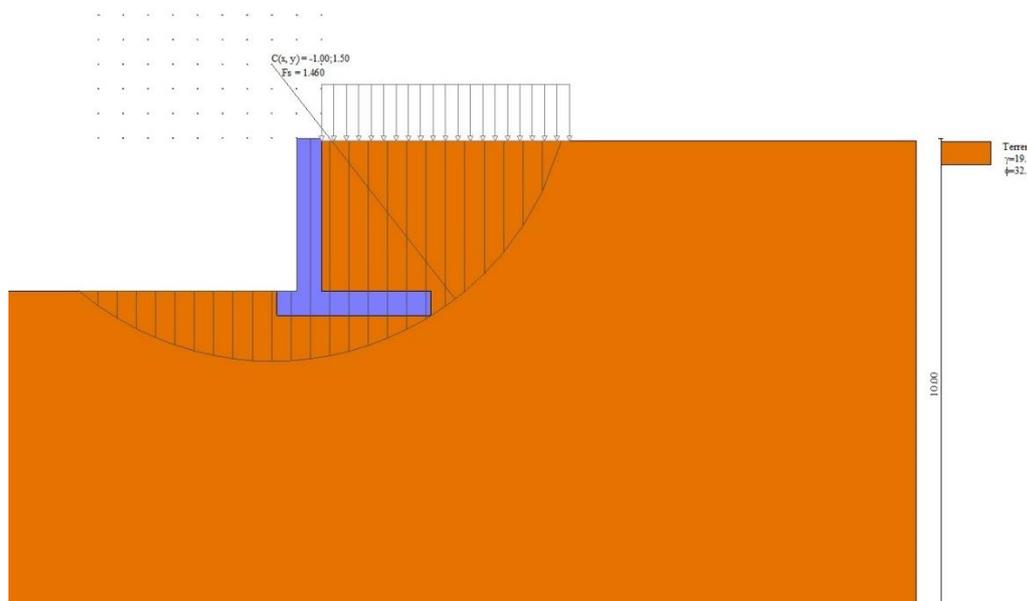


Figura 10-17: Stabilità globale - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 71 di 85

10.4.3 Verifiche strutturali

Si riportano i diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione agenti sul muro allo stato limite ultimo (SLU).

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	0.00	35.00
2	-0.10	1.24	1.63	0.01	36.33	0.00	38.53
3	-0.20	2.47	3.25	0.06	39.54	0.00	42.32
4	-0.30	3.71	4.87	0.15	43.46	0.01	46.46
5	-0.40	4.95	6.50	0.30	48.09	0.04	51.04
6	-0.50	6.18	8.13	0.50	53.26	0.07	56.10
7	-0.60	7.42	9.75	0.74	57.58	0.14	61.65
8	-0.70	8.66	11.37	1.03	60.80	0.22	67.58
9	-0.80	9.89	13.00	1.37	63.41	0.34	73.80
10	-0.90	11.13	14.63	1.76	65.53	0.50	80.25
11	-1.00	12.37	16.25	2.20	67.34	0.70	86.89
12	-1.10	13.60	17.88	2.69	68.88	0.94	93.71
13	-1.20	14.84	19.50	3.22	70.24	1.24	100.66
14	-1.30	16.07	21.13	3.81	71.44	1.59	107.75
15	-1.40	17.31	22.75	4.44	72.53	2.00	114.95
16	-1.50	18.55	24.38	5.12	73.52	2.48	122.25
17	-1.60	19.78	26.00	5.85	74.43	3.02	129.65
18	-1.70	21.02	27.63	6.63	75.26	3.65	137.13
19	-1.80	22.26	29.25	7.46	76.04	4.35	144.70
20	-1.90	23.49	30.88	8.33	76.77	5.14	152.34
21	-2.00	24.73	32.50	9.26	77.46	6.02	160.05
22	-2.10	25.97	34.13	10.23	78.12	6.99	167.83
23	-2.20	27.20	35.75	11.25	78.74	8.07	175.68
24	-2.30	28.44	37.38	12.32	79.33	9.25	183.58
25	-2.40	29.68	39.00	13.44	79.90	10.53	191.54
26	-2.50	30.91	40.63	14.61	80.44	11.94	199.56
27	-2.60	32.15	42.25	15.83	80.97	13.46	207.63
28	-2.70	33.39	43.88	17.09	81.49	15.10	215.75
29	-2.80	34.62	45.50	18.41	82.05	16.88	223.93
30	-2.90	35.86	47.13	19.77	82.68	18.79	232.16
31	-3.00	37.10	48.75	21.18	83.38	20.83	240.47
32	-3.10	38.33	50.38	22.64	84.15	23.02	248.84

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 72 di 85

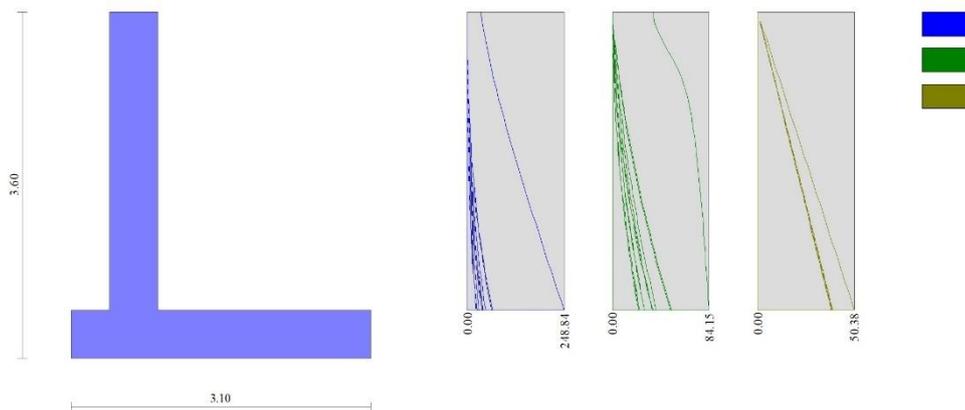


Figura 10-18: Involuppo Momento flettente (blu), Sforzo di Taglio (verde), Sforzo normale (giallo) – Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	0.00	5.46	22.47	0.27	1.13
3	-0.70	0.00	0.00	10.94	43.85	1.09	4.46
4	-0.60	0.00	0.00	16.44	64.14	2.46	9.87
5	-0.50	0.00	0.00	21.96	83.33	4.38	17.25
6	0.00	0.00	0.00	-104.99	0.88	-178.43	2.67
7	0.10	0.00	0.00	-111.84	1.05	-169.86	2.58
8	0.20	0.00	0.00	-117.60	1.19	-160.65	2.47
9	0.30	0.00	0.00	-76.76	1.31	-107.70	2.34
10	0.40	0.00	0.00	-80.34	1.41	-99.83	2.20
11	0.50	0.00	0.00	-82.82	1.50	-91.67	2.06
12	0.60	0.00	0.00	-84.21	1.56	-83.31	1.90
13	0.70	0.00	0.00	-84.51	1.61	-74.86	1.75
14	0.80	0.00	0.00	-83.72	1.64	-66.44	1.58
15	0.90	0.00	0.00	-81.83	1.64	-58.16	1.42
16	1.00	0.00	0.00	-78.86	1.63	-50.11	1.26
17	1.10	0.00	0.00	-74.79	1.60	-42.42	1.09
18	1.20	0.00	0.00	-69.63	1.55	-35.19	0.94
19	1.30	0.00	0.00	-63.38	1.48	-28.53	0.78
20	1.40	0.00	0.00	-56.36	1.40	-22.54	0.64
21	1.50	0.00	0.00	-49.32	1.29	-17.26	0.51
22	1.60	0.00	0.00	-42.27	1.16	-12.68	0.38
23	1.70	0.00	0.00	-35.23	1.02	-8.81	0.27
24	1.80	0.00	0.00	-28.18	0.85	-5.64	0.18
25	1.90	0.00	0.00	-21.14	0.67	-3.17	0.10
26	2.00	0.00	0.00	-14.09	0.46	-1.41	0.05
27	2.10	0.00	0.00	-7.05	0.24	-0.35	0.01
28	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CLNV062</td> <td>0005</td> <td>A</td> <td>73 di 85</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CLNV062	0005	A	73 di 85
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CLNV062	0005	A	73 di 85													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo																		

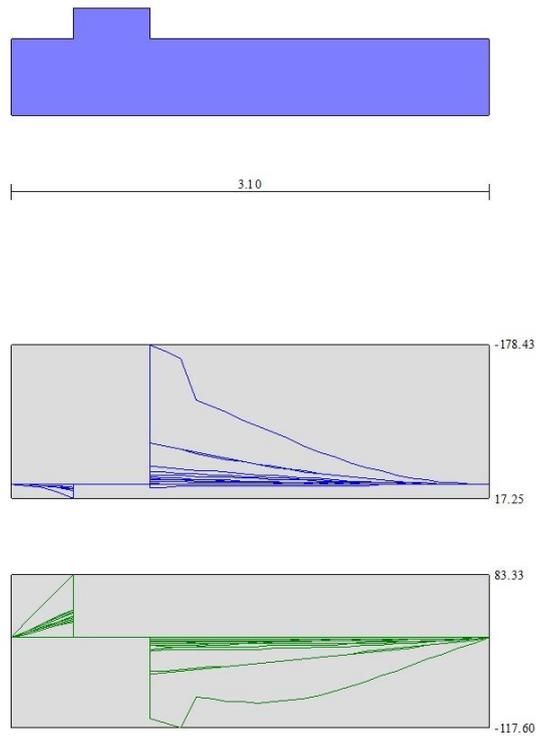


Figura 10-19: Involuppo Momento flettente (blu), Sforzo di Taglio (verde) – Fondazione

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 74 di 85

10.4.4 Verifiche Stato Limite Ultimo

A seguire si riporta l'esito delle verifiche di sicurezza eseguite, considerando le seguenti armature principali, per paramento e fondazione.

	<i>Superiore</i>	<i>Inferiore</i>
Paramento	5 Ø20/m	5 Ø16/m
Fondazione	5 Ø16/m	5 Ø16/m

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori espresso in [mq]
Afs	area ferri superiori espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1.00	0.50	0.001005	0.001571	35.00	0.00	299.88	0.00	8.568
2	1.00	0.50	0.001005	0.001571	38.53	1.25	300.14	1.25	7.789
3	1.00	0.50	0.001005	0.001571	42.32	2.50	300.41	2.50	7.099
4	1.00	0.50	0.001005	0.001571	46.46	3.75	300.67	3.75	6.471
5	1.00	0.50	0.001005	0.001571	51.04	5.00	300.93	5.00	5.897
6	1.00	0.50	0.001005	0.001571	56.10	6.25	301.20	6.25	5.369
7	1.00	0.50	0.001005	0.001571	61.65	7.50	301.46	7.50	4.889
8	1.00	0.50	0.001005	0.001571	67.58	8.75	301.72	8.75	4.465
9	1.00	0.50	0.001005	0.001571	73.80	10.00	301.99	10.00	4.092
10	1.00	0.50	0.001005	0.001571	80.25	11.25	302.25	11.25	3.766
11	1.00	0.50	0.001005	0.001571	86.89	12.50	302.51	12.50	3.481
12	1.00	0.50	0.001005	0.001571	93.71	13.75	302.78	13.75	3.231
13	1.00	0.50	0.001005	0.001571	100.66	15.00	303.04	15.00	3.010
14	1.00	0.50	0.001005	0.001571	107.75	16.25	303.30	16.25	2.815
15	1.00	0.50	0.001005	0.001571	114.95	17.50	303.57	17.50	2.641
16	1.00	0.50	0.001005	0.001571	122.25	18.75	303.83	18.75	2.485
17	1.00	0.50	0.001005	0.001571	129.65	20.00	304.09	20.00	2.346
18	1.00	0.50	0.001005	0.001571	137.13	21.25	304.36	21.25	2.219
19	1.00	0.50	0.001005	0.001571	144.70	22.50	304.62	22.50	2.105
20	1.00	0.50	0.001005	0.001571	152.34	23.75	304.88	23.75	2.001
21	1.00	0.50	0.001005	0.001571	160.05	25.00	305.15	25.00	1.907
22	1.00	0.50	0.001005	0.003142	167.83	26.25	586.57	26.25	3.495
23	1.00	0.50	0.001005	0.001571	175.68	27.50	305.67	27.50	1.740
24	1.00	0.50	0.002011	0.001571	183.58	28.75	306.82	28.75	1.671
25	1.00	0.50	0.001005	0.001571	191.54	30.00	306.20	30.00	1.599
26	1.00	0.50	0.001005	0.001571	199.56	31.25	306.46	31.25	1.536
27	1.00	0.50	0.001005	0.001571	207.63	32.50	306.73	32.50	1.477
28	1.00	0.50	0.001005	0.001571	215.75	33.75	306.99	33.75	1.423
29	1.00	0.50	0.001005	0.001571	223.93	35.00	307.25	35.00	1.372
30	1.00	0.50	0.001005	0.001571	232.16	36.25	307.52	36.25	1.325
31	1.00	0.50	0.001005	0.001571	240.47	37.50	307.78	37.50	1.280
32	1.00	0.50	0.001005	0.001571	248.84	38.75	308.04	38.75	1.238

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 75 di 85	

Fondazione

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	1.00	0.50	0.001005	0.001005	1.13	0.00	194.21	0.00	171.475
3	1.00	0.50	0.001005	0.001005	4.46	0.00	194.21	0.00	43.569
4	1.00	0.50	0.001005	0.001005	9.87	0.00	194.21	0.00	19.685
5	1.00	0.50	0.001005	0.001005	17.25	0.00	194.21	0.00	11.260
6	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-178.43	0.00	-194.21	0.00	1.088
7	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-169.86	0.00	-194.21	0.00	1.143
8	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-160.65	0.00	-194.21	0.00	1.209
9	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-107.70	0.00	-194.21	0.00	1.803
10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-99.83	0.00	-194.21	0.00	1.945
11	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-91.67	0.00	-194.21	0.00	2.119
12	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-83.31	0.00	-194.21	0.00	2.331
13	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-74.86	0.00	-194.21	0.00	2.594
14	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-66.44	0.00	-194.21	0.00	2.923
15	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-58.16	0.00	-194.21	0.00	3.340
16	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-50.11	0.00	-194.21	0.00	3.876
17	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-42.42	0.00	-194.21	0.00	4.578
18	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-35.19	0.00	-194.21	0.00	5.519
19	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-28.53	0.00	-194.21	0.00	6.807
20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-22.54	0.00	-194.21	0.00	8.615
21	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-17.26	0.00	-194.21	0.00	11.252
22	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-12.68	0.00	-194.21	0.00	15.315
23	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-8.81	0.00	-194.21	0.00	22.054
24	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.64	0.00	-194.21	0.00	34.459
25	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.17	0.00	-194.21	0.00	61.261
26	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.41	0.00	-194.21	0.00	137.838
27	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.35	0.00	-194.21	0.00	551.350
28	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [mq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	241.92	35.00	6.912
2	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	242.08	36.33	6.663
3	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	242.25	39.54	6.128
4	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	242.42	43.46	5.578
5	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	242.59	48.09	5.044
6	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	242.76	53.26	4.558
7	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	242.93	57.58	4.219
8	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	243.10	60.80	3.998
9	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	243.27	63.41	3.836
10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	243.43	65.53	3.715
11	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	243.60	67.34	3.618
12	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	243.77	68.88	3.539
13	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	243.94	70.24	3.473
14	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	244.11	71.44	3.417
15	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	244.28	72.53	3.368
16	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	244.45	73.52	3.325
17	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	244.62	74.43	3.287
18	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	244.78	75.26	3.252
19	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	244.95	76.04	3.221
20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	245.12	76.77	3.193
21	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	245.29	77.46	3.167

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IB0U 1BEZZ CLNV062 0005 A 76 di 85	

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
22	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	287.06	78.12	3.675
23	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	245.63	78.74	3.120
24	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	273.88	79.33	3.452
25	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	245.97	79.90	3.078
26	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	246.13	80.44	3.060
27	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	246.30	80.97	3.042
28	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	246.47	81.49	3.025
29	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	246.64	82.05	3.006
30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	246.81	82.68	2.985
31	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	246.98	83.38	2.962
32	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	247.15	84.15	2.937

Fondazione

n°	B [m]	H [m]	A _{sw} [mq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	0.00	100.000
2	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-22.47	9.006
3	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-43.85	4.615
4	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-64.14	3.155
5	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-83.33	2.429
6	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-104.99	1.928
7	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-111.84	1.809
8	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-117.60	1.721
9	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-76.76	2.636
10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-80.34	2.519
11	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-82.82	2.444
12	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-84.21	2.403
13	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-84.51	2.395
14	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-83.72	2.417
15	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-81.83	2.473
16	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-78.86	2.566
17	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-74.79	2.706
18	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-69.63	2.906
19	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-63.38	3.193
20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-56.36	3.591
21	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-49.32	4.104
22	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-42.27	4.787
23	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-35.23	5.745
24	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-28.18	7.181
25	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-21.14	9.575
26	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-14.09	14.362
27	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	-7.05	28.725
28	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	202.37	0.00	100.000

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatari:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 77 di 85

10.4.5 Verifiche Stato Limite di Esercizio

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [m]
H	altezza sezione, espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [mq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [mq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [kPa]	σ_{fi} [kPa]	σ_{fs} [kPa]
1	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.01	1.25	3 (14)	32 (14)	37 (14)
3	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.06	2.50	6 (14)	53 (14)	86 (14)
4	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.17	3.75	11 (14)	61 (14)	150 (14)
5	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.35	5.00	17 (14)	53 (14)	228 (14)
6	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.59	6.25	25 (14)	27 (14)	325 (14)
7	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.91	7.50	35 (14)	42 (14)	447 (14)
8	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.31	8.75	49 (14)	194 (14)	603 (14)
9	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.78	10.00	66 (14)	468 (14)	796 (14)
10	1.00	0.50	0.001005	0.001571	2.35	11.25	88 (14)	895 (14)	1024 (14)
11	1.00	0.50	0.001005	0.001571	3.01	12.50	115 (14)	1487 (14)	1284 (14)
12	1.00	0.50	0.001005	0.001571	3.77	13.75	145 (14)	2251 (14)	1574 (14)
13	1.00	0.50	0.001005	0.001571	4.62	15.00	180 (14)	3190 (14)	1893 (14)
14	1.00	0.50	0.001005	0.001571	5.59	16.25	218 (14)	4309 (14)	2243 (14)
15	1.00	0.50	0.001005	0.001571	6.67	17.50	262 (14)	5614 (14)	2624 (14)
16	1.00	0.50	0.001005	0.001571	7.86	18.75	309 (14)	7110 (14)	3037 (14)
17	1.00	0.50	0.001005	0.001571	9.18	20.00	362 (14)	8804 (14)	3484 (14)
18	1.00	0.50	0.001005	0.001571	10.62	21.25	419 (14)	10703 (14)	3966 (14)
19	1.00	0.50	0.001005	0.001571	12.20	22.50	481 (14)	12815 (14)	4484 (14)
20	1.00	0.50	0.001005	0.001571	13.91	23.75	548 (14)	15145 (14)	5040 (14)
21	1.00	0.50	0.001005	0.001571	15.76	25.00	621 (14)	17703 (14)	5635 (14)
22	1.00	0.50	0.001005	0.003142	17.76	26.25	566 (14)	10894 (14)	5851 (14)
23	1.00	0.50	0.001005	0.001571	19.91	27.50	784 (14)	23530 (14)	6948 (14)
24	1.00	0.50	0.002011	0.001571	22.21	28.75	819 (14)	26751 (14)	6968 (14)
25	1.00	0.50	0.001005	0.001571	24.68	30.00	970 (14)	30355 (14)	8433 (14)
26	1.00	0.50	0.001005	0.001571	27.31	31.25	1073 (14)	34161 (14)	9244 (14)
27	1.00	0.50	0.001005	0.001571	30.12	32.50	1182 (14)	38240 (14)	10102 (14)
28	1.00	0.50	0.001005	0.001571	33.09	33.75	1298 (14)	42600 (14)	11009 (14)
29	1.00	0.50	0.001005	0.001571	36.25	35.00	1421 (14)	47247 (14)	11965 (14)
30	1.00	0.50	0.001005	0.001571	39.59	36.25	1551 (14)	52190 (14)	12973 (14)
31	1.00	0.50	0.001005	0.001571	43.13	37.50	1688 (14)	57437 (14)	14034 (14)
32	1.00	0.50	0.001005	0.001571	46.86	38.75	1833 (14)	62995 (14)	15149 (14)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 78 di 85

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.36	0.00	16 (14)	879 (14)	97 (14)
3	1.00	0.50	0.001005	0.001005	1.44	0.00	65 (14)	3520 (14)	390 (14)
4	1.00	0.50	0.001005	0.001005	3.24	0.00	147 (14)	7924 (14)	878 (14)
5	1.00	0.50	0.001005	0.001005	5.77	0.00	262 (14)	14096 (14)	1561 (14)
6	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.01	0.00	318 (14)	1897 (14)	17128 (14)
7	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-6.29	0.00	285 (14)	1702 (14)	15368 (14)
8	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.62	0.00	255 (14)	1520 (14)	13724 (14)
9	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.99	0.00	226 (14)	1350 (14)	12192 (14)
10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.41	0.00	200 (14)	1193 (14)	10768 (14)
11	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.87	0.00	175 (14)	1047 (14)	9449 (14)
12	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.37	0.00	153 (14)	912 (14)	8232 (14)
13	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.91	0.00	132 (14)	788 (14)	7114 (14)
14	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.49	0.00	113 (14)	675 (14)	6092 (14)
15	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.11	0.00	96 (14)	572 (14)	5162 (14)
16	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.77	0.00	80 (14)	479 (14)	4320 (14)
17	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.46	0.00	66 (14)	395 (14)	3565 (14)
18	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.18	0.00	54 (14)	320 (14)	2893 (14)
19	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.94	0.00	43 (14)	255 (14)	2299 (14)
20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.73	0.00	33 (14)	197 (14)	1782 (14)
21	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.55	0.00	25 (14)	148 (14)	1338 (14)
22	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.39	0.00	18 (14)	107 (14)	964 (14)
23	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.27	0.00	12 (14)	73 (14)	656 (14)
24	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.17	0.00	8 (14)	46 (14)	411 (14)
25	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.09	0.00	4 (14)	25 (14)	226 (14)
26	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.04	0.00	2 (14)	11 (14)	98 (14)
27	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.01	0.00	0 (14)	0 (1)	24 (14)
28	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.00	1.25	3 (15)	33 (15)	37 (15)
3	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.05	2.50	6 (15)	57 (15)	83 (15)
4	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.13	3.75	10 (15)	70 (15)	140 (15)
5	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.27	5.00	15 (15)	71 (15)	209 (15)
6	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.46	6.25	22 (15)	59 (15)	292 (15)
7	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.72	7.50	30 (15)	31 (15)	391 (15)
8	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.04	8.75	40 (15)	37 (15)	513 (15)
9	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.42	10.00	53 (15)	174 (15)	665 (15)
10	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.89	11.25	70 (15)	416 (15)	851 (15)
11	1.00	0.50	0.001005	0.001571	2.43	12.50	91 (15)	791 (15)	1071 (15)
12	1.00	0.50	0.001005	0.001571	3.06	13.75	116 (15)	1317 (15)	1321 (15)
13	1.00	0.50	0.001005	0.001571	3.78	15.00	145 (15)	2003 (15)	1600 (15)
14	1.00	0.50	0.001005	0.001571	4.59	16.25	177 (15)	2854 (15)	1908 (15)
15	1.00	0.50	0.001005	0.001571	5.50	17.50	214 (15)	3875 (15)	2244 (15)
16	1.00	0.50	0.001005	0.001571	6.52	18.75	255 (15)	5071 (15)	2609 (15)
17	1.00	0.50	0.001005	0.001571	7.64	20.00	300 (15)	6446 (15)	3005 (15)
18	1.00	0.50	0.001005	0.001571	8.88	21.25	349 (15)	8009 (15)	3432 (15)
19	1.00	0.50	0.001005	0.001571	10.24	22.50	403 (15)	9764 (15)	3892 (15)
20	1.00	0.50	0.001005	0.001571	11.72	23.75	462 (15)	11720 (15)	4385 (15)
21	1.00	0.50	0.001005	0.001571	13.33	25.00	526 (15)	13884 (15)	4914 (15)
22	1.00	0.50	0.001005	0.003142	15.07	26.25	485 (15)	8717 (15)	5092 (15)
23	1.00	0.50	0.001005	0.001571	16.95	27.50	668 (15)	18863 (15)	6084 (15)
24	1.00	0.50	0.002011	0.001571	18.97	28.75	700 (15)	21618 (15)	6125 (15)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ CODIFICA CLNV062 DOCUMENTO 0005 REV. A FOGLIO. 79 di 85

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
25	1.00	0.50	0.001005	0.001571	21.14	30.00	833 (15)	24761 (15)	7413 (15)
26	1.00	0.50	0.001005	0.001571	23.47	31.25	924 (15)	28073 (15)	8139 (15)
27	1.00	0.50	0.001005	0.001571	25.95	32.50	1021 (15)	31638 (15)	8910 (15)
28	1.00	0.50	0.001005	0.001571	28.60	33.75	1124 (15)	35464 (15)	9725 (15)
29	1.00	0.50	0.001005	0.001571	31.41	35.00	1234 (15)	39557 (15)	10587 (15)
30	1.00	0.50	0.001005	0.001571	34.39	36.25	1350 (15)	43925 (15)	11496 (15)
31	1.00	0.50	0.001005	0.001571	37.55	37.50	1473 (15)	48577 (15)	12455 (15)
32	1.00	0.50	0.001005	0.001571	40.90	38.75	1603 (15)	53520 (15)	13464 (15)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 24900 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.34	0.00	15 (15)	826 (15)	92 (15)
3	1.00	0.50	0.001005	0.001005	1.35	0.00	61 (15)	3308 (15)	366 (15)
4	1.00	0.50	0.001005	0.001005	3.05	0.00	138 (15)	7447 (15)	825 (15)
5	1.00	0.50	0.001005	0.001005	5.42	0.00	246 (15)	13249 (15)	1467 (15)
6	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.59	0.00	208 (15)	1242 (15)	11212 (15)
7	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.07	0.00	185 (15)	1102 (15)	9952 (15)
8	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.60	0.00	163 (15)	973 (15)	8787 (15)
9	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.16	0.00	143 (15)	854 (15)	7714 (15)
10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.75	0.00	125 (15)	745 (15)	6729 (15)
11	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.39	0.00	108 (15)	646 (15)	5829 (15)
12	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.05	0.00	93 (15)	555 (15)	5010 (15)
13	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.75	0.00	79 (15)	473 (15)	4269 (15)
14	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.47	0.00	67 (15)	399 (15)	3601 (15)
15	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.23	0.00	56 (15)	333 (15)	3004 (15)
16	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.01	0.00	46 (15)	274 (15)	2473 (15)
17	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.82	0.00	37 (15)	222 (15)	2006 (15)
18	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.65	0.00	30 (15)	177 (15)	1598 (15)
19	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.51	0.00	23 (15)	138 (15)	1246 (15)
20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.39	0.00	18 (15)	105 (15)	946 (15)
21	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.28	0.00	13 (15)	77 (15)	695 (15)
22	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.20	0.00	9 (15)	54 (15)	489 (15)
23	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.13	0.00	6 (15)	36 (15)	325 (15)
24	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.08	0.00	4 (15)	22 (15)	198 (15)
25	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.04	0.00	2 (15)	12 (15)	106 (15)
26	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.02	0.00	1 (15)	5 (15)	45 (15)
27	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (1)	0 (1)	11 (15)
28	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CLNV062	DOCUMENTO 0005	REV. A	FOGLIO. 80 di 85

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.00	0.00	0 (16)	0 (16)	0 (16)
2	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.00	1.26	2 (17)	34 (17)	36 (17)
3	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.01	2.51	5 (17)	67 (16)	73 (17)
4	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.02	3.77	8 (17)	99 (16)	112 (17)
5	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.05	5.03	11 (17)	127 (16)	155 (17)
6	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.09	6.28	14 (17)	152 (16)	203 (17)
7	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.16	7.54	18 (17)	171 (16)	256 (17)
8	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.26	8.80	23 (17)	184 (16)	316 (17)
9	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.40	10.05	28 (17)	190 (16)	385 (17)
10	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.57	11.31	34 (17)	187 (16)	463 (17)
11	1.00	0.50	0.001005	0.001571	0.79	12.57	41 (17)	174 (16)	552 (17)
12	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.05	13.82	49 (17)	150 (16)	653 (17)
13	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.37	15.08	58 (17)	113 (16)	767 (17)
14	1.00	0.50	0.001005	0.001571	1.75	16.34	70 (17)	58 (16)	902 (17)
15	1.00	0.50	0.001005	0.001571	2.19	17.59	84 (17)	124 (17)	1065 (17)
16	1.00	0.50	0.001005	0.001571	2.70	18.85	101 (17)	338 (17)	1259 (17)
17	1.00	0.50	0.001005	0.001571	3.28	20.11	122 (17)	666 (17)	1488 (17)
18	1.00	0.50	0.001005	0.001571	3.95	21.37	147 (17)	1135 (17)	1752 (17)
19	1.00	0.50	0.001005	0.001571	4.70	22.62	177 (17)	1763 (17)	2048 (17)
20	1.00	0.50	0.001005	0.001571	5.53	23.88	210 (17)	2562 (17)	2374 (17)
21	1.00	0.50	0.001005	0.001571	6.46	25.14	248 (17)	3537 (17)	2729 (17)
22	1.00	0.50	0.001005	0.003142	7.49	26.39	252 (17)	2747 (17)	2891 (17)
23	1.00	0.50	0.001005	0.001571	8.63	27.65	336 (17)	6030 (17)	3524 (17)
24	1.00	0.50	0.002011	0.001571	9.87	28.91	359 (17)	7427 (17)	3643 (17)
25	1.00	0.50	0.001005	0.001571	11.23	30.16	440 (17)	9274 (17)	4437 (17)
26	1.00	0.50	0.001005	0.001571	12.70	31.42	499 (17)	11190 (17)	4941 (17)
27	1.00	0.50	0.001005	0.001571	14.30	32.68	563 (17)	13312 (17)	5478 (17)
28	1.00	0.50	0.001005	0.001571	16.03	33.93	632 (17)	15645 (17)	6050 (17)
29	1.00	0.50	0.001005	0.001571	17.89	35.19	706 (17)	18196 (17)	6659 (17)
30	1.00	0.50	0.001005	0.001571	19.90	36.45	785 (17)	20973 (17)	7305 (17)
31	1.00	0.50	0.001005	0.001571	22.04	37.70	869 (17)	23984 (17)	7990 (17)
32	1.00	0.50	0.001005	0.001571	24.34	38.96	959 (17)	27235 (17)	8715 (17)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (16)	0 (16)	0 (16)
2	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.29	0.00	13 (17)	704 (17)	78 (17)
3	1.00	0.50	0.001005	0.001005	1.15	0.00	52 (17)	2815 (17)	312 (17)
4	1.00	0.50	0.001005	0.001005	2.59	0.00	118 (17)	6335 (17)	702 (17)
5	1.00	0.50	0.001005	0.001005	4.61	0.00	209 (17)	11263 (17)	1247 (17)
6	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.37	0.00	121 (16)	6535 (16)	3349 (18)
7	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.23	0.00	117 (16)	6298 (16)	3011 (18)
8	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.10	0.00	112 (16)	6025 (16)	2695 (18)
9	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.98	0.00	106 (16)	5719 (16)	2399 (18)
10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.87	0.00	100 (16)	5386 (16)	2124 (18)
11	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.76	0.00	93 (16)	5030 (16)	1868 (18)
12	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.67	0.00	86 (16)	4655 (16)	1631 (18)
13	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.58	0.00	79 (16)	4267 (16)	1413 (18)
14	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.50	0.00	72 (16)	3870 (16)	1213 (18)
15	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.42	0.00	64 (16)	3469 (16)	1031 (18)
16	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.35	0.00	57 (16)	3068 (16)	865 (18)
17	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.29	0.00	50 (16)	2673 (16)	716 (18)
18	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.24	0.00	42 (16)	2287 (16)	582 (18)
19	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.19	0.00	36 (16)	1916 (16)	464 (18)
20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.15	0.00	29 (16)	1564 (16)	361 (18)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 81 di 85	

n°	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
21	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.11	0.00	23 (16)	1235 (16)	272 (18)
22	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.08	0.00	17 (16)	936 (16)	197 (18)
23	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.05	0.00	12 (16)	669 (16)	134 (18)
24	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.03	0.00	8 (16)	441 (16)	84 (18)
25	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.02	0.00	5 (16)	255 (16)	47 (18)
26	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.01	0.00	2 (16)	116 (16)	20 (18)
27	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	1 (16)	30 (16)	5 (18)
28	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0 (16)	0 (16)	0 (16)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Af	area ferri zona tesa espresso in [mq]
Aeff	area efficace espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [m]
w	apertura delle fessure espressa in [m]

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (15)
2	1.00	0.50	0.001571	0.127886	0.00	177.99	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
3	1.00	0.50	0.001571	0.127840	0.05	178.10	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
4	1.00	0.50	0.001571	0.127794	0.13	178.21	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
5	1.00	0.50	0.001571	0.127748	0.27	178.32	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
6	1.00	0.50	0.001571	0.127702	0.46	178.42	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
7	1.00	0.50	0.001571	0.127656	0.72	178.53	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
8	1.00	0.50	0.001571	0.127610	1.04	178.64	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
9	1.00	0.50	0.001571	0.127564	1.42	178.74	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
10	1.00	0.50	0.001571	0.127518	1.89	178.85	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
11	1.00	0.50	0.001571	0.127472	2.43	178.96	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
12	1.00	0.50	0.001571	0.127426	3.06	179.06	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
13	1.00	0.50	0.001571	0.127380	3.78	179.18	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
14	1.00	0.50	0.001571	0.127334	4.59	179.28	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
15	1.00	0.50	0.001571	0.127288	5.50	179.39	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
16	1.00	0.50	0.001571	0.127243	6.52	179.49	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
17	1.00	0.50	0.001571	0.127197	7.64	179.60	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
18	1.00	0.50	0.001571	0.127151	8.88	179.71	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
19	1.00	0.50	0.001571	0.127105	10.24	179.82	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
20	1.00	0.50	0.001571	0.127059	11.72	179.93	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
21	1.00	0.50	0.001571	0.127013	13.33	180.03	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
22	1.00	0.50	0.003142	0.114003	15.07	198.17	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
23	1.00	0.50	0.001571	0.126921	16.95	180.25	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
24	1.00	0.50	0.001571	0.126896	18.97	184.97	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
25	1.00	0.50	0.001571	0.126830	21.14	180.47	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
26	1.00	0.50	0.001571	0.126784	23.47	180.57	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
27	1.00	0.50	0.001571	0.126738	25.95	180.68	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
28	1.00	0.50	0.001571	0.126692	28.60	180.78	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
29	1.00	0.50	0.001571	0.126647	31.41	180.89	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
30	1.00	0.50	0.001571	0.126601	34.39	181.00	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
31	1.00	0.50	0.001571	0.126555	37.55	181.10	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
32	1.00	0.50	0.001571	0.126509	40.90	181.21	0.000000	0.000000	0.000000 (15)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 82 di 85	

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (15)
2	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.34	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
3	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.35	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
4	1.00	0.50	0.001005	0.134570	3.05	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
5	1.00	0.50	0.001005	0.134570	5.42	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
6	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-4.59	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
7	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-4.07	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
8	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-3.60	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
9	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-3.16	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
10	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-2.75	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
11	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-2.39	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
12	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-2.05	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
13	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-1.75	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
14	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-1.47	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
15	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-1.23	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
16	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-1.01	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
17	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.82	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
18	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.65	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
19	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.51	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
20	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.39	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
21	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.28	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
22	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.20	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
23	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.13	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
24	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.08	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
25	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.04	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
26	1.00	0.50	0.001005	0.134570	-0.02	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
27	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.00	-141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (15)
28	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (15)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (16)
2	1.00	0.50	0.001571	0.127886	0.00	178.00	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
3	1.00	0.50	0.001571	0.127840	0.00	178.11	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
4	1.00	0.50	0.001571	0.127794	0.01	178.21	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
5	1.00	0.50	0.001571	0.127748	0.04	178.32	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
6	1.00	0.50	0.001571	0.127702	0.07	178.43	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
7	1.00	0.50	0.001571	0.127656	0.14	178.53	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
8	1.00	0.50	0.001571	0.127610	0.22	178.64	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
9	1.00	0.50	0.001571	0.127564	0.34	178.74	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
10	1.00	0.50	0.001571	0.127518	0.50	178.85	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
11	1.00	0.50	0.001571	0.127472	0.70	178.96	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
12	1.00	0.50	0.001571	0.127426	0.94	179.06	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
13	1.00	0.50	0.001571	0.127380	1.24	179.18	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
14	1.00	0.50	0.001571	0.127334	1.59	179.28	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
15	1.00	0.50	0.001571	0.127288	2.00	179.39	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
16	1.00	0.50	0.001571	0.127243	2.48	179.50	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
17	1.00	0.50	0.001571	0.127197	3.02	179.60	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
18	1.00	0.50	0.001571	0.127151	3.65	179.71	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
19	1.00	0.50	0.001571	0.127105	4.35	179.82	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
20	1.00	0.50	0.001571	0.127059	5.14	179.93	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
21	1.00	0.50	0.001571	0.127013	6.02	180.03	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
22	1.00	0.50	0.003142	0.114003	6.99	198.17	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
23	1.00	0.50	0.001571	0.126921	8.07	180.25	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
24	1.00	0.50	0.001571	0.126896	9.25	184.97	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
25	1.00	0.50	0.001571	0.126830	10.53	180.47	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
26	1.00	0.50	0.001571	0.126784	11.94	180.57	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
27	1.00	0.50	0.001571	0.126738	13.46	180.68	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
28	1.00	0.50	0.001571	0.126692	15.10	180.78	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
29	1.00	0.50	0.001571	0.126647	16.88	180.89	0.000000	0.000000	0.000000 (16)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CLNV062 0005 A 83 di 85	

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
30	1.00	0.50	0.001571	0.126601	18.79	181.00	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
31	1.00	0.50	0.001571	0.126555	20.83	181.10	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
32	1.00	0.50	0.001571	0.126509	23.02	181.22	0.000000	0.000000	0.000000 (16)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [m]	H [m]	Af [mq]	Aeff [mq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [m]	w [m]
1	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (16)
2	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.27	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
3	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.09	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
4	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.46	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
5	1.00	0.50	0.001005	0.134570	4.38	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
6	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.67	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
7	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.58	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
8	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.47	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
9	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.34	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
10	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.20	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
11	1.00	0.50	0.001005	0.134570	2.06	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
12	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.90	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
13	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.75	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
14	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.58	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
15	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.42	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
16	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.26	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
17	1.00	0.50	0.001005	0.134570	1.09	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
18	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.94	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
19	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.78	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
20	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.64	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
21	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.51	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
22	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.38	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
23	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.27	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
24	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.18	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
25	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.10	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
26	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.05	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
27	1.00	0.50	0.001005	0.134570	0.01	141.56	0.000000	0.000000	0.000000 (16)
28	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	---	---	0.000000 (16)

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>CLNV062</td> <td>0005</td> <td>A</td> <td>84 di 85</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	CLNV062	0005	A	84 di 85													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Muro di sostegno – Relazione di calcolo																		

11. CONCLUSIONI

Dal punto di vista strutturale e geotecnico le analisi svolte consentono di concludere che gli elementi costruttivi previsti in progetto sono sicuri nei confronti delle azioni sollecitanti, garantendo quindi il rispetto dei requisiti di sicurezza e di durabilità imposti dalla normativa.