

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J94J17000040001

U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA BOLZANO - MERANO

REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI -
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

VIABILITA'

MU09 - Muri di sostegno NV04

Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

SCALA:

-

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

NB 1 D 0 1 D 2 6 CL MU 0 9 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	Technital	mag.-21	M. Saffrolini	mag.-21	C. Mazzocchi	mag.-21	A. Perego mag.-21



File: NB1D01D26CLMU0900002A.DWG

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 1 di 190

Indice

1	Inquadramento	3
2	Documenti di riferimento e normativa	4
3	Descrizione dell'opera.....	6
4	Criteri progettuali.....	6
4.1	Vita nominale e classe d'uso.....	6
4.2	Analisi sismica	6
5	Materiali	7
5.1	Acciaio.....	7
5.1.1	Acciaio per armatura strutture c.a.....	7
5.2	Calcestruzzo.....	7
5.2.1	Magrone di riempimento e livellamento	7
5.2.2	Calcestruzzo sottovia a struttura scatolare	7
6	Analisi dei carichi	8
6.1.1	Calcolo della spinta sul muro – Metodo di Culmann.....	8
6.1.2	Spinta in presenza di falda	9
6.1.3	Spinta in presenza di sisma – Metodo di Monobe-Okabe.....	9
6.1.4	Peso proprio degli elementi strutturali	11
6.1.5	Carichi permanenti portati.....	11
6.1.6	Azioni variabili verticali	11
6.1.7	Azioni sismiche	13
6.1.8	Stati limite ultimi	14
6.1.9	Stati limite d'esercizio	14
7	Verifiche strutturali	15
7.1	Verifica a ribaltamento	15
7.2	Verifica a scorrimento	15
7.3	Verifica al carico limite	16

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 2 di 190

7.3.1	Riduzione per eccentricità del carico	18
7.3.2	Riduzione per effetto piastra	18
7.4	Verifica alla stabilità globale	18
7.5	Verifiche agli SLE.....	19
8	Calcolo Sezione 1 H = 2.80 m (prima dello scatolare).....	21
9	Calcolo Sezione 2 H = 4.10 m (prima dello scatolare).....	37
10	Calcolo Sezione 3 H = 5.75 m (prima dello scatolare).....	55
11	Calcolo Sezione 4 H = 6.78 m (prima dello scatolare).....	81
12	Calcolo Sezione 5 H = 8.10 m (dopo lo scatolare)	112
13	Calcolo Sezione 6 H = 5.80 m (dopo lo scatolare)	146
14	Calcolo Sezione 7 H = 4.50 m (dopo lo scatolare)	173
15	Calcolo Sezione 8 H = 3.40 m (dopo lo scatolare)	189
16	Incidenza di armatura	190

1 INQUADRAMENTO

Il Progetto del nuovo Tunnel del Virgolo a tre binari e lo spostamento del Bivio della linea Meranese, fa parte degli interventi individuati nell'Accordo Quadro sottoscritto da RFI e Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige per l'implementazione della capacità dell'infrastruttura ferroviaria.

Oltre al nuovo tunnel, è prevista la realizzazione del tratto di variante a tre binari per una lunghezza complessiva di circa 1,1 chilometri.

La tratta ha origine al Km 148+529.86 della linea Verona-Brennero, poco prima del sottovia ferroviario di via Roma, e termina al Km 149+790.04, in corrispondenza del Ponte sul fiume Isarco.

La nuova sede ferroviaria a tre binari si sviluppa in parte in variante, con una galleria di lunghezza complessiva di poco superiore a 500 metri e in parte allo scoperto, dove, per la maggior parte dello sviluppo, risulta in affiancamento alla sede esistente. lo spostamento Bivio Meranese consiste nella demolizione delle comunicazioni esistenti per consentire l'accesso al nuovo deposito SAD dal binario della Meranese e la realizzazione di una nuova connessione con la linea per Merano al Km 147+400 LS.

La seguente figura mostra la localizzazione dell'intervento.



Figura 1 – Collocazione intervento

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 4 di 190

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA

- [1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [2] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
- [3] Circolare n.7 del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- [4] UNI 11104: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”
- [5] UNI EN 206-1:2014: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- [6] UNI EN 1990:2006 - "Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale."
- [7] UNI EN 1991-1-1: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici."
- [8] UNI EN 1991-1-3: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve."
- [9] UNI EN 1991-1-4: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento."
- [10] UNI EN 1991-1-5: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche."
- [11] UNI EN 1991-1-6: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione."
- [12] UNI EN 1991-1-7: 2006 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali."
- [13] - UNI EN 1991-2: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti."
- [14] UNI EN 1992-1-1, Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1: regole generali e regole per gli edifici”.
- [15] UNI EN 1992-2: "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi."
- [16] Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario.
- [17] Specifica RFI DTC INC SP IFS 002 A - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria.
- [18] Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari.

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 5 di 190

- [19] Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 006 A - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.
- [20] Istruzione 44 C - Visite di controllo ai ponti, alle gallerie ed alle altre opere d'arte del corpo stradale. Frequenza, modalità e relative verbalizzazioni.
- [21] Istruzione 44 M - Specifica tecnica relativa al collaudo dei materiali ed alla costruzione delle strutture metalliche per ponti ferroviari e cavalca ferrovia.
- [22] Istruzione 44 S - Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate ai ponti ferroviari;
- [23] Istruzione 44 V - Cicli di verniciatura per la protezione dalla corrosione di opere metalliche nuove e per la manutenzione di quelle esistenti.
- [24] RFI DTC SI MA IFS 001 D Manuale di progettazione delle opere civili.
- [25] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- [26] Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – DM 17 febbraio 2018
- [27] Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 6 di 190

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione tecnica è relativa ai calcoli statici, sismici e alle verifiche di sicurezza dei muri di sostegno della viabilità NV04 Via Piè del Virgolo lato valle, sia prima che dopo l'omonimo scatolare.

I muri di sostegno sono interamente realizzati in cemento armato gettato in opera.

L'opera presenta uno sviluppo longitudinale complessivo pari a 104.40 m dopo il sottovia scatolare, e pari a 62.85 prima del sottovia. I due tratti sono suddivisi in conci di lunghezza variabile.

Si procederà alla verifica delle principali sezioni, dimensionanti in termini di geometria ed armatura. Le sezioni verificate sono descritte dimensionalmente nel proseguo nel capitolo relativo alla singola sezione.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

L'opera, localizzata attraverso le sue coordinate geografiche, è verificata per le azioni sismiche relative ad una vita nominale $V_N = 75$ anni, classe d'uso III ($C_U = 1.5$) e categoria di sottosuolo tipo B.

Le verifiche di sicurezza vengono effettuate con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, secondo quanto previsto nel D.M. 17/01/2018.

Di seguito vengono riportate per le sezioni citate l'analisi dei carichi, il calcolo delle strutture e le relative verifiche. I carichi ferroviari sono stati utilizzati solo per il calcolo della sezione 5 di $H = 8,10$ m.

4 CRITERI PROGETTUALI

4.1 Vita nominale e classe d'uso

Altre opere nuove a velocità $V \leq 200$ km/h	Vita nominale	75 anni
Opere d'arte del sistema di grande viabilità ferroviaria	Classe d'uso III	$C_u = 1,5$

4.2 Analisi sismica

Per la definizione dell'azione sismica, si sono ricavati i parametri per le due opere più distanti e si sono usati i valori massimi.

Valori parametri a_g , F_0 e T^*_c per i periodi di ritorno degli Stati Limite (spettri_NTC)

Stato limite	T_R [anni]	Parametri		
		a_g [g]	F_0	T^*_c [s]
SLO	68	0,028	2,500	0,203
SLD	113	0,033	2,492	0,245
SLV	1068	0,065	2,709	0,387
SLC	2193	0,077	2,802	0,421

Categoria del sottosuolo	B
Condizioni topografiche	T1
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S = 1,2$
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	$C_C = 1,33$
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1,0$

5 MATERIALI

5.1 Acciaio

5.1.1 Acciaio per armatura strutture c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabili, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Allungamento caratteristico: $\geq 7,5 \%$
- Rapporto tensione di rottura/tensione di snervamento: $1,15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1,35$

5.2 Calcestruzzo

5.2.1 Magrone di riempimento e livellamento

- Classe di resistenza: C12/15
- Classe di esposizione: X0

5.2.2 Calcestruzzo sottovia a struttura scatolare

- Classe di resistenza: C32/40
- Classe di esposizione: XC4/XF2
- Classe di consistenza: S3 – S4
- Dimensione massima dell'inerte: 25 mm
- Copriferro minimo: 50 mm

Altri dettagli specifici saranno riportati nel capitolo relativo alla singola sezione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 8 di 190

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito viene riportata l'analisi di tutti i carichi applicati a tutte le sezioni verificate, nel capitolo di verifica della singola sezione verranno riportati i carichi effettivamente applicati alla singola sezione, in base al caso specifico e alle specifiche condizioni al contorno.

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.

6.1.1 Calcolo della spinta sul muro – Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 9 di 190

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

6.1.2 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

6.1.3 Spinta in presenza di sisma – Metodo di Monobe-Okabe

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente. Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 10 di 190

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	11 di 190

I documenti di riferimento per la consultazione delle caratteristiche dei terreni, sono:

Relazione geotecnica generale - Opere all'aperto	NB1D01D26RGGE0000001A
Profilo longitudinale geotecnico linea ferroviaria - Tav. 1/4	NB1D01D26F7GE0000001A
Profilo longitudinale geotecnico linea ferroviaria - Tav. 2/4	NB1D01D26F7GE0000002A
Profilo longitudinale geotecnico linea ferroviaria - Tav. 3/4	NB1D01D26F7GE0000003A
Profilo longitudinale geotecnico linea ferroviaria - Tav. 4/4	NB1D01D26F7GE0000004A
Profilo longitudinale geotecnico via Piè di Virgolo	NB1D01D26F7GE0000005A
Rilevati e trincee ferroviari - Relazione di calcolo stabilità e cedimenti	NB1D01D26RHGE0000001A
Rilevati e trincee stradali - Relazione di calcolo stabilità e cedimenti	NB1D01D26RHGE0000002A

6.1.4 *Peso proprio degli elementi strutturali*

Il peso degli elementi strutturali viene automaticamente calcolato dal software, dopo aver assegnato i pesi specifici dei materiali

Peso specifico calcestruzzo 25 kN/m^3

6.1.5 *Carichi permanenti portati*

6.1.5.1 *Massicciata e armamento*

Si considera una striscia di muro di un metro.

Massicciata e armamento $0,80 \text{ m} \cdot 18 \text{ kN/m}^3 = 14,4 \text{ kN/m}$

Carichi da applicare al terreno.

6.1.6 *Azioni variabili verticali*

6.1.6.1 *Treni di carico (Variabili da traffico)*

I carichi verticali associati al transito dei convogli ferroviari sono definiti per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle diverse tipologie di traffico ferroviario: normale e pesante.

I valori dei suddetti carichi dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento α , variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.). Per le ferrovie ordinarie il valore del coefficiente di adattamento da adottarsi per i diversi modelli di carico è definito nei relativi paragrafi; per le ferrovie leggere, metropolitane, ecc., il valore del coefficiente è definito in funzione della specificità dell'infrastruttura stessa. Sono considerate tre tipologie di carico i cui valori caratteristici sono definiti nei successivi paragrafi. Nel seguito, i riferimenti ai modelli di carico LM 71, SW/0 e SW/2 ed alle

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 12 di 190

loro componenti si intendono, in effetti, pari al prodotto dei coefficienti per i carichi indicati nelle Fig. 5.2.1 e Fig. 5.2.2.

6.1.6.2 Modello di carico LM71

Costituito da: 4 assi da 250 kN ad interasse di 1,60 m (Q_{vk})

Carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni a partire da 0,80 m dagli assi di estremità e per una lunghezza illimitata (q_{vk}).

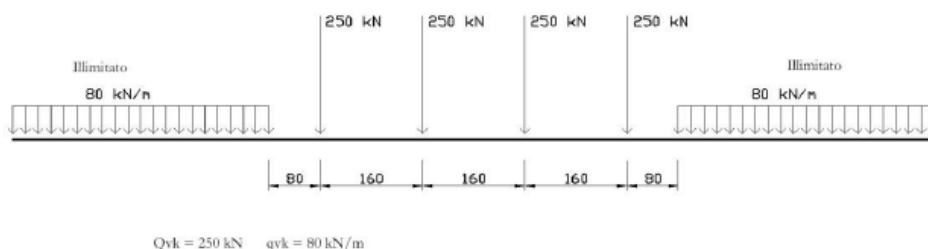


Figura 5.2.1 - Modello di carico LM71

Il valore del coefficiente di adattamento “ α ” da adottarsi per il modello di carico LM71 nella progettazione di ferrovie ordinarie è pari a 1,1.

Carico singolo asse $Q_v = Q_{vk} \cdot \alpha = 250 \cdot 1,1 \cdot 1,59 = 275 \text{ kN}$

Carico distribuito $q_{LM71} = q_{vk} \cdot \alpha = 80 \text{ kN/m} \cdot 1,1 = 88 \text{ kN/m}$

Coefficienti di combinazione (Tab. 5.2.VI NTC):

$$\psi_0 = 0,8 \quad \psi_1 = 0,8 \quad \psi_2 = 0$$

Solo nelle combinazioni sismica, $\psi_2 = 0,2$, per tener conto della massa dovuta ai carichi ferroviari. Nel resto delle combinazioni, $\psi_2 = 0$.

6.1.6.3 Ripartizione dei carichi verticali

Per i carichi uniformemente distribuiti si considera la ripartizione in direzione longitudinale e trasversale rispetto all’asse ferroviario con inclinazione 4:1 (4 verticale, 1 orizzontale) attraverso il ballast di spessore medio 0,80 m.

Larghezza traversa	L_T	2,40 m
Spessore ballast	h_b	0,80 m
Larghezza diffusione	$L_{d,l}$	$2,40 + 2 \cdot (0,80/4) = 2,80 \text{ m}$

Treno di carico LM71

Carico distribuito linearmente	q_{LM71}	88 kN/m
Carico diffuso	q_{diff}	$275 \text{ kN/m} / 2,80 \text{ m} = 31,43 \text{ kN/m}^2$

Carico distribuito su 1 m	$q_{LM71,diff}$	31,43 kN/m
Carico singolo asse	Q_v	275 kN
Carico diffuso	$Q_{v,diff}$	275 kN / 2,80 m = 98,21 kN/m
Carico su 1 m	$Q_{LM71,diff}$	98,21 kN

Dovendo considerare una striscia di 1 m di muro, si applicherà, in corrispondenza dell'asse ferroviario, un carico concentrato pari a:

$$\text{Carico totale} \quad Q_{LM71} = 98,21 \text{ kN} + 31,43 \text{ kN} = 129,64 \text{ kN}$$

Coefficienti di combinazione (Tab. 5.2.VI NTC):

$$\psi_0 = 0,8 \quad \psi_1 = 0,4 \quad \psi_2 = 0$$

Solo nelle combinazioni sismica, $\psi_2 = 0,2$, per tener conto della massa dovuta ai carichi ferroviari. Nel resto delle combinazioni, $\psi_2 = 0$. Inoltre, la Tab. 5.2.VI prescrive che quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

6.1.7 Azioni sismiche

Azioni sismiche (§5.2.2.8 NTC 2018)

Per le azioni sismiche si devono rispettare le prescrizioni di cui al § 3.2. e al § 7.9.

Per la determinazione degli effetti di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai carichi permanenti e considerando con un coefficiente $\psi_2 = 0,2$ il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico ferroviario.

Le forze sismiche sono date dalle seguenti relazioni:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \cdot W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \cdot W$$

Dove W rappresenta le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$\text{Coefficiente sismico orizzontale} \quad k_h = a_{max} / g$$

$$\text{Coefficiente sismico verticale} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

$$\text{Dove } a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g.$$

Il valore di a_g è riportato al §5.4.

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 14 di 190

6.1.8 Stati limite ultimi

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

1. SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di:
Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.
2. SLU di tipo geotecnico (GEO), relative a condizioni di:
Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno.

Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tab. 2.6.I.

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

Nell'*Approccio 1*, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (γ_R). Nella *Combinazione 1* dell'*Approccio 1*, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. Nella *Combinazione 2* dell'*Approccio 1*, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Nell'*Approccio 2* si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale (γ_R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

6.1.9 Stati limite d'esercizio

I principali Stati Limite di Esercizio sono elencati nel seguito:

- a) danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) danni per fatica che possano compromettere la durabilità;

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 15 di 190

f) corrosione e/o degrado dei materiali in funzione del tempo e dell'ambiente di esposizione che possano compromettere la durabilità.

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite di Esercizio comprendono gli Stati Limite di Operatività (SLO) e gli Stati Limite di Danno (SLD), come precisato nel § 3.2.1.

7 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito vengono descritte le verifiche che saranno poi sviluppate nei capitoli relativi alle singole sezioni verificate.

7.1 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

7.2 Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 16 di 190

verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

7.3 Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ($\phi=0$) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale $\phi > 0$

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 17 di 190

$$q_u = 5.14c_u(1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

N	fattori di capacità portante
s	fattori di forma
d	fattori di profondità
i	fattori di inclinazione del carico
b	fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata), con η inclinazione del piano di posa
g	fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio), con β pendenza del pendio

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$		
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 0.4k$		
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.4k$	$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$	$d_\gamma = 1$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = 0.5 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$		
	$\varphi > 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$ per $\eta = 0$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$ per $\eta > 0$
Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)	$\varphi = 0$	$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = e^{-2\eta \tan \varphi}$	$b_\gamma = e^{-2.7\eta \tan \varphi}$
Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)	$\varphi = 0$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$	$g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Dove il coeff. k assume la seguente espressione:

$k = \frac{D}{R} \quad \text{se } \frac{D}{R} \leq 1$	$k = \arctan \frac{D}{R} \quad \text{se } \frac{D}{R} > 1$	
---	--	--

Indichiamo con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B , L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) e con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$H < V \tan \delta + A_f c_a$	$\beta \leq \varphi$	$i_q, i_\gamma > 0$	$\beta + \eta \leq 90^\circ$
-------------------------------	----------------------	---------------------	------------------------------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 18 di 190

7.3.1 Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

7.3.2 Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume ($0.5 B \gamma N_\gamma$) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

7.4 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 19 di 190

$$m = \left(1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

7.5 Verifiche agli SLE

Per le verifiche agli SLE, rimandando ai tabulati di calcolo per maggiori approfondimenti, di seguito si riporta il principio utilizzato per lo stato limite di fessurazione.

Per eseguire le verifiche a fessurazione del cemento armato si individua come classe di esposizione del calcestruzzo, tra quelle riportate nel prospetto 4.1 dell'EN UNI 206, la XC4-XF2.

Tale classe di esposizione rientra nelle condizioni ambientali *Aggressive* come desumibile dalla Tab.4.1.III (§4.1.2.2.4.2 NTC 2018).

Tab. 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

Inoltre la struttura è realizzata con c.a. ordinario e si utilizza pertanto un'armatura definita poco sensibile.

A seguito delle condizioni di seguito riassunte:

- Combinazione rara;
- Armatura poco sensibile;
- Ambiente aggressivo,

secondo la Tab. 4.1.IV delle NTC2018 gli stati limite di fessurazione da verificare sono:

Combinazione frequente apertura fessure $\leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

Combinazione quasi permanente apertura fessure $\leq w_1 = 0,2 \text{ mm}$

Si riportano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure per ciascun elemento, in combinazione frequente e quasi permanente. Per maggiori approfondimenti si rimanda ai tabulati di calcolo.

Elemento **w [mm]**

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	20 di 190

Paramento 0,121 mm

Fondazione 0,091 mm

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	21 di 190

8 CALCOLO SEZIONE 1 H = 2.80 M (PRIMA DELLO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[MPa]	[MPa]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[MPa]	[MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	5,00	[m]
Paramento		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	2,80	[m]
Altezza paramento libero	1,40	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,68	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,10	[m]

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	22 di 190

Peso sp. rivestimento 0,3334 [kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,70	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,92	[m]
Lunghezza totale	2,30	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,60	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

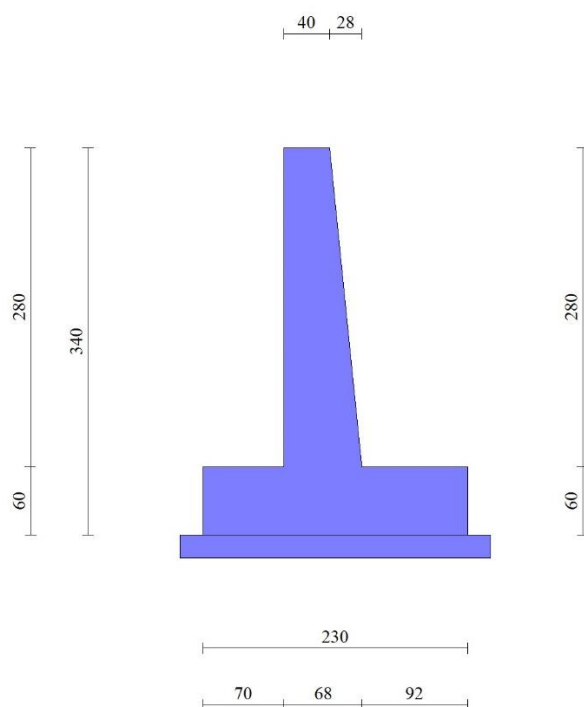


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 23 di 190

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	5,05	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]

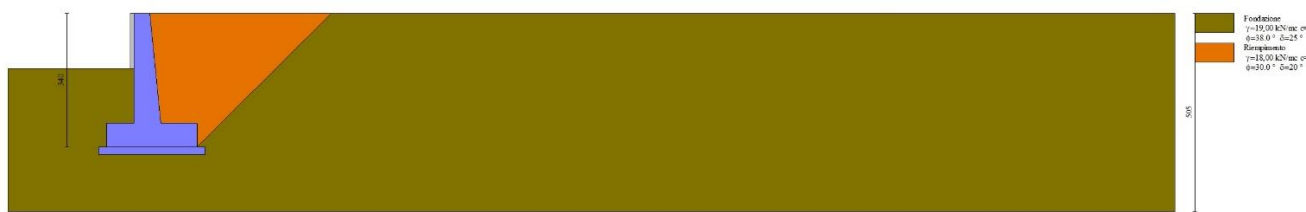


Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 5 - 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

Combinazione n° 6 - 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

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

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

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	25 di 190

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 10 - A1-M1-R3 SCOR H + V

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

Combinazione n° 11 - A1-M1-R3 SCOR H - V

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

Dati sismici

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.065	0.033
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	26 di 190

Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) Nessuna
 Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$) Larghezza ridotta (B')
 Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione
 Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra
Stabilità globale
 Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO
 Considera terreno sulla fondazione di valle SI
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Risultati per involucro

Spinta 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	40,22	20,00	37,79	13,75	1,20	-2,27
	Peso/Inerzia muro			0,00	92,17/0,00	-0,04	-2,27
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,06	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	69,45/0,00	0,67	-1,34
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	22,93	-0,75	-2,10
2	Spinta statica	30,94	20,00	29,07	10,58	1,20	-2,27
	Incremento di spinta sismica		6,61	6,21	2,26	1,20	-1,70
	Peso/Inerzia muro			5,53	70,90/2,77	-0,04	-2,27
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,05	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			4,17	53,42/2,08	0,67	-1,34
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,38	17,64	-0,75	-2,10

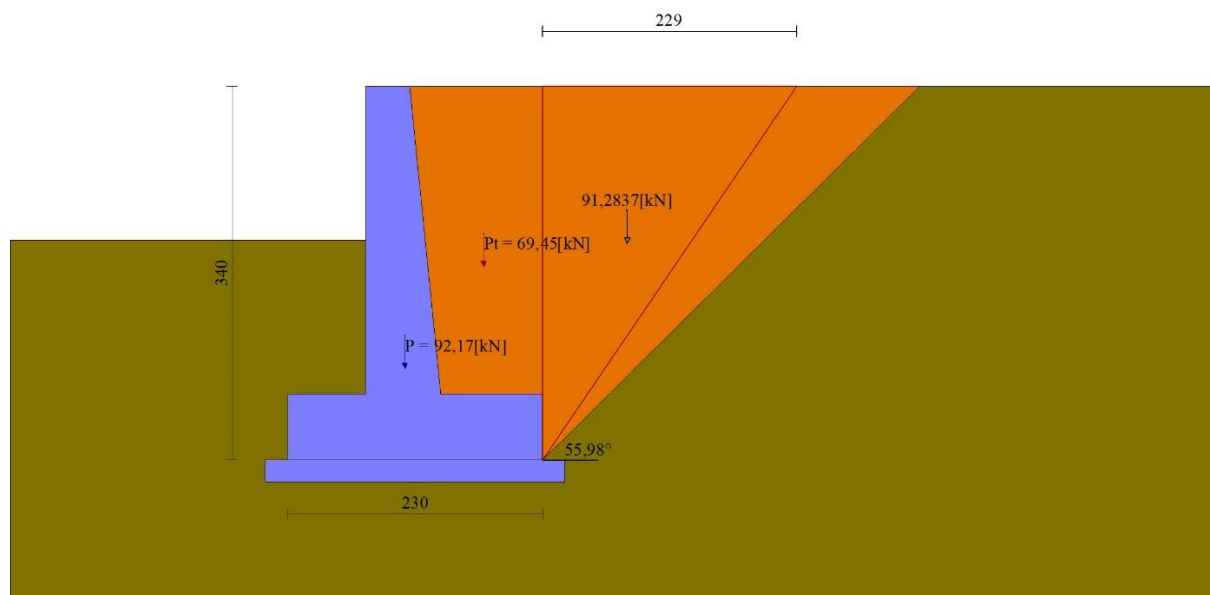


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

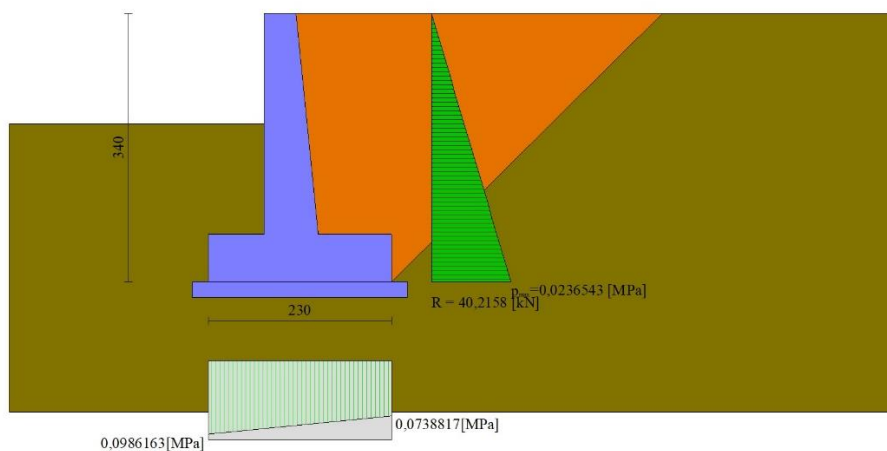


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

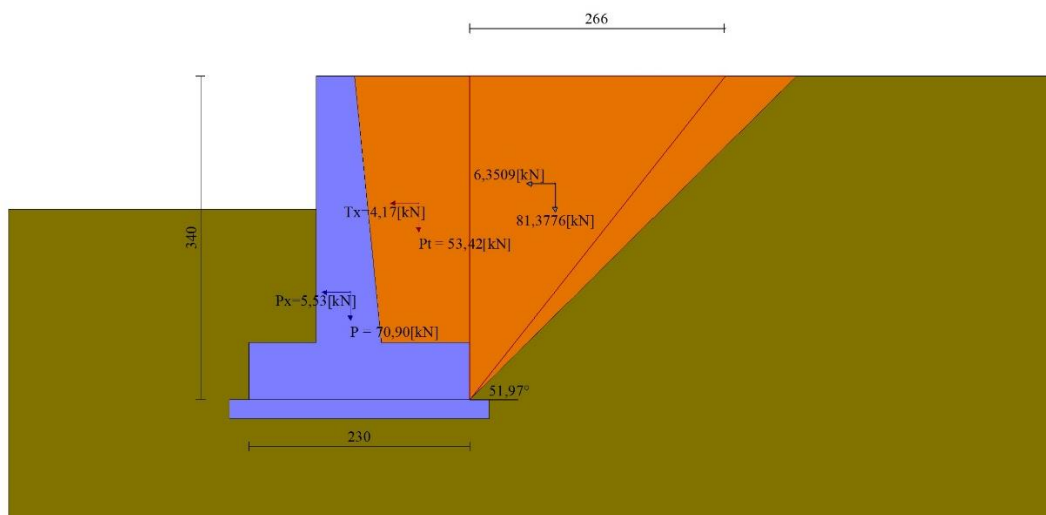


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

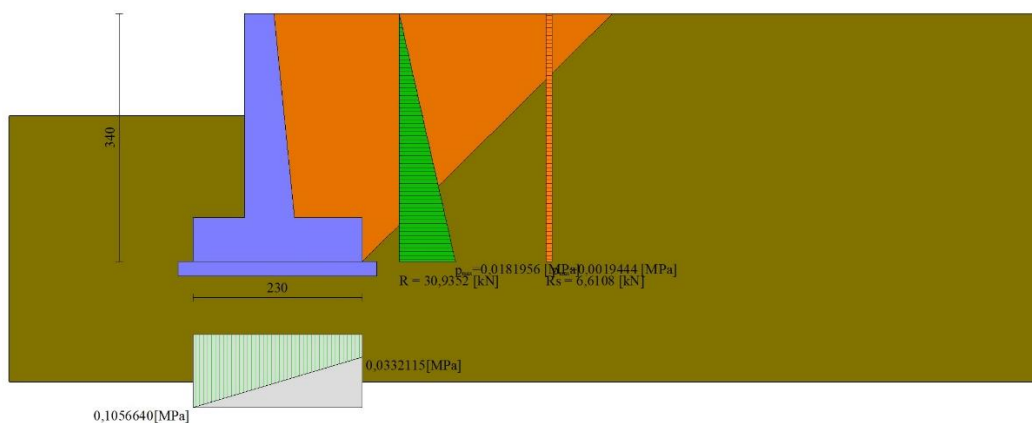


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	29 di 190

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	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	198,37	37,79	42,84	260,06	0,055
2 - STR (A1-M1-R3)	159,71	46,36	60,14	211,86	0,200
3 - STR (A1-M1-R3)	149,19	44,13	62,96	203,38	0,209
4 - GEO (A2-M2-R2)	152,61	36,38	41,23	200,07	0,109
5 - GEO (A2-M2-R2)	159,71	46,36	60,14	211,86	0,200
6 - GEO (A2-M2-R2)	149,19	44,13	62,96	203,38	0,209
7 - EQU (A1-M1-R3)	155,77	37,79	42,84	207,35	0,094
8 - EQU (A1-M1-R3)	159,71	46,36	60,14	211,86	0,200
9 - EQU (A1-M1-R3)	149,19	44,13	62,96	203,38	0,209
10 - A1-M1-R3 SCOR	155,26	35,54	43,11	204,45	0,111
11 - A1-M1-R3 SCOR	151,26	34,68	44,16	201,22	0,112

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 _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.485		19.060			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			14.292			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			14.884			
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.744		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.310		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.208		
7 - EQU (A1-M1-R3)			4.840				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.523				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.230				
10 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	2.068					
11 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	2.064					

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	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	93,90	0,00	0,00	--	--	93,90	37,79	2.485
11 - A1-M1-R3 SCOR H - V	71,60	0,00	0,00	--	--	71,60	34,68	2.064

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	30 di 190

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	198,37	3780,95	2700,68	19.060
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	159,71	2282,49	1902,07	14.292

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 rigidezza 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 $0.5B\gamma N_\gamma$ 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 [MPa]

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

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
1	61.352 48.933 56.174	0.598 0.606 0.489	1.348 1.201 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.845	0.985
2	61.352 48.933 56.174	0.445 0.456 0.321	1.348 1.201 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.705	0.985

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[MPa]
1	2,00	2,30	2,36	19,00	38,00	0,000
2	2,00	2,30	2,36	19,00	38,00	0,000

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]	
7 - EQU (A1-M1-R3)	207,35	42,84	4.840
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	203,38	62,96	3.230

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]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 2,00	5,67	4.744
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,50; 4,00	7,60	4.208

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	3,04	0,00	0,00	4,82 - 0,39	64.179	32.007	0,000	0,0000	
2	8,22	0,00	0,00	0,39	56.605	32.007	0,000	0,0000	
3	12,06	0,00	0,00	0,39	49.884	32.007	0,000	0,0000	
4	15,10	0,00	0,00	0,39	44.014	32.007	0,000	0,0000	
5	17,55	0,00	0,00	0,39	38.685	32.007	0,000	0,0000	
6	19,57	0,00	0,00	0,39	33.731	32.007	0,000	0,0000	
7	21,23	0,00	0,00	0,39	29.051	32.007	0,000	0,0000	
8	22,57	0,00	0,00	0,39	24.576	32.007	0,000	0,0000	
9	23,64	0,00	0,00	0,39	20.257	32.007	0,000	0,0000	
10	26,92	0,00	0,00	0,39	16.055	32.007	0,000	0,0000	
11	26,73	0,00	0,00	0,39	11.941	32.007	0,000	0,0000	
12	28,52	0,00	0,00	0,39	7.889	32.007	0,000	0,0000	
13	34,51	0,00	0,00	0,39	3.876	32.007	0,000	0,0000	
14	18,28	0,00	0,00	0,39	-0.117	32.007	0,000	0,0000	
15	17,54	0,00	0,00	0,39	-4.111	32.007	0,000	0,0000	
16	15,71	0,00	0,00	0,39	-8.126	32.007	0,000	0,0000	
17	15,21	0,00	0,00	0,39	-12.181	32.007	0,000	0,0000	
18	14,49	0,00	0,00	0,39	-16.299	32.007	0,000	0,0000	
19	13,56	0,00	0,00	0,39	-20.507	32.007	0,000	0,0000	
20	12,39	0,00	0,00	0,39	-24.834	32.007	0,000	0,0000	
21	10,95	0,00	0,00	0,39	-29.319	32.007	0,000	0,0000	
22	9,21	0,00	0,00	0,39	-34.013	32.007	0,000	0,0000	
23	7,13	0,00	0,00	0,39	-38.986	32.007	0,000	0,0000	
24	4,63	0,00	0,00	0,39	-44.341	32.007	0,000	0,0000	
25	1,57	0,00	0,00	-5,05 - 0,39	-49.262	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	2,99	0,00	0,00	5,98 - 0,47	54.527	38.000	0,000	0,0000	
2	8,47	0,00	0,00	0,47	49.410	38.000	0,000	0,0000	
3	13,02	0,00	0,00	0,47	44.177	38.000	0,000	0,0000	
4	16,71	0,00	0,00	0,47	39.379	38.000	0,000	0,0000	
5	19,72	0,00	0,00	0,47	34.893	38.000	0,000	0,0000	
6	22,25	0,00	0,00	0,47	30.642	38.000	0,000	0,0000	
7	24,35	0,00	0,00	0,47	26.572	38.000	0,000	0,0000	
8	26,08	0,00	0,00	0,47	22.642	38.000	0,000	0,0000	
9	27,47	0,00	0,00	0,47	18.823	38.000	0,000	0,0000	
10	28,55	0,00	0,00	0,47	15.088	38.000	0,000	0,0000	
11	32,44	0,00	0,00	0,47	11.419	38.000	0,000	0,0000	
12	31,93	0,00	0,00	0,47	7.796	38.000	0,000	0,0000	
13	38,19	0,00	0,00	0,47	4.205	38.000	0,000	0,0000	
14	30,17	0,00	0,00	0,47	0.631	38.000	0,000	0,0000	
15	20,41	0,00	0,00	0,47	-2.942	38.000	0,000	0,0000	
16	18,33	0,00	0,00	0,47	-6.525	38.000	0,000	0,0000	
17	17,73	0,00	0,00	0,47	-10.135	38.000	0,000	0,0000	
18	16,88	0,00	0,00	0,47	-13.786	38.000	0,000	0,0000	
19	15,75	0,00	0,00	0,47	-17.495	38.000	0,000	0,0000	
20	14,32	0,00	0,00	0,47	-21.282	38.000	0,000	0,0000	
21	12,59	0,00	0,00	0,47	-25.170	38.000	0,000	0,0000	
22	10,51	0,00	0,00	0,47	-29.187	38.000	0,000	0,0000	
23	8,06	0,00	0,00	0,47	-33.368	38.000	0,000	0,0000	
24	5,16	0,00	0,00	0,47	-37.764	38.000	0,000	0,0000	
25	1,75	0,00	0,00	-5,86 - 0,47	-41.716	38.000	0,000	0,0000	

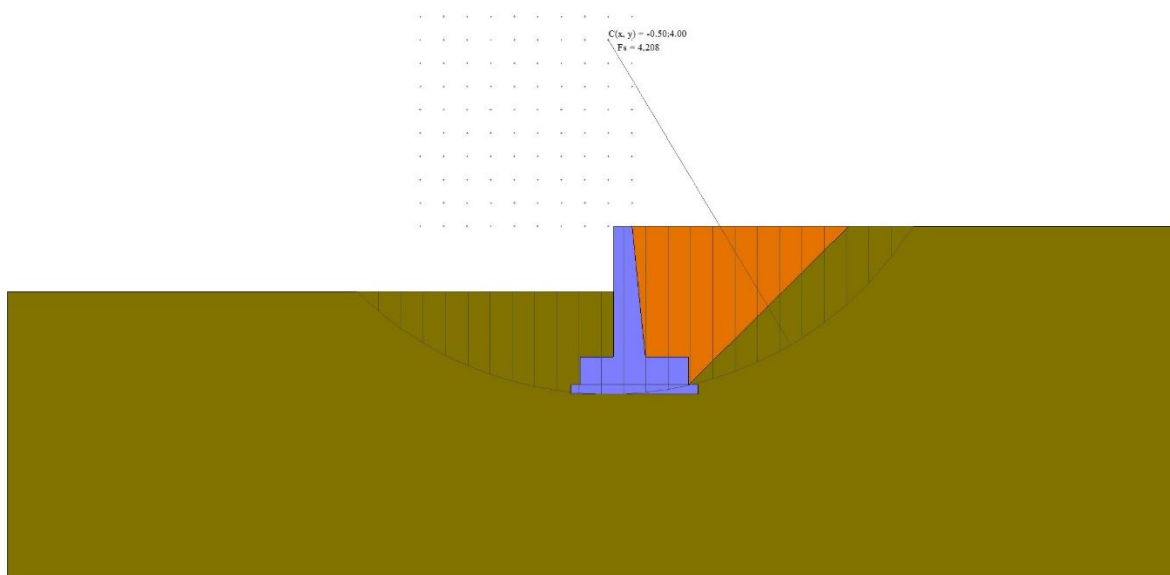


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

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	0,95	1,29	0,04	0,26	0,00	0,02
3	-0,20	1,93	2,61	0,14	0,58	0,02	0,06
4	-0,30	2,93	3,97	0,32	0,95	0,06	0,15
5	-0,40	3,96	5,35	0,58	1,38	0,13	0,29
6	-0,50	5,01	6,77	0,90	1,87	0,23	0,47
7	-0,60	6,08	8,22	1,29	2,41	0,38	0,72
8	-0,70	7,17	9,71	1,75	3,01	0,58	1,02
9	-0,80	8,29	11,22	2,29	3,67	0,83	1,40
10	-0,90	9,44	12,76	2,90	4,38	1,15	1,85
11	-1,00	10,60	14,34	3,58	5,15	1,54	2,38
12	-1,10	11,79	15,95	4,33	5,98	2,01	3,00
13	-1,20	13,01	17,59	5,15	6,87	2,57	3,70
14	-1,30	14,24	19,27	6,04	7,81	3,22	4,51
15	-1,40	15,50	20,97	7,01	8,81	3,97	5,42
16	-1,50	16,79	22,71	8,04	9,86	4,83	6,44
17	-1,60	18,09	24,48	9,15	10,97	5,81	7,58
18	-1,70	19,43	26,28	10,33	12,14	6,91	8,83
19	-1,80	20,78	28,11	11,58	13,37	8,14	10,22
20	-1,90	22,16	29,98	12,90	14,65	9,51	11,73
21	-2,00	23,56	31,87	14,29	15,99	11,02	13,39
22	-2,10	24,99	33,80	15,76	17,39	12,69	15,19
23	-2,20	26,43	35,76	17,29	18,84	14,51	17,14
24	-2,30	27,91	37,75	18,90	20,35	16,51	19,24
25	-2,40	29,40	39,78	20,49	21,92	18,67	21,51
26	-2,50	30,92	41,83	22,06	23,54	21,02	23,95
27	-2,60	32,47	43,92	23,68	25,22	23,56	26,56
28	-2,70	34,03	46,04	25,36	26,96	26,29	29,35
29	-2,80	35,62	48,19	27,09	28,75	29,23	32,32

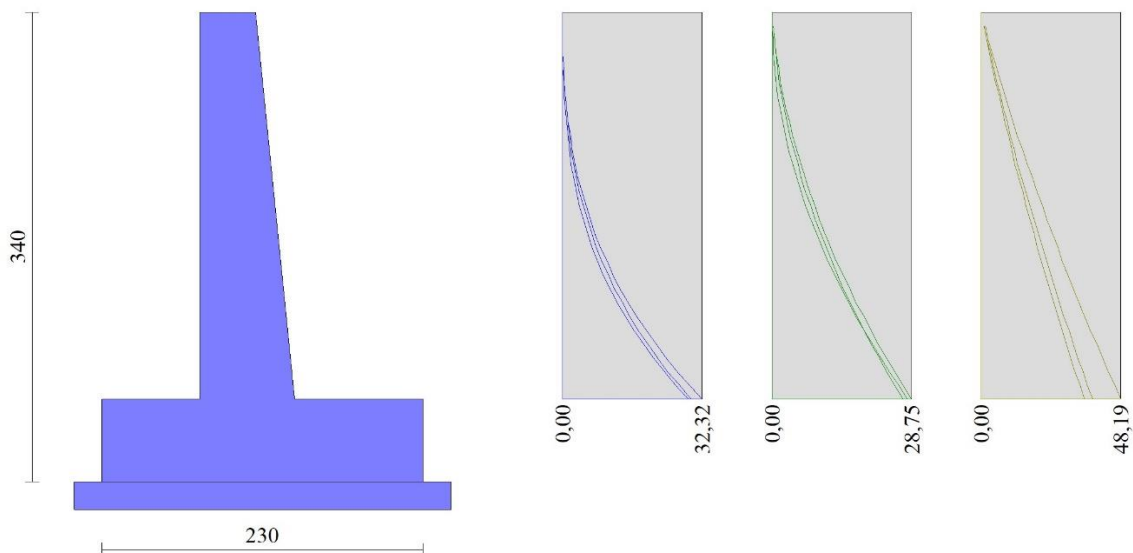


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,00	0,00	0,00	4,44	6,28	0,22	0,32
3	-0,90	0,00	0,00	8,77	12,24	0,88	1,25
4	-0,80	0,00	0,00	12,99	17,89	1,97	2,75
5	-0,70	0,00	0,00	17,10	23,22	3,48	4,81
6	-0,60	0,00	0,00	21,11	28,24	5,39	7,39
7	-0,50	0,00	0,00	25,01	32,94	7,70	10,45
8	-0,40	0,00	0,00	28,80	37,33	10,39	13,97
9	0,28	0,00	0,00	-19,73	-5,35	-11,07	-3,16
10	0,37	0,00	0,00	-18,92	-5,22	-9,29	-2,67
11	0,46	0,00	0,00	-17,86	-5,01	-7,59	-2,20
12	0,56	0,00	0,00	-16,54	-4,70	-6,01	-1,75
13	0,65	0,00	0,00	-14,96	-4,30	-4,56	-1,34
14	0,74	0,00	0,00	-13,11	-3,81	-3,27	-0,96
15	0,83	0,00	0,00	-11,01	-3,23	-2,15	-0,64
16	0,92	0,00	0,00	-8,65	-2,56	-1,25	-0,37
17	1,02	0,00	0,00	-6,03	-1,80	-0,57	-0,17
18	1,11	0,00	0,00	-3,14	-0,94	-0,15	-0,04
19	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

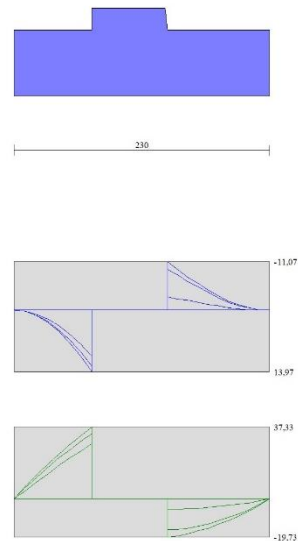


Fig. 9 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]

Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
 Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
 M momento agente espressa in [kNm]
 N sforzo normale agente espressa in [kN]
 Mu momento ultimi espresso in [kNm]
 Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	12,06	16,08	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	12,06	16,08	0,02	1,03	106,15	7272,24	7048.899
3	100	42	12,06	16,08	0,02	2,61	64,21	7422,75	2840.142
4	100	43	12,06	16,08	0,06	3,97	118,19	7573,26	1908.545
5	100	44	12,06	16,08	0,13	5,35	186,97	7723,76	1442.476
6	100	45	12,06	16,08	0,47	5,41	509,92	5824,21	1075.934
7	100	46	12,06	16,08	0,72	6,57	582,64	5338,70	812.313
8	100	47	12,06	16,08	1,02	7,76	645,71	4892,97	630.802
9	100	48	12,06	16,08	1,40	8,97	701,13	4494,22	501.209
10	100	49	12,06	16,08	1,85	10,20	748,81	4132,19	405.029
11	100	50	12,06	16,08	2,38	11,46	768,58	3703,08	323.041
12	100	51	12,06	16,08	3,00	12,75	769,32	3273,98	256.791
13	100	52	12,06	18,10	3,70	14,06	792,91	3009,55	214.028
14	100	53	12,06	18,10	4,51	15,40	783,97	2675,88	173.771
15	100	54	12,06	18,10	5,42	16,76	766,68	2370,15	141.403
16	100	55	12,06	18,10	6,44	18,15	749,45	2111,52	116.337
17	100	56	12,06	18,10	7,58	19,56	732,24	1890,51	96.633
18	100	57	12,06	18,10	8,83	21,00	715,90	1702,04	81.038
19	100	58	12,06	18,10	10,22	22,47	696,49	1531,50	68.164
20	100	59	12,06	22,12	11,73	23,96	801,85	1637,14	68.334
21	100	60	12,06	22,12	13,39	25,47	790,22	1503,42	59.018
22	100	61	12,06	22,12	15,19	27,01	782,47	1391,68	51.516
23	100	62	12,06	22,12	17,14	28,58	777,74	1297,00	45.379
24	100	63	12,06	22,12	19,24	30,17	770,29	1207,73	40.026
25	100	64	12,06	22,12	21,51	31,79	765,00	1130,51	35.561
26	100	65	12,06	22,12	23,95	33,43	761,63	1063,32	31.803
27	100	66	12,06	22,12	26,56	35,10	759,84	1004,34	28.611
28	100	67	12,06	22,12	29,35	36,80	759,36	952,18	25.877
29	100	68	12,06	22,12	32,32	38,52	758,12	903,49	23.457

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	60	12,06	12,06	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	60	12,06	12,06	0,32	0,00	247,06	0,00	780.542
3	100	60	12,06	12,06	1,25	0,00	247,06	0,00	198.427
4	100	60	12,06	12,06	2,75	0,00	247,06	0,00	89.703
5	100	60	12,06	12,06	4,81	0,00	247,06	0,00	51.339
6	100	60	12,06	12,06	7,39	0,00	247,06	0,00	33.440
7	100	60	12,06	12,06	10,45	0,00	247,06	0,00	23.643
8	100	60	12,06	12,06	13,97	0,00	247,06	0,00	17.690
9	100	60	12,06	12,06	-11,07	0,00	-247,06	0,00	22.322
10	100	60	12,06	12,06	-9,29	0,00	-247,06	0,00	26.600
11	100	60	12,06	12,06	-7,59	0,00	-247,06	0,00	32.534
12	100	60	12,06	12,06	-6,01	0,00	-247,06	0,00	41.112
13	100	60	12,06	12,06	-4,56	0,00	-247,06	0,00	54.196
14	100	60	12,06	12,06	-3,27	0,00	-247,06	0,00	75.659
15	100	60	12,06	12,06	-2,15	0,00	-247,06	0,00	114.716
16	100	60	12,06	12,06	-1,25	0,00	-247,06	0,00	198.072
17	100	60	12,06	12,06	-0,57	0,00	-247,06	0,00	433.200
18	100	60	12,06	12,06	-0,15	0,00	-247,06	0,00	1685.659
19	100	60	12,06	12,06	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

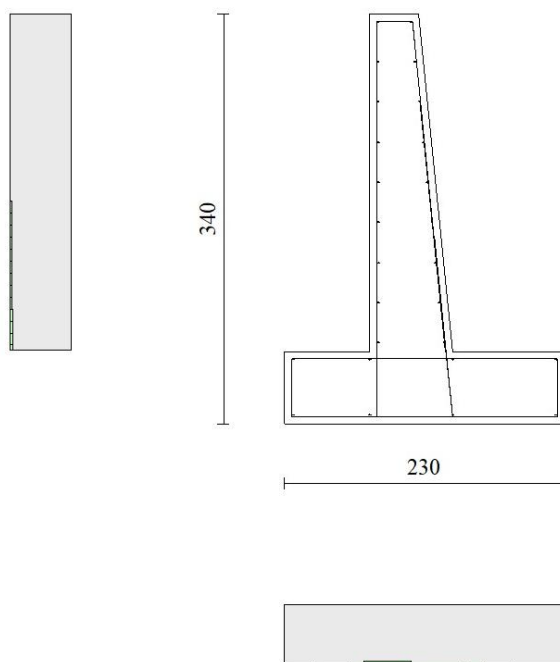


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

I_s	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A_{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
$\cot\theta$	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 espressa 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 [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	222,02	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	225,00	0,26	867.376
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	227,96	0,58	395.505
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	230,88	0,95	242.984
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	233,79	1,38	169.382
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	236,66	1,87	126.776
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	239,52	2,41	99.376
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	242,35	3,01	80.501
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	245,16	3,67	66.843
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	247,95	4,38	56.586
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	250,72	5,15	48.658
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	253,47	5,98	42.382
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	262,11	6,87	38.180
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	264,89	7,81	33.931
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	267,64	8,81	30.396
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	270,38	9,86	27.421

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	273,10	10,97	24.889
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	275,81	12,14	22.716
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	278,50	13,37	20.834
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	293,01	14,65	20.000
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	295,78	15,99	18.498
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	298,53	17,39	17.170
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	301,27	18,84	15.991
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	303,99	20,35	14.938
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	306,70	21,92	13.994
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	309,40	23,54	13.143
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	312,09	25,22	12.373
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	314,76	26,96	11.675
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	317,18	28,75	11.031

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	0,00	100.000
2	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-6,28	41.453
3	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-12,24	21.260
4	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-17,89	14.548
5	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-23,22	11.207
6	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-28,24	9.215
7	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-32,94	7.900
8	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-37,33	6.971
9	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-19,73	13.192
10	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-18,92	13.752
11	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-17,86	14.570
12	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-16,54	15.735
13	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-14,96	17.400
14	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-13,11	19.845
15	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-11,01	23.634
16	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-8,65	30.091
17	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-6,03	43.189
18	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	-3,14	82.804
19	100	60	0,00	--	0,00	0,00	260,24	0,00	100.000

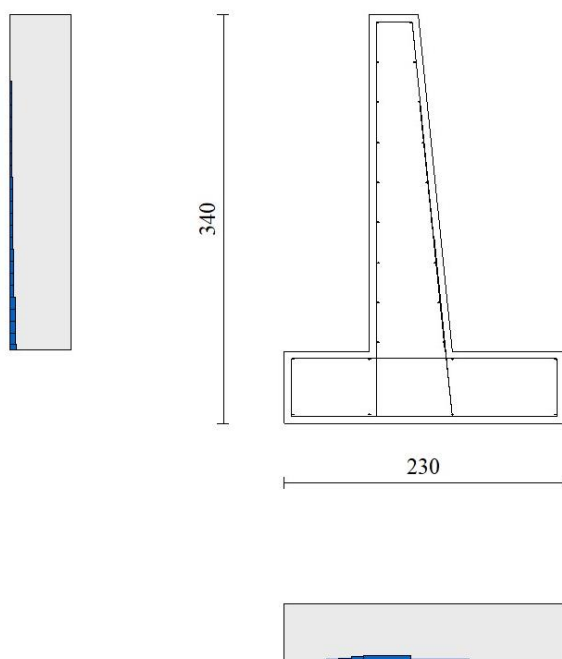


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

9 CALCOLO SEZIONE 2 H = 4.10 M (PRIMA DELLO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [MPa]	E [MPa]	ν	n	ntc
1	Cl. Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [MPa]	f _{uk} [MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4,10	[m]
Altezza paramento libero	2,50	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,81	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,05	[m]

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	38 di 190

Peso sp. rivestimento 0,0000 [kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,44	[m]
Lunghezza totale	3,25	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,80	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

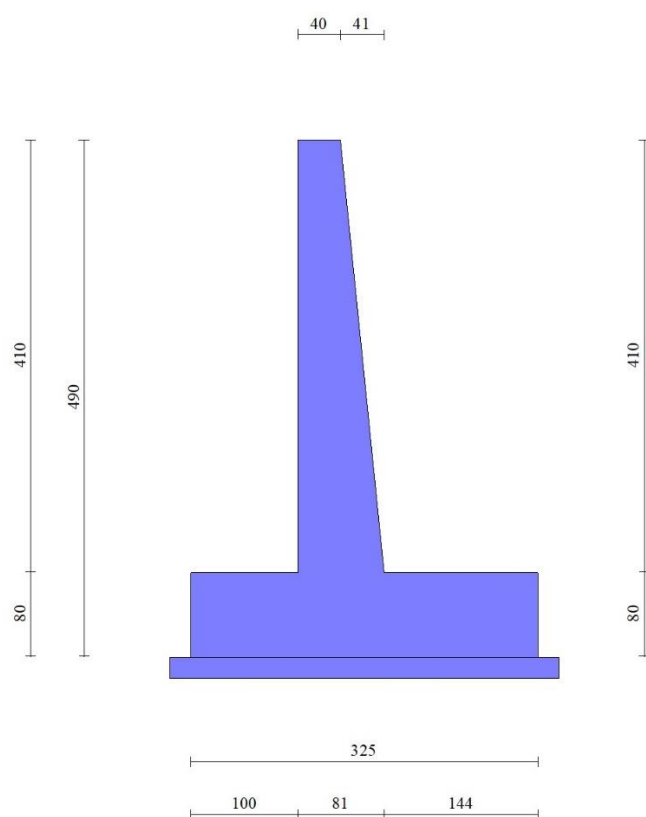


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione "Usa coeff. di spinta da strato")

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	7,20	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]



Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_t	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 5 - 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

Combinazione n° 6 - 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	41 di 190

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 10 - A1-M1-R3 SCOR H + V

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

Combinazione n° 11 - A1-M1-R3 SCOR H - V

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

Dati sismici

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.065	0.033
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Risultati per involucro

Spinta 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	83,52	20,00	78,49	28,57	1,85	-3,27
	Peso/Inerzia muro			0,00	161,93/0,00	0,07	-3,42
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,00	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	157,82/0,00	1,02	-1,96
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	37,44	-0,90	-3,30
2	Spinta statica	64,25	20,00	60,37	21,97	1,85	-3,27
	Incremento di spinta sismica		13,73	12,90	4,70	1,85	-2,45
	Peso/Inerzia muro			9,72	124,56/4,86	0,07	-3,42
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,00	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			9,47	121,40/4,74	1,02	-1,96
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			2,25	28,80	-0,90	-3,30

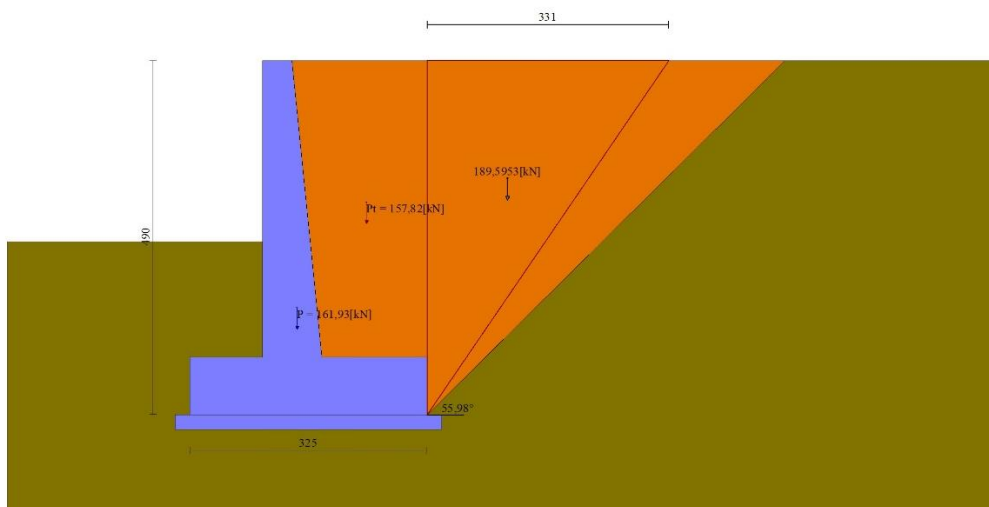


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

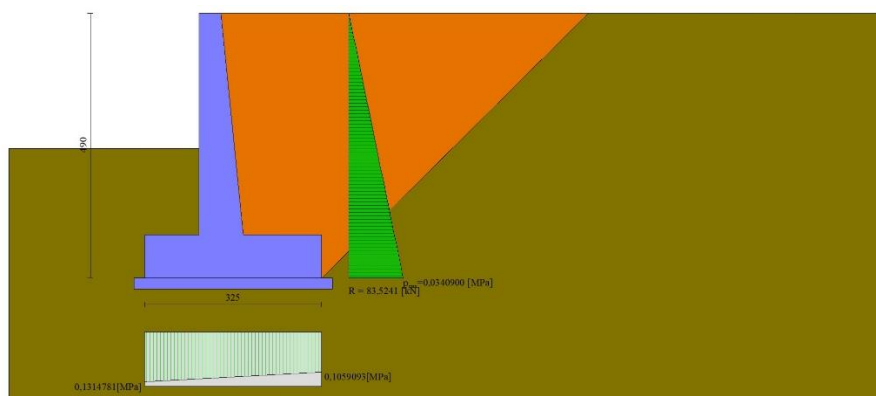


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

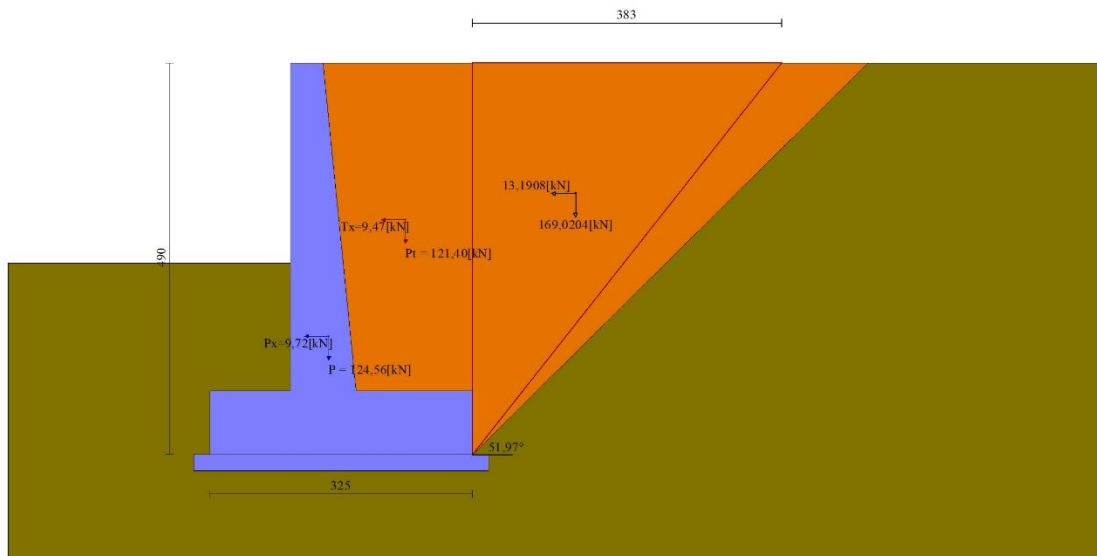


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

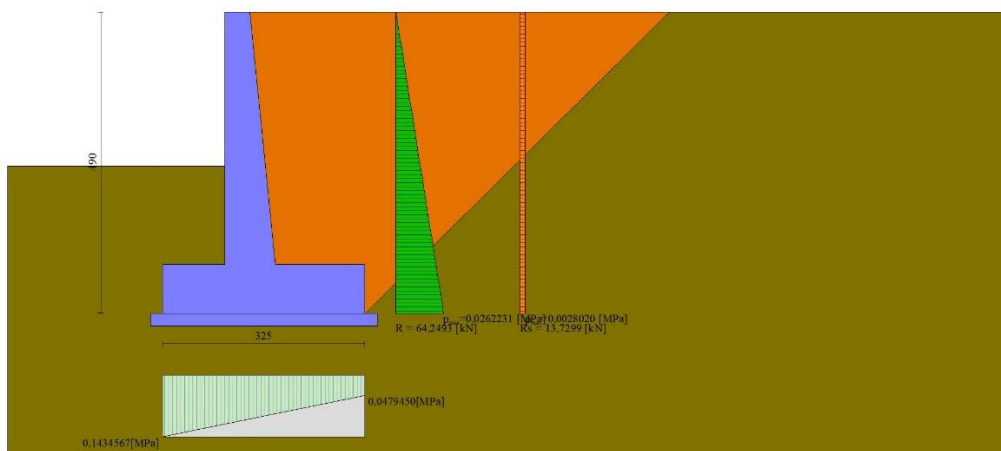


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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-R3)	385,75	78,49	128,21	732,55	0,058
2 - STR (A1-M1-R3)	311,03	94,72	176,05	597,40	0,270
3 - STR (A1-M1-R3)	290,15	90,09	183,34	573,28	0,281
4 - GEO (A2-M2-R2)	296,76	75,55	123,40	563,58	0,142
5 - GEO (A2-M2-R2)	311,03	94,72	176,05	597,40	0,270
6 - GEO (A2-M2-R2)	290,15	90,09	183,34	573,28	0,281
7 - EQU (A1-M1-R3)	303,33	78,49	128,21	584,93	0,119
8 - EQU (A1-M1-R3)	311,03	94,72	176,05	597,40	0,270

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	45 di 190

Ic	N	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
9 - EQU (A1-M1-R3)	290,15	90,09	183,34	573,28	0,281
10 - A1-M1-R3 SCOR	302,09	73,22	127,53	576,13	0,140
11 - A1-M1-R3 SCOR	294,14	71,43	130,23	566,94	0,140

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-R3)		2.326		16.704			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			12.187			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			12.699			
4 - GEO (A2-M2-R2)					3.697		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.560		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.491		
7 - EQU (A1-M1-R3)			4.562				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.393				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.127				
10 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.953					
11 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.949					

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	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	182,59	0,00	0,00	--	--	182,59	78,49	2.326
11 - A1-M1-R3 SCOR H - V	139,23	0,00	0,00	--	--	139,23	71,43	1.949

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	385,75	6443,80	4602,71	16.704
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	311,03	3790,35	3158,63	12.187

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico

d_c, d_q, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
 g_c, g_q, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
 b_c, b_q, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
 s_c, s_q, s_γ Fattori di forma della fondazione
 p_c, p_q, p_γ 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
 r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \cdot N_\gamma$ 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 [MPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

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
1	61.352	0.576	1.295	1.000	1.000	--	--	--	--	0.866	0.947
	48.933	0.585	1.170	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.464	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		
2	61.352	0.426	1.295	1.000	1.000	--	--	--	--	0.712	0.947
	48.933	0.438	1.170	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.302	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [MPa]
1	2,40	3,25	3,33	19,00	38,00	0,000
2	2,40	3,25	3,33	19,00	38,00	0,000

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 M_r 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°	M_s [kNm]	M_r [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	584,93	128,21	4.562
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	573,28	183,34	3.127

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I_c 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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,50	6,83	3.697
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,00; 4,50	9,83	3.491

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W peso della striscia espresso in [kN]
 Q_y carico sulla striscia espresso in [kN]
 Q_f carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]
 $T_x; T_y$ Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	6,17	0,00	0,00	6,17 - 0,49	70.726	24.791	0,000	0,0000	
2	16,37	0,00	0,00	0,49	60.700	32.007	0,000	0,0000	
3	23,19	0,00	0,00	0,49	53.092	32.007	0,000	0,0000	
4	28,38	0,00	0,00	0,49	46.687	32.007	0,000	0,0000	
5	32,51	0,00	0,00	0,49	40.981	32.007	0,000	0,0000	
6	35,88	0,00	0,00	0,49	35.739	32.007	0,000	0,0000	
7	38,62	0,00	0,00	0,49	30.824	32.007	0,000	0,0000	
8	40,85	0,00	0,00	0,49	26.152	32.007	0,000	0,0000	
9	45,27	0,00	0,00	0,49	21.662	32.007	0,000	0,0000	
10	46,64	0,00	0,00	0,49	17.308	32.007	0,000	0,0000	
11	47,81	0,00	0,00	0,49	13.056	32.007	0,000	0,0000	
12	48,98	0,00	0,00	0,49	8.876	32.007	0,000	0,0000	
13	59,11	0,00	0,00	0,49	4.743	32.007	0,000	0,0000	
14	43,15	0,00	0,00	0,49	0.635	32.007	0,000	0,0000	
15	27,27	0,00	0,00	0,49	-3.469	32.007	0,000	0,0000	
16	25,57	0,00	0,00	0,49	-7.592	32.007	0,000	0,0000	
17	23,57	0,00	0,00	0,49	-11.755	32.007	0,000	0,0000	
18	22,51	0,00	0,00	0,49	-15.982	32.007	0,000	0,0000	
19	21,10	0,00	0,00	0,49	-20.301	32.007	0,000	0,0000	
20	19,31	0,00	0,00	0,49	-24.745	32.007	0,000	0,0000	
21	17,11	0,00	0,00	0,49	-29.355	32.007	0,000	0,0000	
22	14,45	0,00	0,00	0,49	-34.186	32.007	0,000	0,0000	
23	11,23	0,00	0,00	0,49	-39.315	32.007	0,000	0,0000	
24	7,33	0,00	0,00	0,49	-44.859	32.007	0,000	0,0000	
25	2,54	0,00	0,00	-6,04 - 0,49	-50.401	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	6,16	0,00	0,00	7,75 - 0,63	58.795	38.000	0,000	0,0000	
2	17,20	0,00	0,00	0,63	52.726	38.000	0,000	0,0000	
3	25,79	0,00	0,00	0,63	47.028	38.000	0,000	0,0000	
4	32,75	0,00	0,00	0,63	41.894	38.000	0,000	0,0000	
5	38,53	0,00	0,00	0,63	37.147	38.000	0,000	0,0000	
6	43,36	0,00	0,00	0,63	32.685	38.000	0,000	0,0000	
7	47,39	0,00	0,00	0,63	28.437	38.000	0,000	0,0000	
8	50,71	0,00	0,00	0,63	24.354	38.000	0,000	0,0000	
9	53,39	0,00	0,00	0,63	20.400	38.000	0,000	0,0000	
10	60,19	0,00	0,00	0,63	16.546	38.000	0,000	0,0000	
11	60,64	0,00	0,00	0,63	12.767	38.000	0,000	0,0000	
12	63,04	0,00	0,00	0,63	9.044	38.000	0,000	0,0000	
13	77,90	0,00	0,00	0,63	5.360	38.000	0,000	0,0000	
14	35,45	0,00	0,00	0,63	1.698	38.000	0,000	0,0000	
15	33,81	0,00	0,00	0,63	-1.957	38.000	0,000	0,0000	
16	31,37	0,00	0,00	0,63	-5.621	38.000	0,000	0,0000	
17	30,44	0,00	0,00	0,63	-9.307	38.000	0,000	0,0000	
18	29,04	0,00	0,00	0,63	-13.033	38.000	0,000	0,0000	
19	27,16	0,00	0,00	0,63	-16.816	38.000	0,000	0,0000	
20	24,75	0,00	0,00	0,63	-20.677	38.000	0,000	0,0000	
21	21,80	0,00	0,00	0,63	-24.639	38.000	0,000	0,0000	
22	18,24	0,00	0,00	0,63	-28.732	38.000	0,000	0,0000	
23	14,00	0,00	0,00	0,63	-32.994	38.000	0,000	0,0000	
24	8,99	0,00	0,00	0,63	-37.474	38.000	0,000	0,0000	
25	3,07	0,00	0,00	-7,92 - 0,63	-41.616	38.000	0,000	0,0000	

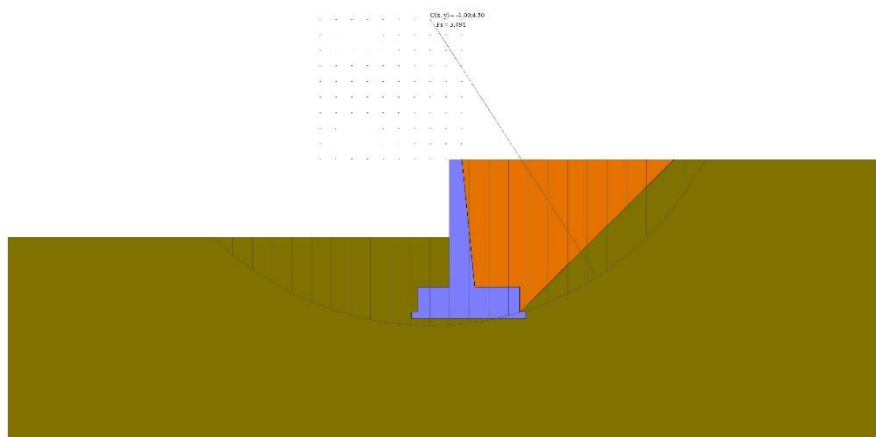


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

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	0,95	1,29	0,04	0,33	0,00	0,02
3	-0,20	1,93	2,61	0,14	0,72	0,02	0,08
4	-0,30	2,93	3,97	0,32	1,16	0,06	0,19
5	-0,40	3,96	5,35	0,58	1,67	0,13	0,35
6	-0,50	5,01	6,77	0,90	2,22	0,23	0,56
7	-0,60	6,08	8,22	1,29	2,84	0,38	0,85
8	-0,70	7,17	9,71	1,75	3,51	0,58	1,20
9	-0,80	8,29	11,22	2,29	4,24	0,83	1,63
10	-0,90	9,44	12,76	2,90	5,03	1,15	2,14
11	-1,00	10,60	14,34	3,58	5,87	1,54	2,74
12	-1,10	11,79	15,95	4,33	6,77	2,01	3,43
13	-1,20	13,01	17,59	5,15	7,72	2,57	4,22
14	-1,30	14,24	19,27	6,04	8,74	3,22	5,12
15	-1,40	15,50	20,97	7,01	9,81	3,97	6,12
16	-1,50	16,79	22,71	8,04	10,93	4,83	7,25
17	-1,60	18,09	24,48	9,15	12,12	5,81	8,49
18	-1,70	19,43	26,28	10,33	13,36	6,91	9,87
19	-1,80	20,78	28,11	11,58	14,66	8,14	11,38
20	-1,90	22,16	29,98	12,90	16,01	9,51	13,03
21	-2,00	23,56	31,87	14,29	17,42	11,02	14,82
22	-2,10	24,99	33,80	15,76	18,89	12,69	16,77
23	-2,20	26,43	35,76	17,29	20,41	14,51	18,87
24	-2,30	27,91	37,75	18,90	22,00	16,51	21,14
25	-2,40	29,40	39,78	20,58	23,63	18,67	23,57
26	-2,50	30,92	41,83	22,33	25,33	21,02	26,18
27	-2,60	32,47	43,92	24,15	27,08	23,56	28,97
28	-2,70	34,03	46,04	26,05	28,89	26,29	31,95
29	-2,80	35,62	48,19	28,01	30,76	29,23	35,12
30	-2,90	37,24	50,37	30,05	32,68	32,38	38,49
31	-3,00	38,87	52,59	32,05	34,66	35,75	42,06
32	-3,10	40,54	54,84	34,00	36,70	39,34	45,85
33	-3,20	42,22	57,11	36,01	38,79	43,16	49,84
34	-3,30	43,93	59,43	38,07	40,94	47,23	54,06
35	-3,40	45,66	61,77	40,19	43,15	51,54	58,51
36	-3,50	47,42	64,14	42,37	45,41	56,11	63,19
37	-3,60	49,19	66,55	44,60	47,73	60,94	68,11
38	-3,70	51,00	68,99	46,89	50,11	66,04	73,27
39	-3,80	52,82	71,46	49,24	52,55	71,41	78,68
40	-3,90	54,67	73,96	51,65	55,04	77,07	84,35
41	-4,00	56,54	76,49	54,11	57,59	82,91	90,28
42	-4,10	58,44	79,06	56,63	60,19	88,74	96,48

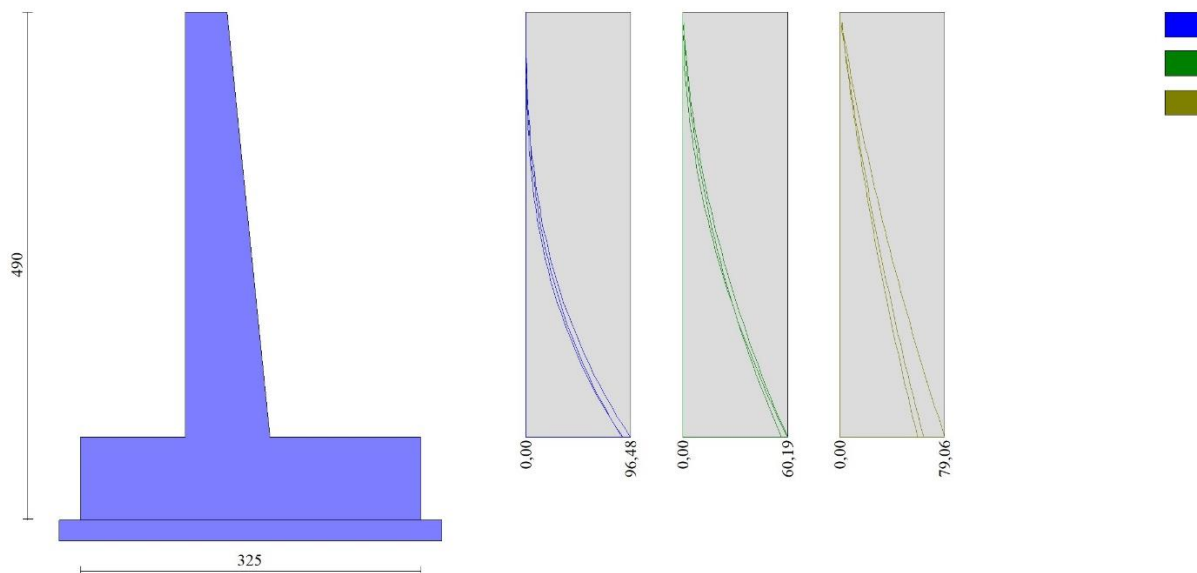


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,30	0,00	0,00	6,61	9,20	0,33	0,46
3	-1,20	0,00	0,00	13,13	18,10	1,32	1,83
4	-1,10	0,00	0,00	19,58	26,71	2,96	4,07
5	-1,00	0,00	0,00	25,95	35,03	5,23	7,16
6	-0,90	0,00	0,00	32,25	43,05	8,14	11,07
7	-0,80	0,00	0,00	38,46	50,78	11,68	15,76
8	-0,70	0,00	0,00	44,59	58,21	15,83	21,21
9	-0,60	0,00	0,00	50,65	65,35	20,60	27,39
10	-0,50	0,00	0,00	56,63	72,20	25,96	34,27
11	-0,40	0,00	0,00	62,53	78,75	31,92	41,82
12	0,41	0,00	0,00	-43,11	-14,20	-38,13	-12,18
13	0,51	0,00	0,00	-42,07	-13,76	-34,04	-10,84
14	0,60	0,00	0,00	-40,77	-13,25	-30,06	-9,54
15	0,70	0,00	0,00	-39,21	-12,67	-26,22	-8,30
16	0,79	0,00	0,00	-37,39	-12,01	-22,54	-7,11
17	0,89	0,00	0,00	-35,31	-11,28	-19,05	-6,00
18	0,99	0,00	0,00	-32,96	-10,48	-15,77	-4,95
19	1,08	0,00	0,00	-30,35	-9,61	-12,73	-3,99
20	1,18	0,00	0,00	-27,47	-8,66	-9,95	-3,11
21	1,27	0,00	0,00	-24,34	-7,64	-7,46	-2,33
22	1,37	0,00	0,00	-20,94	-6,55	-5,29	-1,64
23	1,47	0,00	0,00	-17,27	-5,38	-3,45	-1,07
24	1,56	0,00	0,00	-13,35	-4,15	-1,98	-0,61
25	1,66	0,00	0,00	-9,16	-2,84	-0,90	-0,28
26	1,75	0,00	0,00	-4,71	-1,45	-0,23	-0,07
27	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

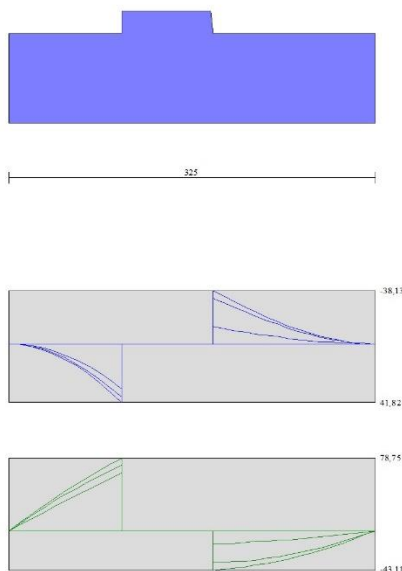


Fig. 9 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	14,07	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	14,07	18,10	0,02	1,03	134,20	7429,60	7201.419
3	100	42	14,07	18,10	0,02	2,61	65,57	7580,10	2900.349
4	100	43	14,07	18,10	0,06	3,97	120,65	7730,61	1948.200
5	100	44	14,07	18,10	0,35	4,28	483,28	5993,93	1400.588
6	100	45	14,07	18,10	0,56	5,41	565,21	5431,26	1003.343
7	100	46	14,07	18,10	0,85	6,57	634,67	4930,49	750.202
8	100	47	14,07	18,10	1,20	7,76	695,01	4496,77	579.724
9	100	48	14,07	18,10	1,63	8,97	746,07	4109,91	458.350
10	100	49	14,07	18,10	2,14	10,20	772,10	3683,57	361.056
11	100	50	14,07	18,10	2,74	11,46	774,75	3245,07	283.087
12	100	51	14,07	18,10	3,43	12,75	766,03	2848,57	223.424
13	100	52	14,07	20,11	4,22	14,06	791,80	2638,57	187.645
14	100	53	14,07	20,11	5,12	15,40	776,05	2335,95	151.696
15	100	54	14,07	20,11	6,12	16,76	761,41	2084,39	124.354
16	100	55	14,07	20,11	7,25	18,15	746,41	1869,45	103.000
17	100	56	14,07	20,11	8,49	19,56	733,60	1689,87	86.377
18	100	57	16,08	20,11	9,87	21,00	719,37	1531,17	72.902
19	100	58	16,08	22,12	11,38	22,47	764,41	1509,67	67.192

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
20	100	59	16,08	22,12	13,03	23,96	755,45	1389,53	57.998
21	100	60	16,08	22,12	14,82	25,47	747,47	1284,82	50.437
22	100	61	16,08	22,12	16,77	27,01	739,71	1191,89	44.120
23	100	62	16,08	22,12	18,87	28,58	734,46	1112,47	38.923
24	100	63	16,08	22,12	21,14	30,17	731,22	1043,86	34.595
25	100	64	16,08	24,13	23,57	31,79	790,47	1066,08	33.534
26	100	65	18,10	24,13	26,18	33,43	791,03	1010,10	30.211
27	100	66	18,10	24,13	28,97	35,10	791,93	959,42	27.332
28	100	67	18,10	24,13	31,95	36,80	793,85	914,20	24.845
29	100	68	18,10	24,13	35,12	38,52	796,65	873,62	22.682
30	100	69	18,10	26,14	38,49	40,26	861,58	901,20	22.384
31	100	70	18,10	26,14	42,06	42,03	866,05	865,40	20.589
32	100	71	18,10	26,14	45,85	43,83	871,14	832,80	19.002
33	100	72	18,10	26,14	49,84	45,65	876,77	802,99	17.591
34	100	73	22,12	26,14	54,06	47,50	884,85	777,38	16.367
35	100	74	22,12	26,14	58,51	49,37	891,40	752,14	15.235
36	100	75	22,12	30,16	63,19	51,27	1025,79	832,25	16.234
37	100	76	22,12	30,16	68,11	53,19	1033,98	807,52	15.182
38	100	77	22,12	30,16	73,27	55,14	1042,52	784,54	14.229
39	100	78	22,12	30,16	78,68	57,11	1051,37	763,15	13.362
40	100	79	22,12	30,16	84,35	59,11	1060,50	743,18	12.573
41	100	80	22,12	30,16	90,28	61,14	1069,90	724,51	11.851
42	100	81	22,12	30,16	96,48	63,19	1077,60	705,74	11.169

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	80	27,14	27,14	0,46	0,00	744,27	0,00	1609.860
3	100	80	27,14	27,14	1,83	0,00	744,27	0,00	406.775
4	100	80	27,14	27,14	4,07	0,00	744,27	0,00	182.746
5	100	80	27,14	27,14	7,16	0,00	744,27	0,00	103.919
6	100	80	27,14	27,14	11,07	0,00	744,27	0,00	67.244
7	100	80	27,14	27,14	15,76	0,00	744,27	0,00	47.220
8	100	80	27,14	27,14	21,21	0,00	744,27	0,00	35.085
9	100	80	27,14	27,14	27,39	0,00	744,27	0,00	27.169
10	100	80	27,14	27,14	34,27	0,00	744,27	0,00	21.715
11	100	80	27,14	27,14	41,82	0,00	744,27	0,00	17.795
12	100	80	27,14	27,14	-38,13	0,00	-744,27	0,00	19.519
13	100	80	27,14	27,14	-34,04	0,00	-744,27	0,00	21.865
14	100	80	27,14	27,14	-30,06	0,00	-744,27	0,00	24.759
15	100	80	27,14	27,14	-26,22	0,00	-744,27	0,00	28.386
16	100	80	27,14	27,14	-22,54	0,00	-744,27	0,00	33.020
17	100	80	27,14	27,14	-19,05	0,00	-744,27	0,00	39.072
18	100	80	27,14	27,14	-15,77	0,00	-744,27	0,00	47.196
19	100	80	27,14	27,14	-12,73	0,00	-744,27	0,00	58.470
20	100	80	27,14	27,14	-9,95	0,00	-744,27	0,00	74.788
21	100	80	27,14	27,14	-7,46	0,00	-744,27	0,00	99.731
22	100	80	27,14	27,14	-5,29	0,00	-744,27	0,00	140.759
23	100	80	27,14	27,14	-3,45	0,00	-744,27	0,00	215.650
24	100	80	27,14	27,14	-1,98	0,00	-744,27	0,00	376.049
25	100	80	27,14	27,14	-0,90	0,00	-744,27	0,00	830.242
26	100	80	27,14	27,14	-0,23	0,00	-744,27	0,00	3259.827
27	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

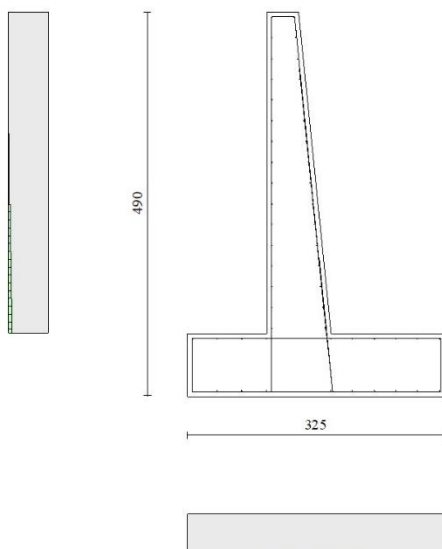


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Asw	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRcd	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
VRsd	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
VRd	resistenza di progetto a taglio espressa 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 [cm]	H [cm]	Asw [cmq]	cotθ	VRcd [kN]	VRsd [kN]	VRd [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	232,12	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	235,24	0,33	710.813
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	238,32	0,72	331.251
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	241,37	1,16	207.228
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	244,40	1,67	146.675
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	247,40	2,22	111.224
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	250,38	2,84	88.183
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	253,33	3,51	72.151
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	256,26	4,24	60.441
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	259,17	5,03	51.572
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	262,06	5,87	44.660
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	264,93	6,77	39.148
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	273,20	7,72	35.373
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	276,08	8,74	31.601
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	278,95	9,81	28.445
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	281,79	10,93	25.774
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	284,62	12,12	23.490
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	292,91	13,36	21.928
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	301,08	14,66	20.544
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	303,96	16,01	18.986
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	306,82	17,42	17.612
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	309,67	18,89	16.394
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	312,50	20,41	15.308

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	315,32	22,00	14.336
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	323,53	23,63	13.689
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	331,64	25,33	13.093
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	334,51	27,08	12.352
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	337,36	28,89	11.677
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	340,20	30,76	11.061
30	100	69	0,00	--	0,00	0,00	348,30	32,68	10.658
31	100	70	0,00	--	0,00	0,00	351,15	34,66	10.131
32	100	71	0,00	--	0,00	0,00	353,99	36,70	9.646
33	100	72	0,00	--	0,00	0,00	356,83	38,79	9.199
34	100	73	0,00	--	0,00	0,00	370,03	40,94	9.038
35	100	74	0,00	--	0,00	0,00	372,92	43,15	8.643
36	100	75	0,00	--	0,00	0,00	385,76	45,41	8.494
37	100	76	0,00	--	0,00	0,00	388,69	47,73	8.143
38	100	77	0,00	--	0,00	0,00	391,61	50,11	7.815
39	100	78	0,00	--	0,00	0,00	394,52	52,55	7.508
40	100	79	0,00	--	0,00	0,00	397,43	55,04	7.221
41	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,32	57,59	6.951
42	100	81	0,00	--	0,00	0,00	402,94	60,19	6.694

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	0,00	100.000
2	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-9,20	43.130
3	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-18,10	21.915
4	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-26,71	14.851
5	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-35,03	11.325
6	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-43,05	9.215
7	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-50,78	7.812
8	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-58,21	6.815
9	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-65,35	6.070
10	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-72,20	5.494
11	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-78,75	5.037
12	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-43,11	9.202
13	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-42,07	9.428
14	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-40,77	9.729
15	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-39,21	10.116
16	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-37,39	10.609
17	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-35,31	11.235
18	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-32,96	12.036
19	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-30,35	13.072
20	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-27,47	14.439
21	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-24,34	16.300
22	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-20,94	18.946
23	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-17,27	22.963
24	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-13,35	29.713
25	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-9,16	43.292
26	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-4,71	84.171
27	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	0,00	100.000

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	54 di 190

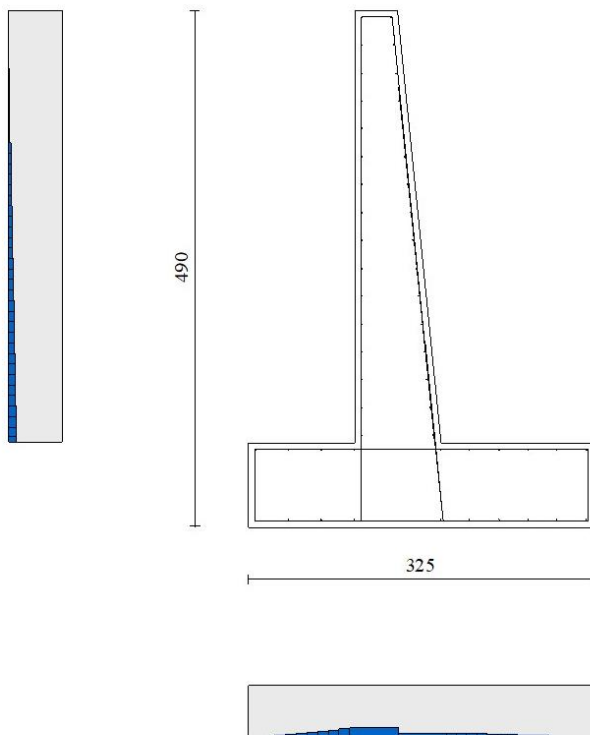


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	55 di 190

10 CALCOLO SEZIONE 3 H = 5.75 M (PRIMA DELLO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[MPa]	[MPa]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[MPa]	[MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	5,00	[m]
Paramento		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5,25	[m]
Altezza paramento libero	4,50	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,93	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,10	[m]

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	56 di 190

Peso sp. rivestimento 0,3334 [kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,32	[m]
Lunghezza totale	3,25	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,80	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

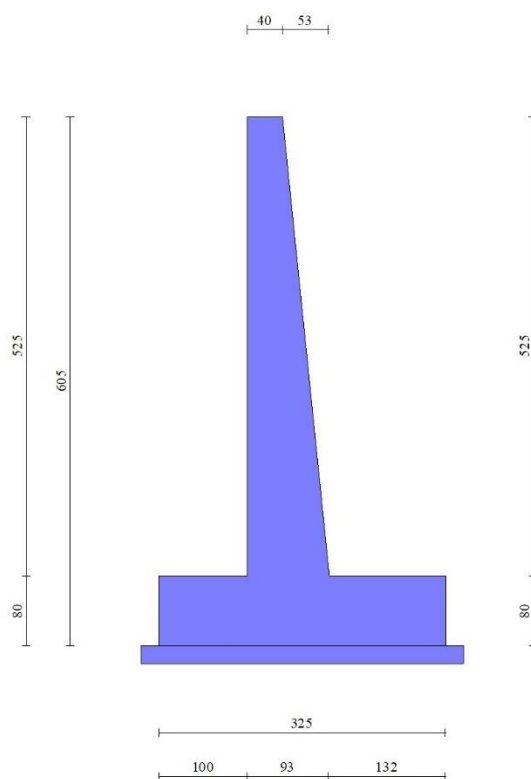


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione "Usa coeff. di spinta da strato")

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	10,80	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]



Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff. γ_G e γ_Q sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

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

Combinazione n° 5 - 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

Combinazione n° 6 - 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

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 10 - SLER

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

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - A1-M1-R3 SCOR H + V

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

Combinazione n° 14 - A1-M1-R3 SCOR H - V

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

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	60 di 190

Dati sismici

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.065	0.033
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	61 di 190

	SLU	Eccezionale
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile
 Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$w_1=0.20$
 $w_2=0.30$
 $w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per inviluppo

Spinta 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	127,33	20,00	119,65	43,55	1,85	-4,03
	Peso/Inerzia muro			0,00	193,60/0,00	0,07	-4,12
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,20	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	194,41/0,00	1,05	-2,48
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	17,55	-0,90	-4,88
2	Spinta statica	97,94	20,00	92,04	33,50	1,85	-4,03
	Incremento di spinta sismica		20,93	19,67	7,16	1,85	-3,02
	Peso/Inerzia muro			11,62	148,92/5,81	0,07	-4,12
	Peso/Inerzia rivestimento			0,01	0,15	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			11,67	149,55/5,84	1,05	-2,48
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,05	13,50	-0,90	-4,88

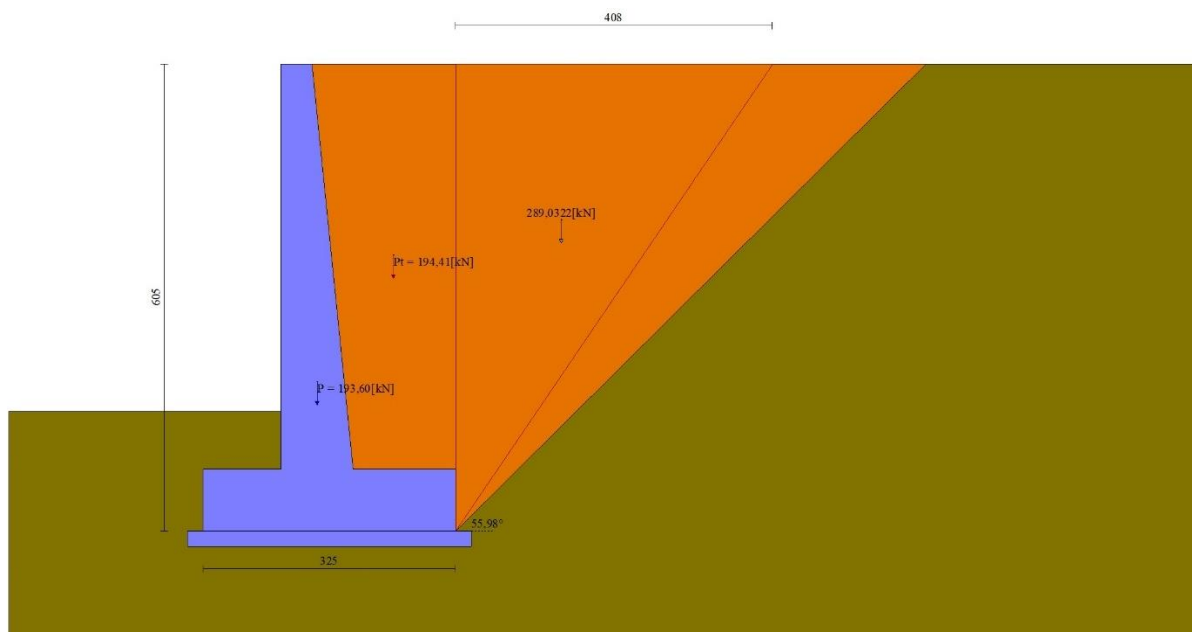


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

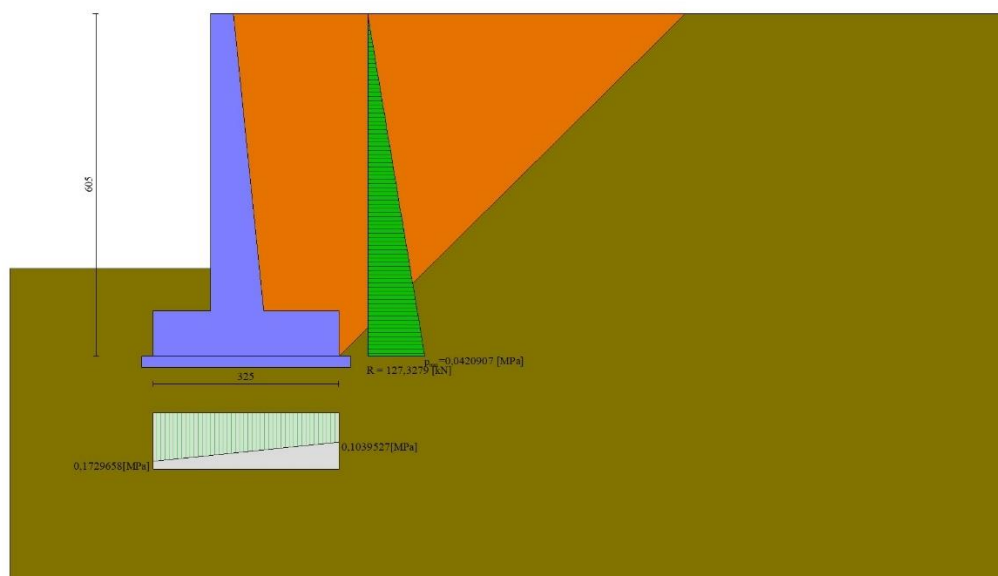


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

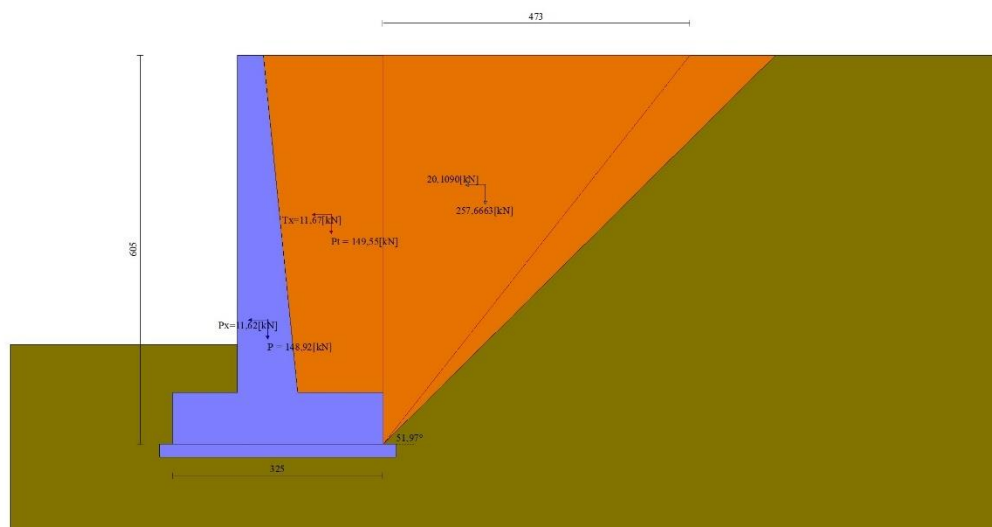


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

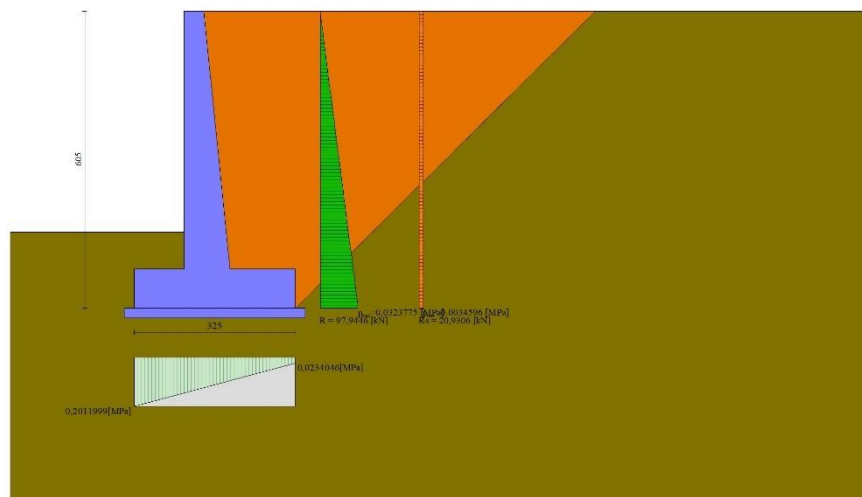


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	449,31	119,65	241,31	909,75	0,135
2 - STR (A1-M1-R3)	364,43	136,06	310,57	745,83	0,428
3 - STR (A1-M1-R3)	338,56	129,00	311,99	714,70	0,433
4 - GEO (A2-M2-R2)	345,66	115,17	232,27	699,92	0,270
5 - GEO (A2-M2-R2)	364,43	136,06	310,57	745,83	0,428
6 - GEO (A2-M2-R2)	338,56	129,00	311,99	714,70	0,433
7 - EQU (A1-M1-R3)	355,67	119,65	241,31	732,42	0,242
8 - EQU (A1-M1-R3)	364,43	136,06	310,57	745,83	0,428
9 - EQU (A1-M1-R3)	338,56	129,00	311,99	714,70	0,433
10 - SLER	345,62	92,04	185,62	699,81	0,135
11 - SLEF	345,62	92,04	185,62	699,81	0,135
12 - SLEQ	345,62	92,04	185,62	699,81	0,135
13 - A1-M1-R3 SCOR	352,65	108,45	232,13	716,92	0,248
14 - A1-M1-R3 SCOR	342,81	105,72	232,55	705,04	0,244

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-R3)		1.777		7.867			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			5.274			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			5.499			

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	65 di 190

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.149		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.313		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.285		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.035				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.402				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.291				
13 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.539					
14 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.535					

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
1 - STR (A1-M1-R3)	212,67	0,00	0,00	--	--	212,67	119,65	1.777
14 - A1-M1-R3 SCOR H - V	162,26	0,00	0,00	--	--	162,26	105,72	1.535

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	449,31	3534,51	2524,65	7.867
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	364,43	1922,00	1601,67	5.274

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 rigidezza 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 [MPa]

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

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
1	61.352	0.479	1.191	1.000	1.000	--	--	--	--	0.796	0.947
	48.933	0.489	1.110	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.356	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		
2	61.352	0.342	1.191	1.000	1.000	--	--	--	--	0.637	0.947
	48.933	0.356	1.110	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.220	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		

	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	66 di 190

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [MPa]
1	1,55	3,25	3,33	19,00	38.00	0,000
2	1,55	3,25	3,33	19,00	38.00	0,000

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
7 - EQU (A1-M1-R3)	732,42	241,31	3.035
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	714,70	311,99	2.291

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 0,50	7,36	2.149
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,50; 3,00	9,66	2.285

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	10,21	0,00	0,00	5,85 - 0,51	77.042	24.791	0,000	0,0000	
2	25,23	0,00	0,00	0,51	63.810	24.791	0,000	0,0000	
3	33,60	0,00	0,00	0,51	55.766	32.007	0,000	0,0000	
4	39,86	0,00	0,00	0,51	49.187	32.007	0,000	0,0000	
5	44,82	0,00	0,00	0,51	43.407	32.007	0,000	0,0000	
6	48,85	0,00	0,00	0,51	38.142	32.007	0,000	0,0000	
7	52,16	0,00	0,00	0,51	33.236	32.007	0,000	0,0000	
8	58,23	0,00	0,00	0,51	28.594	32.007	0,000	0,0000	
9	59,83	0,00	0,00	0,51	24.151	32.007	0,000	0,0000	
10	61,74	0,00	0,00	0,51	19.858	32.007	0,000	0,0000	
11	66,02	0,00	0,00	0,51	15.679	32.007	0,000	0,0000	
12	80,10	0,00	0,00	0,51	11.584	32.007	0,000	0,0000	
13	31,04	0,00	0,00	0,51	7.549	32.007	0,000	0,0000	
14	24,25	0,00	0,00	0,51	3.551	32.007	0,000	0,0000	
15	22,23	0,00	0,00	0,51	-0.429	32.007	0,000	0,0000	
16	21,51	0,00	0,00	0,51	-4.412	32.007	0,000	0,0000	
17	20,98	0,00	0,00	0,51	-8.416	32.007	0,000	0,0000	
18	20,11	0,00	0,00	0,51	-12.462	32.007	0,000	0,0000	
19	18,90	0,00	0,00	0,51	-16.573	32.007	0,000	0,0000	
20	17,30	0,00	0,00	0,51	-20.774	32.007	0,000	0,0000	
21	15,31	0,00	0,00	0,51	-25.096	32.007	0,000	0,0000	
22	12,88	0,00	0,00	0,51	-29.577	32.007	0,000	0,0000	
23	9,94	0,00	0,00	0,51	-34.270	32.007	0,000	0,0000	
24	6,42	0,00	0,00	0,51	-39.244	32.007	0,000	0,0000	
25	2,18	0,00	0,00	-6,92 - 0,51	-43.753	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	8,05	0,00	0,00	7,69 - 0,61	66.926	38.000	0,000	0,0000	
2	21,94	0,00	0,00	0,61	59.124	38.000	0,000	0,0000	
3	32,16	0,00	0,00	0,61	52.599	38.000	0,000	0,0000	
4	40,23	0,00	0,00	0,61	46.952	38.000	0,000	0,0000	
5	46,85	0,00	0,00	0,61	41.858	38.000	0,000	0,0000	
6	52,35	0,00	0,00	0,61	37.145	38.000	0,000	0,0000	
7	56,95	0,00	0,00	0,61	32.712	38.000	0,000	0,0000	
8	60,78	0,00	0,00	0,61	28.491	38.000	0,000	0,0000	
9	63,95	0,00	0,00	0,61	24.434	38.000	0,000	0,0000	
10	71,38	0,00	0,00	0,61	20.504	38.000	0,000	0,0000	
11	71,96	0,00	0,00	0,61	16.673	38.000	0,000	0,0000	
12	74,72	0,00	0,00	0,61	12.918	38.000	0,000	0,0000	
13	91,94	0,00	0,00	0,61	9.218	38.000	0,000	0,0000	
14	34,60	0,00	0,00	0,61	5.557	38.000	0,000	0,0000	
15	32,21	0,00	0,00	0,61	1.919	38.000	0,000	0,0000	
16	23,66	0,00	0,00	0,61	-1.712	38.000	0,000	0,0000	
17	23,24	0,00	0,00	0,61	-5.349	38.000	0,000	0,0000	
18	22,40	0,00	0,00	0,61	-9.008	38.000	0,000	0,0000	
19	21,10	0,00	0,00	0,61	-12.705	38.000	0,000	0,0000	
20	19,35	0,00	0,00	0,61	-16.457	38.000	0,000	0,0000	
21	17,11	0,00	0,00	0,61	-20.283	38.000	0,000	0,0000	
22	14,35	0,00	0,00	0,61	-24.207	38.000	0,000	0,0000	
23	11,03	0,00	0,00	0,61	-28.256	38.000	0,000	0,0000	
24	7,08	0,00	0,00	0,61	-32.466	38.000	0,000	0,0000	
25	2,41	0,00	0,00	-7,60 - 0,61	-36.258	38.000	0,000	0,0000	

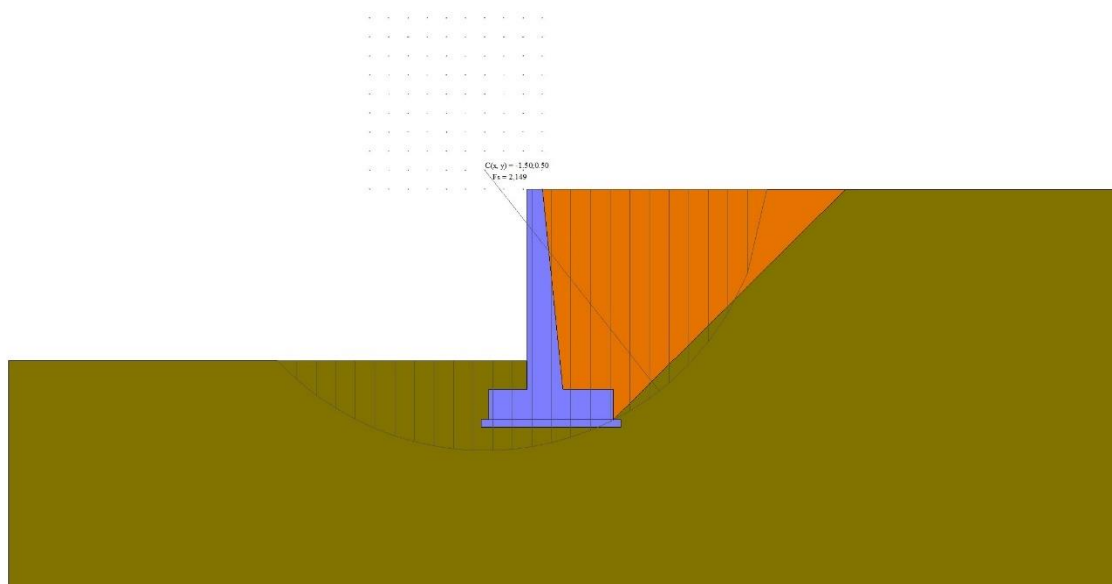


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

Paramento

[illegible]

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
- SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	68 di 190

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
2	-0,10	0,95	1,28	0,03	0,39	0,00	0,02
3	-0,20	1,91	2,59	0,11	0,84	0,02	0,09
4	-0,30	2,90	3,93	0,25	1,34	0,05	0,21
5	-0,40	3,92	5,30	0,43	1,90	0,10	0,39
6	-0,50	4,96	6,71	0,68	2,51	0,17	0,63
7	-0,59	6,02	8,14	0,97	3,18	0,28	0,94
8	-0,69	7,10	9,61	1,32	3,90	0,43	1,33
9	-0,79	8,21	11,10	1,73	4,68	0,62	1,79
10	-0,89	9,34	12,63	2,19	5,52	0,86	2,34
11	-0,99	10,49	14,19	2,70	6,41	1,15	2,99
12	-1,09	11,67	15,78	3,27	7,36	1,51	3,73
13	-1,19	12,87	17,41	3,89	8,36	1,92	4,57
14	-1,29	14,09	19,06	4,56	9,42	2,41	5,52
15	-1,39	15,34	20,75	5,29	10,54	2,97	6,59
16	-1,49	16,60	22,46	6,07	11,71	3,62	7,78
17	-1,58	17,90	24,21	6,91	12,94	4,35	9,09
18	-1,68	19,21	25,99	7,80	14,22	5,17	10,54
19	-1,78	20,55	27,80	8,74	15,56	6,09	12,12
20	-1,88	21,91	29,64	9,74	16,95	7,12	13,84
21	-1,98	23,29	31,51	10,79	18,40	8,25	15,71
22	-2,08	24,70	33,42	11,89	19,91	9,50	17,74
23	-2,18	26,13	35,35	13,05	21,47	10,86	19,92
24	-2,28	27,59	37,32	14,27	23,09	12,35	22,27
25	-2,38	29,06	39,32	15,53	24,76	13,97	24,79
26	-2,48	30,56	41,35	16,86	26,49	15,73	27,49
27	-2,58	32,09	43,41	18,23	28,28	17,63	30,37
28	-2,67	33,63	45,50	19,66	30,12	19,68	33,44
29	-2,77	35,20	47,62	21,14	32,01	21,87	36,70
30	-2,87	36,79	49,77	22,68	33,97	24,23	40,16
31	-2,97	38,41	51,96	24,27	35,98	26,75	43,83
32	-3,07	40,05	54,18	25,92	38,04	29,44	47,70
33	-3,17	41,71	56,42	27,61	40,16	32,30	51,79
34	-3,27	43,39	58,70	29,37	42,33	35,34	56,11
35	-3,37	45,10	61,01	31,17	44,57	38,56	60,65
36	-3,47	46,83	63,36	33,03	46,85	41,98	65,42
37	-3,57	48,59	65,73	34,95	49,20	45,59	70,43
38	-3,67	50,37	68,13	36,92	51,60	49,41	75,69
39	-3,76	52,17	70,57	38,94	54,05	53,43	81,20
40	-3,86	53,99	73,04	41,02	56,56	57,66	86,96
41	-3,96	55,84	75,53	43,15	59,13	62,11	92,98
42	-4,06	57,71	78,06	45,33	61,75	66,79	99,27
43	-4,16	59,60	80,63	47,57	64,43	71,69	105,83
44	-4,26	61,52	83,22	49,86	67,16	76,83	112,68
45	-4,36	63,45	85,84	52,21	69,95	82,20	119,80
46	-4,46	65,42	88,50	54,61	72,80	87,83	127,22
47	-4,56	67,40	91,18	57,06	75,70	93,70	134,93
48	-4,66	69,41	93,90	59,57	78,65	99,83	142,94
49	-4,75	71,44	96,65	62,13	81,67	106,22	151,25
50	-4,85	73,50	99,43	64,74	84,74	112,87	159,88
51	-4,95	75,58	102,24	67,41	87,86	119,80	168,83
52	-5,05	77,68	105,08	70,14	91,18	127,01	178,10
53	-5,15	79,80	107,95	72,91	94,79	134,50	187,70
54	-5,25	81,95	110,86	75,75	98,47	142,28	197,63

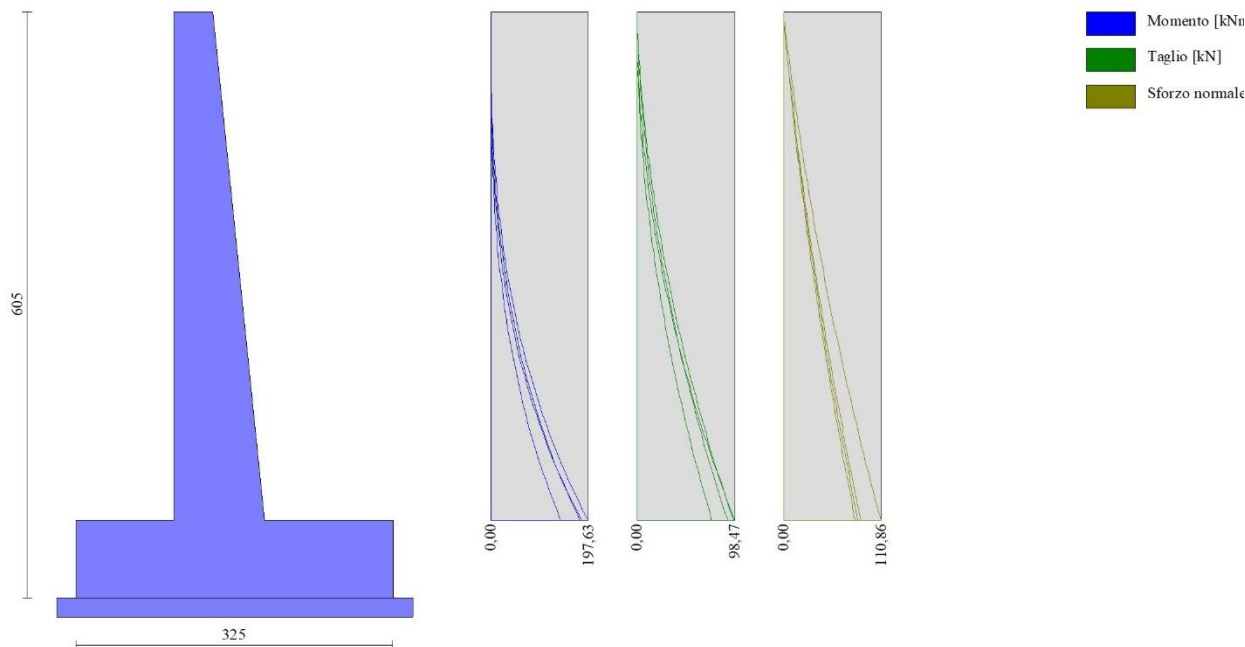


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,30	0,00	0,00	9,84	16,46	0,49	0,83
3	-1,20	0,00	0,00	19,51	32,37	1,96	3,27
4	-1,10	0,00	0,00	29,02	47,74	4,39	7,28
5	-1,00	0,00	0,00	38,37	62,55	7,76	12,80
6	-0,90	0,00	0,00	47,55	76,82	12,06	19,78
7	-0,80	0,00	0,00	56,57	90,54	17,26	28,15
8	-0,70	0,00	0,00	65,42	103,71	23,37	37,87
9	-0,60	0,00	0,00	74,11	116,34	30,34	48,87
10	-0,50	0,00	0,00	82,64	128,41	38,18	61,11
11	-0,40	0,00	0,00	91,01	139,94	46,87	74,54
12	0,53	0,00	0,00	-78,33	-30,83	-61,57	-23,48
13	0,62	0,00	0,00	-75,71	-29,57	-54,30	-20,63
14	0,71	0,00	0,00	-72,63	-28,17	-47,30	-17,91
15	0,81	0,00	0,00	-69,10	-26,62	-40,62	-15,33
16	0,90	0,00	0,00	-65,10	-24,93	-34,29	-12,89
17	1,00	0,00	0,00	-60,65	-23,09	-28,36	-10,63
18	1,09	0,00	0,00	-55,74	-21,11	-22,86	-8,54
19	1,19	0,00	0,00	-50,38	-18,98	-17,86	-6,65
20	1,28	0,00	0,00	-44,55	-16,70	-13,38	-4,97
21	1,37	0,00	0,00	-38,27	-14,28	-9,47	-3,51
22	1,47	0,00	0,00	-31,53	-11,72	-6,18	-2,28
23	1,56	0,00	0,00	-24,34	-9,01	-3,54	-1,30
24	1,66	0,00	0,00	-16,68	-6,15	-1,60	-0,59
25	1,75	0,00	0,00	-8,57	-3,15	-0,41	-0,15
26	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

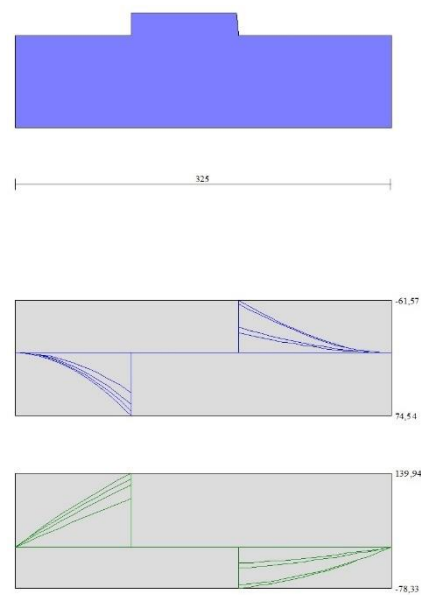


Fig. 9 - Fondazione

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	70 di 190

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	12,06	18,10	0,02	1,02	153,78	7349,51	7192.470
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,59	64,00	7498,61	2897.154
4	100	43	12,06	18,10	0,06	3,93	117,67	7647,71	1946.321
5	100	44	12,06	18,10	0,39	4,24	504,84	5517,97	1302.231
6	100	45	12,06	18,10	0,63	5,36	581,07	4948,73	923.418
7	100	46	12,06	18,10	0,94	6,51	644,18	4458,70	685.326
8	100	47	12,06	18,10	1,33	7,68	697,32	4039,32	526.105
9	100	48	12,06	18,10	1,79	8,87	730,61	3619,60	407.861
10	100	49	12,06	18,10	2,34	10,10	734,40	3164,30	313.408
11	100	50	12,06	18,10	2,99	11,34	726,70	2759,71	243.292
12	100	51	12,06	18,10	3,73	12,62	712,57	2411,21	191.138
13	100	52	12,06	20,11	4,57	13,91	736,36	2240,58	161.056
14	100	53	12,06	20,11	5,52	15,23	723,59	1995,15	130.970
15	100	54	12,06	20,11	6,59	16,58	708,59	1782,28	107.493
16	100	55	12,06	20,11	7,78	17,95	699,66	1614,64	89.941
17	100	56	12,06	20,11	9,09	19,35	683,54	1454,71	75.183
18	100	57	12,06	20,11	10,54	20,77	672,69	1326,18	63.848
19	100	58	12,06	22,12	12,12	22,22	719,42	1319,16	59.375
20	100	59	12,06	22,12	13,84	23,69	714,83	1223,53	51.649
21	100	60	12,06	22,12	15,71	25,19	709,50	1137,32	45.157
22	100	61	12,06	22,12	17,74	26,71	705,15	1061,77	39.755
23	100	62	12,06	22,12	19,92	28,25	702,70	996,57	35.271
24	100	63	12,06	22,12	22,27	29,83	701,77	939,76	31.508
25	100	64	12,06	24,13	24,79	31,42	760,62	963,97	30.677
26	100	65	12,06	24,13	27,49	33,04	762,06	915,99	27.719
27	100	66	12,06	24,13	30,37	34,69	764,47	873,20	25.170
28	100	67	12,06	24,13	33,44	36,36	767,69	834,82	22.958
29	100	68	12,06	24,13	36,70	38,06	771,61	800,19	21.024
30	100	69	12,06	24,13	40,16	39,78	776,14	768,82	19.326
31	100	70	14,07	26,14	43,83	41,53	842,08	797,94	19.214
32	100	71	14,07	26,14	47,70	43,30	847,98	769,74	17.777
33	100	72	14,07	26,14	51,79	45,10	854,33	743,88	16.495
34	100	73	14,07	26,14	56,11	46,92	861,06	720,07	15.347
35	100	74	14,07	26,14	60,65	48,77	868,15	698,07	14.315
36	100	75	14,07	26,14	65,42	50,64	875,55	677,70	13.383
37	100	76	14,07	28,15	70,43	52,53	945,73	705,40	13.428
38	100	77	14,07	28,15	75,69	54,46	954,18	686,50	12.607
39	100	78	14,07	28,15	81,20	56,40	962,87	668,86	11.859
40	100	79	14,07	28,15	86,96	58,37	971,79	652,36	11.175
41	100	80	14,07	28,15	92,98	60,37	980,92	636,89	10.550
42	100	81	18,10	30,16	99,27	62,39	1058,24	665,11	10.660
43	100	82	18,10	30,16	105,83	64,44	1068,34	650,48	10.094
44	100	83	18,10	30,16	112,68	66,51	1078,62	636,70	9.573
45	100	84	18,10	30,16	119,80	68,61	1089,06	623,68	9.091
46	100	85	18,10	30,16	127,22	70,73	1099,64	611,38	8.644
47	100	86	18,10	30,16	134,93	72,88	1110,37	599,74	8.229
48	100	87	18,10	34,18	142,94	75,05	1259,16	661,12	8.809
49	100	88	18,10	34,18	151,25	77,24	1271,38	649,29	8.406
50	100	89	18,10	34,18	159,88	79,47	1283,71	638,04	8.029
51	100	90	18,10	34,18	168,83	81,71	1296,17	627,34	7.677
52	100	91	18,10	34,18	178,10	83,98	1308,73	617,15	7.348
53	100	92	18,10	34,18	187,70	86,28	1321,40	607,42	7.040
54	100	92	18,10	34,18	197,63	88,60	1332,22	597,26	6.741

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	80	27,14	27,14	0,83	0,00	744,27	0,00	899.361
3	100	80	27,14	27,14	3,27	0,00	744,27	0,00	227.349
4	100	80	27,14	27,14	7,28	0,00	744,27	0,00	102.184
5	100	80	27,14	27,14	12,80	0,00	744,27	0,00	58.135
6	100	80	27,14	27,14	19,78	0,00	744,27	0,00	37.636
7	100	80	27,14	27,14	28,15	0,00	744,27	0,00	26.441
8	100	80	27,14	27,14	37,87	0,00	744,27	0,00	19.656
9	100	80	27,14	27,14	48,87	0,00	744,27	0,00	15.229
10	100	80	27,14	27,14	61,11	0,00	744,27	0,00	12.178
11	100	80	27,14	27,14	74,54	0,00	744,27	0,00	9.985
12	100	80	27,14	27,14	-61,57	0,00	-744,27	0,00	12.089
13	100	80	27,14	27,14	-54,30	0,00	-744,27	0,00	13.707
14	100	80	27,14	27,14	-47,30	0,00	-744,27	0,00	15.734
15	100	80	27,14	27,14	-40,62	0,00	-744,27	0,00	18.323
16	100	80	27,14	27,14	-34,29	0,00	-744,27	0,00	21.706
17	100	80	27,14	27,14	-28,36	0,00	-744,27	0,00	26.247
18	100	80	27,14	27,14	-22,86	0,00	-744,27	0,00	32.550
19	100	80	27,14	27,14	-17,86	0,00	-744,27	0,00	41.676
20	100	80	27,14	27,14	-13,38	0,00	-744,27	0,00	55.628
21	100	80	27,14	27,14	-9,47	0,00	-744,27	0,00	78.583
22	100	80	27,14	27,14	-6,18	0,00	-744,27	0,00	120.498
23	100	80	27,14	27,14	-3,54	0,00	-744,27	0,00	210.300
24	100	80	27,14	27,14	-1,60	0,00	-744,27	0,00	464.676
25	100	80	27,14	27,14	-0,41	0,00	-744,27	0,00	1825.907
26	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

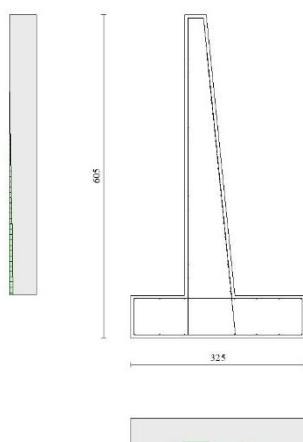


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Asw	area ferri a taglio espresso in [cmq]
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 [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	227,18	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	230,21	0,39	589.938
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	233,20	0,84	278.641
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	236,16	1,34	176.312
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	239,10	1,90	126.032
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	242,02	2,51	96.411
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	244,91	3,18	77.035
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	247,77	3,90	63.468
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	250,62	4,68	53.501
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	253,45	5,52	45.908
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	256,25	6,41	39.958
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	259,04	7,36	35.191
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	267,45	8,36	31.974
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	270,26	9,42	28.677
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	273,05	10,54	25.907
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	275,81	11,71	23.552
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	278,57	12,94	21.531
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	281,30	14,22	19.782
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	289,76	15,56	18.623
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	292,52	16,95	17.254
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	295,26	18,40	16.044
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	297,99	19,91	14.967
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	300,71	21,47	14.005
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	303,41	23,09	13.141
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	311,90	24,76	12.596
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	314,62	26,49	11.876
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	317,33	28,28	11.222
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	320,03	30,12	10.626
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	322,72	32,01	10.080
30	100	69	0,00	--	0,00	0,00	325,39	33,97	9.580
31	100	70	0,00	--	0,00	0,00	339,58	35,98	9.439
32	100	71	0,00	--	0,00	0,00	342,31	38,04	8.999
33	100	72	0,00	--	0,00	0,00	345,04	40,16	8.592
34	100	73	0,00	--	0,00	0,00	347,76	42,33	8.215
35	100	74	0,00	--	0,00	0,00	350,47	44,57	7.864
36	100	75	0,00	--	0,00	0,00	353,17	46,85	7.538
37	100	76	0,00	--	0,00	0,00	361,57	49,20	7.349
38	100	77	0,00	--	0,00	0,00	364,29	51,60	7.060
39	100	78	0,00	--	0,00	0,00	366,99	54,05	6.790
40	100	79	0,00	--	0,00	0,00	369,69	56,56	6.536
41	100	80	0,00	--	0,00	0,00	372,38	59,13	6.298
42	100	81	0,00	--	0,00	0,00	391,74	61,75	6.344
43	100	82	0,00	--	0,00	0,00	394,52	64,43	6.123
44	100	83	0,00	--	0,00	0,00	397,29	67,16	5.916
45	100	84	0,00	--	0,00	0,00	400,06	69,95	5.719
46	100	85	0,00	--	0,00	0,00	402,81	72,80	5.533
47	100	86	0,00	--	0,00	0,00	405,56	75,70	5.358
48	100	87	0,00	--	0,00	0,00	419,05	78,65	5.328
49	100	88	0,00	--	0,00	0,00	421,85	81,67	5.166
50	100	89	0,00	--	0,00	0,00	424,64	84,74	5.011
51	100	90	0,00	--	0,00	0,00	427,43	87,86	4.865
52	100	91	0,00	--	0,00	0,00	430,20	91,04	4.725
53	100	92	0,00	--	0,00	0,00	432,97	94,28	4.593
54	100	92	0,00	--	0,00	0,00	438,64	98,47	4.455

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	0,00	100.000
2	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-16,46	24.100
3	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-32,37	12.254
4	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-47,74	8.310
5	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-62,55	6.342
6	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-76,82	5.164
7	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-90,54	4.381
8	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-103,71	3.825
9	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-116,34	3.410
10	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-128,41	3.089
11	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-139,94	2.835
12	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-78,33	5.064
13	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-75,71	5.240
14	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-72,63	5.462
15	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-69,10	5.741
16	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-65,10	6.093
17	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-60,65	6.540
18	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-55,74	7.116
19	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-50,38	7.874
20	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-44,55	8.903
21	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-38,27	10.364

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
22	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-31,53	12.579
23	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-24,34	16.299
24	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-16,68	23.778
25	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	-8,57	46.286
26	100	80	0,00	--	0,00	0,00	396,68	0,00	100.000

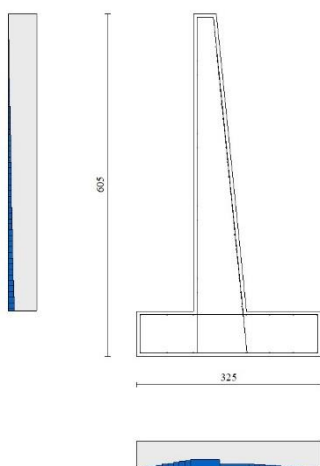


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [MPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [MPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [MPa]	σ _{fi} [MPa]	σ _{fs} [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,98	0,002 (10)	0,030 (10)	0,034 (10)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	1,99	0,005 (10)	0,057 (10)	0,072 (10)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,02	0,008 (10)	0,079 (10)	0,113 (10)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,08	0,011 (10)	0,095 (10)	0,159 (10)
6	100	45	12,06	18,10	0,17	5,16	0,015 (10)	0,103 (10)	0,211 (10)
7	100	46	12,06	18,10	0,28	6,26	0,020 (10)	0,105 (10)	0,271 (10)
8	100	47	12,06	18,10	0,43	7,39	0,025 (10)	0,097 (10)	0,338 (10)
9	100	48	12,06	18,10	0,62	8,54	0,031 (10)	0,081 (10)	0,413 (10)
10	100	49	12,06	18,10	0,86	9,72	0,038 (10)	0,056 (10)	0,497 (10)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	74 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
11	100	50	12,06	18,10	1,15	10,92	0,045 (10)	0,011 (10)	0,593 (10)
12	100	51	12,06	18,10	1,51	12,14	0,055 (10)	0,065 (10)	0,706 (10)
13	100	52	12,06	20,11	1,92	13,39	0,065 (10)	0,177 (10)	0,834 (10)
14	100	53	12,06	20,11	2,41	14,66	0,078 (10)	0,340 (10)	0,980 (10)
15	100	54	12,06	20,11	2,97	15,96	0,092 (10)	0,562 (10)	1,145 (10)
16	100	55	12,06	20,11	3,62	17,28	0,108 (10)	0,848 (10)	1,328 (10)
17	100	56	12,06	20,11	4,35	18,62	0,126 (10)	1,202 (10)	1,527 (10)
18	100	57	12,06	20,11	5,17	19,99	0,145 (10)	1,628 (10)	1,743 (10)
19	100	58	12,06	22,12	6,09	21,38	0,163 (10)	1,988 (10)	1,953 (10)
20	100	59	12,06	22,12	7,12	22,80	0,185 (10)	2,514 (10)	2,195 (10)
21	100	60	12,06	22,12	8,25	24,24	0,208 (10)	3,106 (10)	2,452 (10)
22	100	61	12,06	22,12	9,50	25,70	0,233 (10)	3,766 (10)	2,723 (10)
23	100	62	12,06	22,12	10,86	27,19	0,258 (10)	4,494 (10)	3,009 (10)
24	100	63	12,06	22,12	12,35	28,71	0,286 (10)	5,291 (10)	3,310 (10)
25	100	64	12,06	24,13	13,97	30,24	0,307 (10)	5,724 (10)	3,576 (10)
26	100	65	12,06	24,13	15,73	31,80	0,336 (10)	6,586 (10)	3,900 (10)
27	100	66	12,06	24,13	17,63	33,39	0,366 (10)	7,512 (10)	4,237 (10)
28	100	67	12,06	24,13	19,68	35,00	0,398 (10)	8,503 (10)	4,589 (10)
29	100	68	12,06	24,13	21,87	36,63	0,430 (10)	9,559 (10)	4,955 (10)
30	100	69	12,06	24,13	24,23	38,29	0,464 (10)	10,679 (10)	5,335 (10)
31	100	70	14,07	26,14	26,75	39,97	0,482 (10)	11,019 (10)	5,568 (10)
32	100	71	14,07	26,14	29,44	41,67	0,516 (10)	12,180 (10)	5,963 (10)
33	100	72	14,07	26,14	32,30	43,40	0,552 (10)	13,402 (10)	6,372 (10)
34	100	73	14,07	26,14	35,34	45,16	0,589 (10)	14,685 (10)	6,794 (10)
35	100	74	14,07	26,14	38,56	46,93	0,627 (10)	16,031 (10)	7,230 (10)
36	100	75	14,07	26,14	41,98	48,74	0,666 (10)	17,439 (10)	7,679 (10)
37	100	76	14,07	28,15	45,59	50,56	0,690 (10)	17,685 (10)	8,027 (10)
38	100	77	14,07	28,15	49,41	52,41	0,730 (10)	19,115 (10)	8,494 (10)
39	100	78	14,07	28,15	53,43	54,28	0,771 (10)	20,604 (10)	8,974 (10)
40	100	79	14,07	28,15	57,66	56,18	0,813 (10)	22,153 (10)	9,466 (10)
41	100	80	14,07	28,15	62,11	58,10	0,856 (10)	23,760 (10)	9,971 (10)
42	100	81	18,10	30,16	66,79	60,05	0,861 (10)	23,757 (10)	10,075 (10)
43	100	82	18,10	30,16	71,69	62,02	0,904 (10)	25,370 (10)	10,583 (10)
44	100	83	18,10	30,16	76,83	64,01	0,948 (10)	27,038 (10)	11,104 (10)
45	100	84	18,10	30,16	82,20	66,03	0,993 (10)	28,763 (10)	11,637 (10)
46	100	85	18,10	30,16	87,83	68,07	1,038 (10)	30,543 (10)	12,181 (10)
47	100	86	18,10	30,16	93,70	70,14	1,085 (10)	32,380 (10)	12,737 (10)
48	100	87	18,10	34,18	99,83	72,23	1,089 (10)	30,535 (10)	12,962 (10)
49	100	88	18,10	34,18	106,22	74,34	1,135 (10)	32,267 (10)	13,523 (10)
50	100	89	18,10	34,18	112,87	76,48	1,182 (10)	34,049 (10)	14,095 (10)
51	100	90	18,10	34,18	119,80	78,64	1,229 (10)	35,881 (10)	14,678 (10)
52	100	91	18,10	34,18	127,01	80,83	1,278 (10)	37,764 (10)	15,272 (10)
53	100	92	18,10	34,18	134,50	83,04	1,327 (10)	39,697 (10)	15,876 (10)
54	100	92	18,10	34,18	142,28	85,28	1,380 (10)	41,743 (10)	16,517 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	80	27,14	27,14	0,49	0,00	0,006 (10)	0,269 (10)	0,061 (10)
3	100	80	27,14	27,14	1,96	0,00	0,024 (10)	1,069 (10)	0,241 (10)
4	100	80	27,14	27,14	4,39	0,00	0,054 (10)	2,393 (10)	0,540 (10)
5	100	80	27,14	27,14	7,76	0,00	0,095 (10)	4,230 (10)	0,955 (10)
6	100	80	27,14	27,14	12,06	0,00	0,148 (10)	6,572 (10)	1,483 (10)
7	100	80	27,14	27,14	17,26	0,00	0,212 (10)	9,411 (10)	2,124 (10)
8	100	80	27,14	27,14	23,37	0,00	0,287 (10)	12,736 (10)	2,875 (10)
9	100	80	27,14	27,14	30,34	0,00	0,373 (10)	16,540 (10)	3,733 (10)
10	100	80	27,14	27,14	38,18	0,00	0,469 (10)	20,813 (10)	4,698 (10)
11	100	80	27,14	27,14	46,87	0,00	0,576 (10)	25,547 (10)	5,766 (10)
12	100	80	27,14	27,14	-23,48	0,00	0,289 (10)	2,889 (10)	12,799 (10)
13	100	80	27,14	27,14	-20,63	0,00	0,254 (10)	2,538 (10)	11,246 (10)
14	100	80	27,14	27,14	-17,91	0,00	0,220 (10)	2,203 (10)	9,762 (10)
15	100	80	27,14	27,14	-15,33	0,00	0,188 (10)	1,885 (10)	8,354 (10)
16	100	80	27,14	27,14	-12,89	0,00	0,158 (10)	1,586 (10)	7,028 (10)
17	100	80	27,14	27,14	-10,63	0,00	0,131 (10)	1,308 (10)	5,794 (10)
18	100	80	27,14	27,14	-8,54	0,00	0,105 (10)	1,051 (10)	4,658 (10)
19	100	80	27,14	27,14	-6,65	0,00	0,082 (10)	0,819 (10)	3,627 (10)
20	100	80	27,14	27,14	-4,97	0,00	0,061 (10)	0,612 (10)	2,710 (10)
21	100	80	27,14	27,14	-3,51	0,00	0,043 (10)	0,432 (10)	1,913 (10)
22	100	80	27,14	27,14	-2,28	0,00	0,028 (10)	0,281 (10)	1,244 (10)
23	100	80	27,14	27,14	-1,30	0,00	0,016 (10)	0,160 (10)	0,711 (10)
24	100	80	27,14	27,14	-0,59	0,00	0,007 (10)	0,072 (10)	0,321 (10)
25	100	80	27,14	27,14	-0,15	0,00	0,002 (10)	0,018 (10)	0,081 (10)
26	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,98	0,002 (11)	0,030 (11)	0,034 (11)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	1,99	0,005 (11)	0,057 (11)	0,072 (11)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,02	0,008 (11)	0,079 (11)	0,113 (11)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,08	0,011 (11)	0,095 (11)	0,159 (11)
6	100	45	12,06	18,10	0,17	5,16	0,015 (11)	0,103 (11)	0,211 (11)
7	100	46	12,06	18,10	0,28	6,26	0,020 (11)	0,105 (11)	0,271 (11)
8	100	47	12,06	18,10	0,43	7,39	0,025 (11)	0,097 (11)	0,338 (11)
9	100	48	12,06	18,10	0,62	8,54	0,031 (11)	0,081 (11)	0,413 (11)
10	100	49	12,06	18,10	0,86	9,72	0,038 (11)	0,056 (11)	0,497 (11)
11	100	50	12,06	18,10	1,15	10,92	0,045 (11)	0,011 (11)	0,593 (11)
12	100	51	12,06	18,10	1,51	12,14	0,055 (11)	0,065 (11)	0,706 (11)
13	100	52	12,06	20,11	1,92	13,39	0,065 (11)	0,177 (11)	0,834 (11)
14	100	53	12,06	20,11	2,41	14,66	0,078 (11)	0,340 (11)	0,980 (11)
15	100	54	12,06	20,11	2,97	15,96	0,092 (11)	0,562 (11)	1,145 (11)
16	100	55	12,06	20,11	3,62	17,28	0,108 (11)	0,848 (11)	1,328 (11)
17	100	56	12,06	20,11	4,35	18,62	0,126 (11)	1,202 (11)	1,527 (11)
18	100	57	12,06	20,11	5,17	19,99	0,145 (11)	1,628 (11)	1,743 (11)
19	100	58	12,06	22,12	6,09	21,38	0,163 (11)	1,988 (11)	1,953 (11)
20	100	59	12,06	22,12	7,12	22,80	0,185 (11)	2,514 (11)	2,195 (11)
21	100	60	12,06	22,12	8,25	24,24	0,208 (11)	3,106 (11)	2,452 (11)
22	100	61	12,06	22,12	9,50	25,70	0,233 (11)	3,766 (11)	2,723 (11)
23	100	62	12,06	22,12	10,86	27,19	0,258 (11)	4,494 (11)	3,009 (11)
24	100	63	12,06	22,12	12,35	28,71	0,286 (11)	5,291 (11)	3,310 (11)
25	100	64	12,06	24,13	13,97	30,24	0,307 (11)	5,724 (11)	3,576 (11)
26	100	65	12,06	24,13	15,73	31,80	0,336 (11)	6,586 (11)	3,900 (11)
27	100	66	12,06	24,13	17,63	33,39	0,366 (11)	7,512 (11)	4,237 (11)
28	100	67	12,06	24,13	19,68	35,00	0,398 (11)	8,503 (11)	4,589 (11)
29	100	68	12,06	24,13	21,87	36,63	0,430 (11)	9,559 (11)	4,955 (11)
30	100	69	12,06	24,13	24,23	38,29	0,464 (11)	10,679 (11)	5,335 (11)
31	100	70	14,07	26,14	26,75	39,97	0,482 (11)	11,019 (11)	5,568 (11)
32	100	71	14,07	26,14	29,44	41,67	0,516 (11)	12,180 (11)	5,963 (11)
33	100	72	14,07	26,14	32,30	43,40	0,552 (11)	13,402 (11)	6,372 (11)
34	100	73	14,07	26,14	35,34	45,16	0,589 (11)	14,685 (11)	6,794 (11)
35	100	74	14,07	26,14	38,56	46,93	0,627 (11)	16,031 (11)	7,230 (11)
36	100	75	14,07	26,14	41,98	48,74	0,666 (11)	17,439 (11)	7,679 (11)
37	100	76	14,07	28,15	45,59	50,56	0,690 (11)	17,685 (11)	8,027 (11)
38	100	77	14,07	28,15	49,41	52,41	0,730 (11)	19,115 (11)	8,494 (11)
39	100	78	14,07	28,15	53,43	54,28	0,771 (11)	20,604 (11)	8,974 (11)
40	100	79	14,07	28,15	57,66	56,18	0,813 (11)	22,153 (11)	9,466 (11)
41	100	80	14,07	28,15	62,11	58,10	0,856 (11)	23,760 (11)	9,971 (11)
42	100	81	18,10	30,16	66,79	60,05	0,861 (11)	23,757 (11)	10,075 (11)
43	100	82	18,10	30,16	71,69	62,02	0,904 (11)	25,370 (11)	10,583 (11)
44	100	83	18,10	30,16	76,83	64,01	0,948 (11)	27,038 (11)	11,104 (11)
45	100	84	18,10	30,16	82,20	66,03	0,993 (11)	28,763 (11)	11,637 (11)
46	100	85	18,10	30,16	87,83	68,07	1,038 (11)	30,543 (11)	12,181 (11)
47	100	86	18,10	30,16	93,70	70,14	1,085 (11)	32,380 (11)	12,737 (11)
48	100	87	18,10	34,18	99,83	72,23	1,089 (11)	30,535 (11)	12,962 (11)
49	100	88	18,10	34,18	106,22	74,34	1,135 (11)	32,267 (11)	13,523 (11)
50	100	89	18,10	34,18	112,87	76,48	1,182 (11)	34,049 (11)	14,095 (11)
51	100	90	18,10	34,18	119,80	78,64	1,229 (11)	35,881 (11)	14,678 (11)
52	100	91	18,10	34,18	127,01	80,83	1,278 (11)	37,764 (11)	15,272 (11)
53	100	92	18,10	34,18	134,50	83,04	1,327 (11)	39,697 (11)	15,876 (11)
54	100	92	18,10	34,18	142,28	85,28	1,380 (11)	41,743 (11)	16,517 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	76 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
2	100	80	27,14	27,14	0,49	0,00	0,006 (11)	0,269 (11)	0,061 (11)
3	100	80	27,14	27,14	1,96	0,00	0,024 (11)	1,069 (11)	0,241 (11)
4	100	80	27,14	27,14	4,39	0,00	0,054 (11)	2,393 (11)	0,540 (11)
5	100	80	27,14	27,14	7,76	0,00	0,095 (11)	4,230 (11)	0,955 (11)
6	100	80	27,14	27,14	12,06	0,00	0,148 (11)	6,572 (11)	1,483 (11)
7	100	80	27,14	27,14	17,26	0,00	0,212 (11)	9,411 (11)	2,124 (11)
8	100	80	27,14	27,14	23,37	0,00	0,287 (11)	12,736 (11)	2,875 (11)
9	100	80	27,14	27,14	30,34	0,00	0,373 (11)	16,540 (11)	3,733 (11)
10	100	80	27,14	27,14	38,18	0,00	0,469 (11)	20,813 (11)	4,698 (11)
11	100	80	27,14	27,14	46,87	0,00	0,576 (11)	25,547 (11)	5,766 (11)
12	100	80	27,14	27,14	-23,48	0,00	0,289 (11)	2,889 (11)	12,799 (11)
13	100	80	27,14	27,14	-20,63	0,00	0,254 (11)	2,538 (11)	11,246 (11)
14	100	80	27,14	27,14	-17,91	0,00	0,220 (11)	2,203 (11)	9,762 (11)
15	100	80	27,14	27,14	-15,33	0,00	0,188 (11)	1,885 (11)	8,354 (11)
16	100	80	27,14	27,14	-12,89	0,00	0,158 (11)	1,586 (11)	7,028 (11)
17	100	80	27,14	27,14	-10,63	0,00	0,131 (11)	1,308 (11)	5,794 (11)
18	100	80	27,14	27,14	-8,54	0,00	0,105 (11)	1,051 (11)	4,658 (11)
19	100	80	27,14	27,14	-6,65	0,00	0,082 (11)	0,819 (11)	3,627 (11)
20	100	80	27,14	27,14	-4,97	0,00	0,061 (11)	0,612 (11)	2,710 (11)
21	100	80	27,14	27,14	-3,51	0,00	0,043 (11)	0,432 (11)	1,913 (11)
22	100	80	27,14	27,14	-2,28	0,00	0,028 (11)	0,281 (11)	1,244 (11)
23	100	80	27,14	27,14	-1,30	0,00	0,016 (11)	0,160 (11)	0,711 (11)
24	100	80	27,14	27,14	-0,59	0,00	0,007 (11)	0,072 (11)	0,321 (11)
25	100	80	27,14	27,14	-0,15	0,00	0,002 (11)	0,018 (11)	0,081 (11)
26	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ
Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14,940	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,98	0,002 (12)	0,030 (12)	0,034 (12)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	1,99	0,005 (12)	0,057 (12)	0,072 (12)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,02	0,008 (12)	0,079 (12)	0,113 (12)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,08	0,011 (12)	0,095 (12)	0,159 (12)
6	100	45	12,06	18,10	0,17	5,16	0,015 (12)	0,103 (12)	0,211 (12)
7	100	46	12,06	18,10	0,28	6,26	0,020 (12)	0,105 (12)	0,271 (12)
8	100	47	12,06	18,10	0,43	7,39	0,025 (12)	0,097 (12)	0,338 (12)
9	100	48	12,06	18,10	0,62	8,54	0,031 (12)	0,081 (12)	0,413 (12)
10	100	49	12,06	18,10	0,86	9,72	0,038 (12)	0,056 (12)	0,497 (12)
11	100	50	12,06	18,10	1,15	10,92	0,045 (12)	0,011 (12)	0,593 (12)
12	100	51	12,06	18,10	1,51	12,14	0,055 (12)	0,065 (12)	0,706 (12)
13	100	52	12,06	20,11	1,92	13,39	0,065 (12)	0,177 (12)	0,834 (12)
14	100	53	12,06	20,11	2,41	14,66	0,078 (12)	0,340 (12)	0,980 (12)
15	100	54	12,06	20,11	2,97	15,96	0,092 (12)	0,562 (12)	1,145 (12)
16	100	55	12,06	20,11	3,62	17,28	0,108 (12)	0,848 (12)	1,328 (12)
17	100	56	12,06	20,11	4,35	18,62	0,126 (12)	1,202 (12)	1,527 (12)
18	100	57	12,06	20,11	5,17	19,99	0,145 (12)	1,628 (12)	1,743 (12)
19	100	58	12,06	22,12	6,09	21,38	0,163 (12)	1,988 (12)	1,953 (12)
20	100	59	12,06	22,12	7,12	22,80	0,185 (12)	2,514 (12)	2,195 (12)
21	100	60	12,06	22,12	8,25	24,24	0,208 (12)	3,106 (12)	2,452 (12)
22	100	61	12,06	22,12	9,50	25,70	0,233 (12)	3,766 (12)	2,723 (12)
23	100	62	12,06	22,12	10,86	27,19	0,258 (12)	4,494 (12)	3,009 (12)
24	100	63	12,06	22,12	12,35	28,71	0,286 (12)	5,291 (12)	3,310 (12)
25	100	64	12,06	24,13	13,97	30,24	0,307 (12)	5,724 (12)	3,576 (12)
26	100	65	12,06	24,13	15,73	31,80	0,336 (12)	6,586 (12)	3,900 (12)
27	100	66	12,06	24,13	17,63	33,39	0,366 (12)	7,512 (12)	4,237 (12)
28	100	67	12,06	24,13	19,68	35,00	0,398 (12)	8,503 (12)	4,589 (12)
29	100	68	12,06	24,13	21,87	36,63	0,430 (12)	9,559 (12)	4,955 (12)
30	100	69	12,06	24,13	24,23	38,29	0,464 (12)	10,679 (12)	5,335 (12)
31	100	70	14,07	26,14	26,75	39,97	0,482 (12)	11,019 (12)	5,568 (12)
32	100	71	14,07	26,14	29,44	41,67	0,516 (12)	12,180 (12)	5,963 (12)
33	100	72	14,07	26,14	32,30	43,40	0,552 (12)	13,402 (12)	6,372 (12)
34	100	73	14,07	26,14	35,34	45,16	0,589 (12)	14,685 (12)	6,794 (12)
35	100	74	14,07	26,14	38,56	46,93	0,627 (12)	16,031 (12)	7,230 (12)
36	100	75	14,07	26,14	41,98	48,74	0,666 (12)	17,439 (12)	7,679 (12)
37	100	76	14,07	28,15	45,59	50,56	0,690 (12)	17,685 (12)	8,027 (12)
38	100	77	14,07	28,15	49,41	52,41	0,730 (12)	19,115 (12)	8,494 (12)
39	100	78	14,07	28,15	53,43	54,28	0,771 (12)	20,604 (12)	8,974 (12)
40	100	79	14,07	28,15	57,66	56,18	0,813 (12)	22,153 (12)	9,466 (12)
41	100	80	14,07	28,15	62,11	58,10	0,856 (12)	23,760 (12)	9,971 (12)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [MPa]	σ_{fi} [MPa]	σ_{fs} [MPa]
42	100	81	18,10	30,16	66,79	60,05	0,861 (12)	23,757 (12)	10,075 (12)
43	100	82	18,10	30,16	71,69	62,02	0,904 (12)	25,370 (12)	10,583 (12)
44	100	83	18,10	30,16	76,83	64,01	0,948 (12)	27,038 (12)	11,104 (12)
45	100	84	18,10	30,16	82,20	66,03	0,993 (12)	28,763 (12)	11,637 (12)
46	100	85	18,10	30,16	87,83	68,07	1,038 (12)	30,543 (12)	12,181 (12)
47	100	86	18,10	30,16	93,70	70,14	1,085 (12)	32,380 (12)	12,737 (12)
48	100	87	18,10	34,18	99,83	72,23	1,089 (12)	30,535 (12)	12,962 (12)
49	100	88	18,10	34,18	106,22	74,34	1,135 (12)	32,267 (12)	13,523 (12)
50	100	89	18,10	34,18	112,87	76,48	1,182 (12)	34,049 (12)	14,095 (12)
51	100	90	18,10	34,18	119,80	78,64	1,229 (12)	35,881 (12)	14,678 (12)
52	100	91	18,10	34,18	127,01	80,83	1,278 (12)	37,764 (12)	15,272 (12)
53	100	92	18,10	34,18	134,50	83,04	1,327 (12)	39,697 (12)	15,876 (12)
54	100	92	18,10	34,18	142,28	85,28	1,380 (12)	41,743 (12)	16,517 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14,940 [MPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [MPa]	σ_{fi} [MPa]	σ_{fs} [MPa]
1	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	80	27,14	27,14	0,49	0,00	0,006 (12)	0,269 (12)	0,061 (12)
3	100	80	27,14	27,14	1,96	0,00	0,024 (12)	1,069 (12)	0,241 (12)
4	100	80	27,14	27,14	4,39	0,00	0,054 (12)	2,393 (12)	0,540 (12)
5	100	80	27,14	27,14	7,76	0,00	0,095 (12)	4,230 (12)	0,955 (12)
6	100	80	27,14	27,14	12,06	0,00	0,148 (12)	6,572 (12)	1,483 (12)
7	100	80	27,14	27,14	17,26	0,00	0,212 (12)	9,411 (12)	2,124 (12)
8	100	80	27,14	27,14	23,37	0,00	0,287 (12)	12,736 (12)	2,875 (12)
9	100	80	27,14	27,14	30,34	0,00	0,373 (12)	16,540 (12)	3,733 (12)
10	100	80	27,14	27,14	38,18	0,00	0,469 (12)	20,813 (12)	4,698 (12)
11	100	80	27,14	27,14	46,87	0,00	0,576 (12)	25,547 (12)	5,766 (12)
12	100	80	27,14	27,14	-23,48	0,00	0,289 (12)	2,889 (12)	12,799 (12)
13	100	80	27,14	27,14	-20,63	0,00	0,254 (12)	2,538 (12)	11,246 (12)
14	100	80	27,14	27,14	-17,91	0,00	0,220 (12)	2,203 (12)	9,762 (12)
15	100	80	27,14	27,14	-15,33	0,00	0,188 (12)	1,885 (12)	8,354 (12)
16	100	80	27,14	27,14	-12,89	0,00	0,158 (12)	1,586 (12)	7,028 (12)
17	100	80	27,14	27,14	-10,63	0,00	0,131 (12)	1,308 (12)	5,794 (12)
18	100	80	27,14	27,14	-8,54	0,00	0,105 (12)	1,051 (12)	4,658 (12)
19	100	80	27,14	27,14	-6,65	0,00	0,082 (12)	0,819 (12)	3,627 (12)
20	100	80	27,14	27,14	-4,97	0,00	0,061 (12)	0,612 (12)	2,710 (12)
21	100	80	27,14	27,14	-3,51	0,00	0,043 (12)	0,432 (12)	1,913 (12)
22	100	80	27,14	27,14	-2,28	0,00	0,028 (12)	0,281 (12)	1,244 (12)
23	100	80	27,14	27,14	-1,30	0,00	0,016 (12)	0,160 (12)	0,711 (12)
24	100	80	27,14	27,14	-0,59	0,00	0,007 (12)	0,072 (12)	0,321 (12)
25	100	80	27,14	27,14	-0,15	0,00	0,002 (12)	0,018 (12)	0,081 (12)
26	100	80	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,62	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,62	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,75	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,00	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	45	18,10	1450,00	0,17	148,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	46	18,10	1450,00	0,28	154,90	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	47	18,10	1450,00	0,43	161,55	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	48	18,10	1450,00	0,62	168,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	49	18,10	1450,00	0,86	175,24	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	50	18,10	1450,00	1,15	182,27	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	51	18,10	1450,00	1,51	189,43	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	52	20,11	1450,00	1,92	199,26	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	53	20,11	1450,00	2,41	206,75	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	54	20,11	1450,00	2,97	214,37	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	55	20,11	1450,00	3,62	222,13	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	56	20,11	1450,00	4,35	230,02	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	57	20,11	1450,00	5,17	238,04	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	58	22,12	1450,00	6,09	249,14	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	59	22,12	1450,00	7,12	257,49	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	60	22,12	1450,00	8,25	265,96	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	61	22,12	1450,00	9,50	274,58	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	62	22,12	1450,00	10,86	283,32	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	63	22,12	1450,00	12,35	292,19	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	64	24,13	1450,00	13,97	304,58	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	65	24,13	1450,00	15,73	313,78	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	66	24,13	1450,00	17,63	323,12	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	67	24,13	1450,00	19,68	332,57	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	68	24,13	1450,00	21,87	342,18	0,000000	0,00	0,000 (10)
30	100	69	24,13	1450,00	24,23	351,90	0,000000	0,00	0,000 (10)
31	100	70	26,14	1450,00	26,75	367,29	0,000000	0,00	0,000 (10)
32	100	71	26,14	1450,00	29,44	377,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
33	100	72	26,14	1450,00	32,30	387,62	0,000000	0,00	0,000 (10)
34	100	73	26,14	1450,00	35,34	397,98	0,000000	0,00	0,000 (10)
35	100	74	26,14	1450,00	38,56	408,48	0,000000	0,00	0,000 (10)
36	100	75	26,14	1450,00	41,98	419,10	0,000000	0,00	0,000 (10)
37	100	76	28,15	1450,00	45,59	434,13	0,000000	0,00	0,000 (10)
38	100	77	28,15	1450,00	49,41	445,09	0,000000	0,00	0,000 (10)
39	100	78	28,15	1450,00	53,43	456,20	0,000000	0,00	0,000 (10)
40	100	79	28,15	1450,00	57,66	467,42	0,000000	0,00	0,000 (10)
41	100	80	28,15	1450,00	62,11	478,79	0,000000	0,00	0,000 (10)
42	100	81	30,16	1450,00	66,79	499,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
43	100	82	30,16	1450,00	71,69	510,93	0,000000	0,00	0,000 (10)
44	100	83	30,16	1450,00	76,83	522,83	0,000000	0,00	0,000 (10)
45	100	84	30,16	1450,00	82,20	534,87	0,000000	0,00	0,000 (10)
46	100	85	30,16	1450,00	87,83	547,04	0,000000	0,00	0,000 (10)
47	100	86	30,16	1450,00	93,70	559,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
48	100	87	34,18	1450,00	99,83	581,97	0,000000	0,00	0,000 (10)
49	100	88	34,18	1450,00	106,22	594,68	0,000000	0,00	0,000 (10)
50	100	89	34,18	1450,00	112,87	607,54	0,000000	0,00	0,000 (10)
51	100	90	34,18	1450,00	119,80	620,52	0,000000	0,00	0,000 (10)
52	100	91	34,18	1450,00	127,01	633,63	0,000000	0,00	0,000 (10)
53	100	92	34,18	1450,00	134,50	646,91	0,000000	0,00	0,000 (10)
54	100	92	34,18	1450,00	142,28	658,97	0,000000	0,00	0,000 (10)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	80	27,14	1550,00	0,49	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	80	27,14	1550,00	1,96	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	80	27,14	1550,00	4,39	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	80	27,14	1550,00	7,76	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	80	27,14	1550,00	12,06	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	80	27,14	1550,00	17,26	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	80	27,14	1550,00	23,37	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	80	27,14	1550,00	30,34	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	80	27,14	1550,00	38,18	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	80	27,14	1550,00	46,87	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	80	27,14	1550,00	-23,48	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	80	27,14	1550,00	-20,63	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	80	27,14	1550,00	-17,91	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	80	27,14	1550,00	-15,33	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	80	27,14	1550,00	-12,89	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	80	27,14	1550,00	-10,63	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	80	27,14	1550,00	-8,54	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
19	100	80	27,14	1550,00	-6,65	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	80	27,14	1550,00	-4,97	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	80	27,14	1550,00	-3,51	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	80	27,14	1550,00	-2,28	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	80	27,14	1550,00	-1,30	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	80	27,14	1550,00	-0,59	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	80	27,14	1550,00	-0,15	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,62	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,62	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,75	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	45	18,10	1450,00	0,17	148,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	46	18,10	1450,00	0,28	154,90	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	47	18,10	1450,00	0,43	161,55	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	48	18,10	1450,00	0,62	168,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	49	18,10	1450,00	0,86	175,24	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	18,10	1450,00	1,15	182,27	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	51	18,10	1450,00	1,51	189,43	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	52	20,11	1450,00	1,92	199,26	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	53	20,11	1450,00	2,41	206,75	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	54	20,11	1450,00	2,97	214,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	55	20,11	1450,00	3,62	222,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	56	20,11	1450,00	4,35	230,02	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	57	20,11	1450,00	5,17	238,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	58	22,12	1450,00	6,09	249,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	59	22,12	1450,00	7,12	257,49	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	60	22,12	1450,00	8,25	265,96	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	61	22,12	1450,00	9,50	274,58	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	62	22,12	1450,00	10,86	283,32	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	63	22,12	1450,00	12,35	292,19	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	64	24,13	1450,00	13,97	304,58	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	65	24,13	1450,00	15,73	313,78	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	66	24,13	1450,00	17,63	323,12	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	67	24,13	1450,00	19,68	332,57	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	68	24,13	1450,00	21,87	342,18	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	69	24,13	1450,00	24,23	351,90	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	70	26,14	1450,00	26,75	367,29	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	71	26,14	1450,00	29,44	377,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	72	26,14	1450,00	32,30	387,62	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	73	26,14	1450,00	35,34	397,98	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	74	26,14	1450,00	38,56	408,48	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	75	26,14	1450,00	41,98	419,10	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	76	28,15	1450,00	45,59	434,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	77	28,15	1450,00	49,41	445,09	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	78	28,15	1450,00	53,43	456,20	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	79	28,15	1450,00	57,66	467,42	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	80	28,15	1450,00	62,11	478,79	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	81	30,16	1450,00	66,79	499,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
43	100	82	30,16	1450,00	71,69	510,93	0,000000	0,00	0,000 (11)
44	100	83	30,16	1450,00	76,83	522,83	0,000000	0,00	0,000 (11)
45	100	84	30,16	1450,00	82,20	534,87	0,000000	0,00	0,000 (11)
46	100	85	30,16	1450,00	87,83	547,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
47	100	86	30,16	1450,00	93,70	559,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
48	100	87	34,18	1450,00	99,83	581,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
49	100	88	34,18	1450,00	106,22	594,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
50	100	89	34,18	1450,00	112,87	607,54	0,000000	0,00	0,000 (11)
51	100	90	34,18	1450,00	119,80	620,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
52	100	91	34,18	1450,00	127,01	633,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
53	100	92	34,18	1450,00	134,50	646,91	0,000000	0,00	0,000 (11)
54	100	92	34,18	1450,00	142,28	658,97	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	80	27,14	1550,00	0,49	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	80	27,14	1550,00	1,96	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	80	27,14	1550,00	4,39	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	80	27,14	1550,00	7,76	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	80	27,14	1550,00	12,06	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	80	27,14	1550,00	17,26	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	80	27,14	1550,00	23,37	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	80	27,14	1550,00	30,34	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	80	27,14	1550,00	38,18	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	80	27,14	1550,00	46,87	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	80	27,14	1550,00	-23,48	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	80	27,14	1550,00	-20,63	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	80	27,14	1550,00	-17,91	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	80	27,14	1550,00	-15,33	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	80	27,14	1550,00	-12,89	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	80	27,14	1550,00	-10,63	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	80	27,14	1550,00	-8,54	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	80	27,14	1550,00	-6,65	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	80	27,14	1550,00	-4,97	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	80	27,14	1550,00	-3,51	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	80	27,14	1550,00	-2,28	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	80	27,14	1550,00	-1,30	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	80	27,14	1550,00	-0,59	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	80	27,14	1550,00	-0,15	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,62	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,62	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,75	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,00	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	45	18,10	1450,00	0,17	148,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	46	18,10	1450,00	0,28	154,90	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	47	18,10	1450,00	0,43	161,55	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	48	18,10	1450,00	0,62	168,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	49	18,10	1450,00	0,86	175,24	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	18,10	1450,00	1,15	182,27	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	51	18,10	1450,00	1,51	189,43	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	52	20,11	1450,00	1,92	199,26	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	53	20,11	1450,00	2,41	206,75	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	54	20,11	1450,00	2,97	214,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	55	20,11	1450,00	3,62	222,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	56	20,11	1450,00	4,35	230,02	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	57	20,11	1450,00	5,17	238,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	58	22,12	1450,00	6,09	249,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	59	22,12	1450,00	7,12	257,49	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	60	22,12	1450,00	8,25	265,96	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	61	22,12	1450,00	9,50	274,58	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	62	22,12	1450,00	10,86	283,32	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	63	22,12	1450,00	12,35	292,19	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	64	24,13	1450,00	13,97	304,58	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	65	24,13	1450,00	15,73	313,78	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	66	24,13	1450,00	17,63	323,12	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	67	24,13	1450,00	19,68	332,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	68	24,13	1450,00	21,87	342,18	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	69	24,13	1450,00	24,23	351,90	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	70	26,14	1450,00	26,75	367,29	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	71	26,14	1450,00	29,44	377,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	72	26,14	1450,00	32,30	387,62	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	73	26,14	1450,00	35,34	397,98	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	74	26,14	1450,00	38,56	408,48	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	75	26,14	1450,00	41,98	419,10	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	76	28,15	1450,00	45,59	434,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	77	28,15	1450,00	49,41	445,09	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	78	28,15	1450,00	53,43	456,20	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	79	28,15	1450,00	57,66	467,42	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	80	28,15	1450,00	62,11	478,79	0,000000	0,00	0,000 (12)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
42	100	81	30,16	1450,00	66,79	499,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
43	100	82	30,16	1450,00	71,69	510,93	0,000000	0,00	0,000 (12)
44	100	83	30,16	1450,00	76,83	522,83	0,000000	0,00	0,000 (12)
45	100	84	30,16	1450,00	82,20	534,87	0,000000	0,00	0,000 (12)
46	100	85	30,16	1450,00	87,83	547,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
47	100	86	30,16	1450,00	93,70	559,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
48	100	87	34,18	1450,00	99,83	581,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
49	100	88	34,18	1450,00	106,22	594,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
50	100	89	34,18	1450,00	112,87	607,54	0,000000	0,00	0,000 (12)
51	100	90	34,18	1450,00	119,80	620,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
52	100	91	34,18	1450,00	127,01	633,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
53	100	92	34,18	1450,00	134,50	646,91	0,000000	0,00	0,000 (12)
54	100	92	34,18	1450,00	142,28	658,97	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	80	27,14	1550,00	0,49	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	80	27,14	1550,00	1,96	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	80	27,14	1550,00	4,39	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	80	27,14	1550,00	7,76	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	80	27,14	1550,00	12,06	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	80	27,14	1550,00	17,26	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	80	27,14	1550,00	23,37	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	80	27,14	1550,00	30,34	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	80	27,14	1550,00	38,18	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	80	27,14	1550,00	46,87	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	80	27,14	1550,00	-23,48	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	80	27,14	1550,00	-20,63	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	80	27,14	1550,00	-17,91	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	80	27,14	1550,00	-15,33	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	80	27,14	1550,00	-12,89	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	80	27,14	1550,00	-10,63	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	80	27,14	1550,00	-8,54	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	80	27,14	1550,00	-6,65	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	80	27,14	1550,00	-4,97	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	80	27,14	1550,00	-3,51	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	80	27,14	1550,00	-2,28	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	80	27,14	1550,00	-1,30	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	80	27,14	1550,00	-0,59	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	80	27,14	1550,00	-0,15	-483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

11 CALCOLO SEZIONE 4 H = 6.78 M (PRIMA DELLO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [MPa]	E [MPa]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	82 di 190

Acciai

Descr	f_{yk} [MPa]	f_{uk} [MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6,78	[m]
Altezza paramento libero	5,88	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,08	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,10	[m]
Peso sp. rivestimento	0,3334	[kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,45	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,37	[m]
Lunghezza totale	4,90	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,05	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

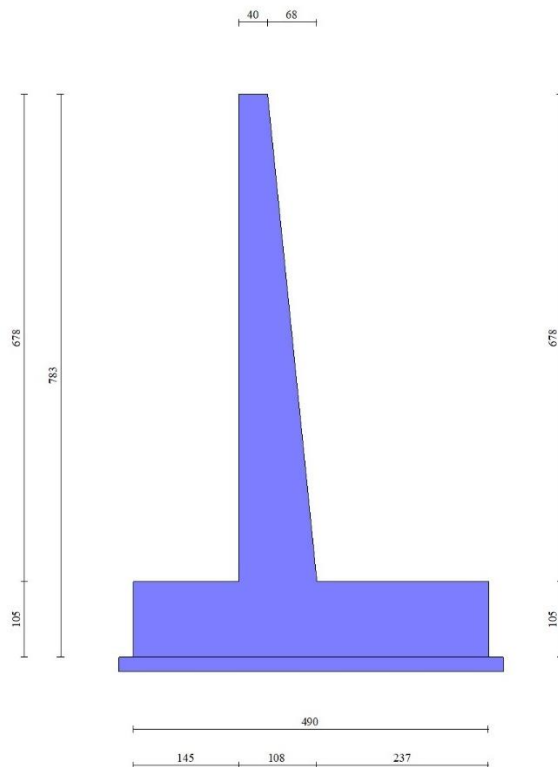


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 84 di 190

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 K_{ststa} , K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	10,80	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]

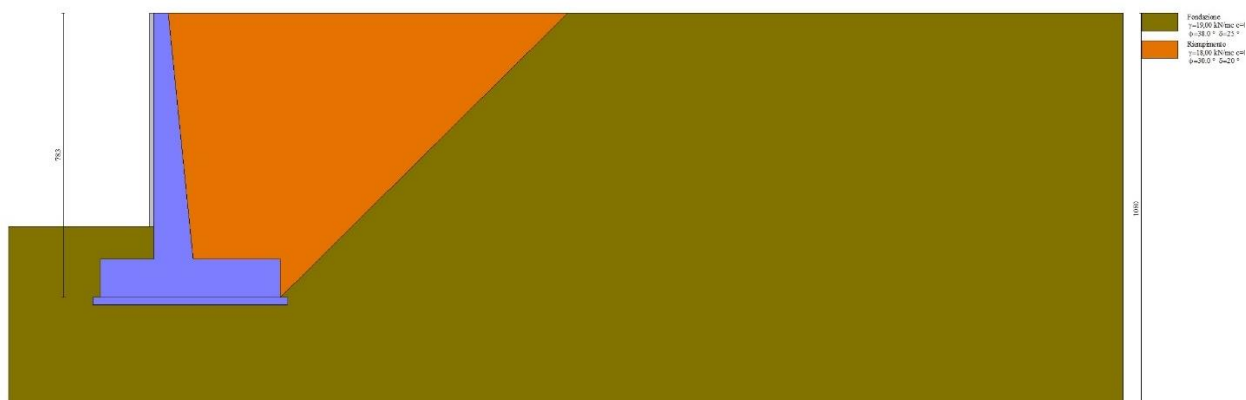


Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 5 - 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

Combinazione n° 6 - 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

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 10 - SLER

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

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - A1-M1-R3 SCOR H + V

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

Combinazione n° 14 - A1-M1-R3 SCOR H - V

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

Dati sismici

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.065	0.033
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali	Aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura	Poco sensibile
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	88 di 190

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per inviluppo

Spinta 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	213,27	20,00	200,41	72,94	3,05	-5,22
	Peso/Inerzia muro			0,00	323,61/0,00	0,30	-5,63
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,25	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	429,79/0,00	1,69	-3,25
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	30,54	-1,12	-6,33
2	Spinta statica	164,05	20,00	154,16	56,11	3,05	-5,22
	Incremento di spinta sismica		35,06	32,94	11,99	3,05	-3,92
	Peso/Inerzia muro			19,43	248,93/9,71	0,30	-5,63
	Peso/Inerzia rivestimento			0,02	0,20	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			25,80	330,61/12,90	1,69	-3,25
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,83	23,49	-1,12	-6,33



Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 90 di 190

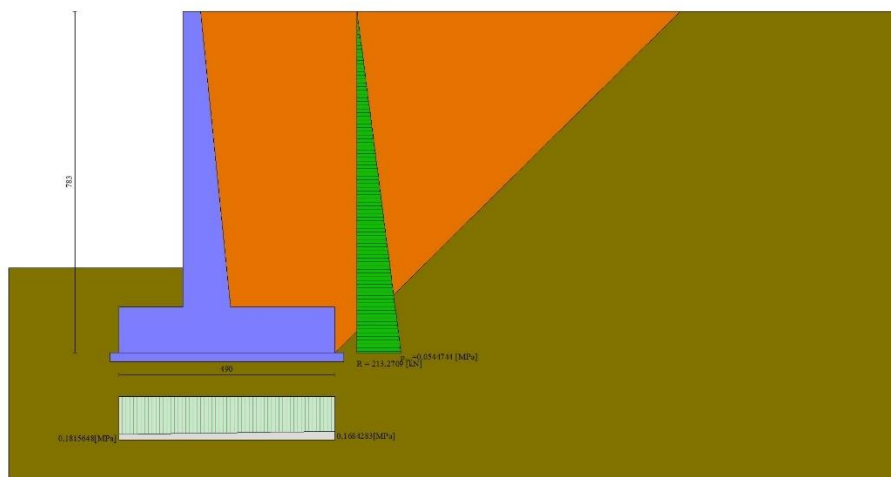


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

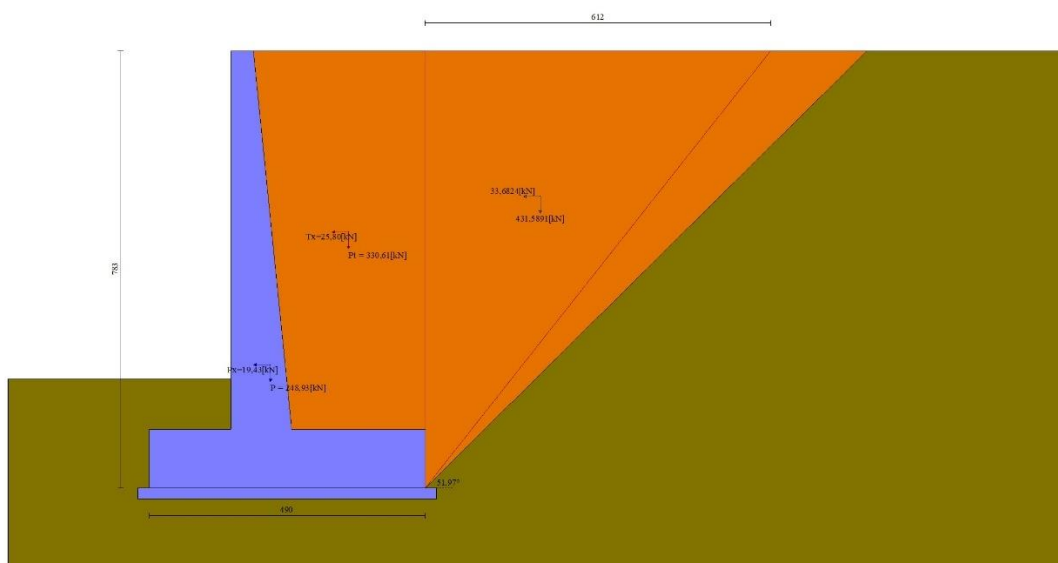


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

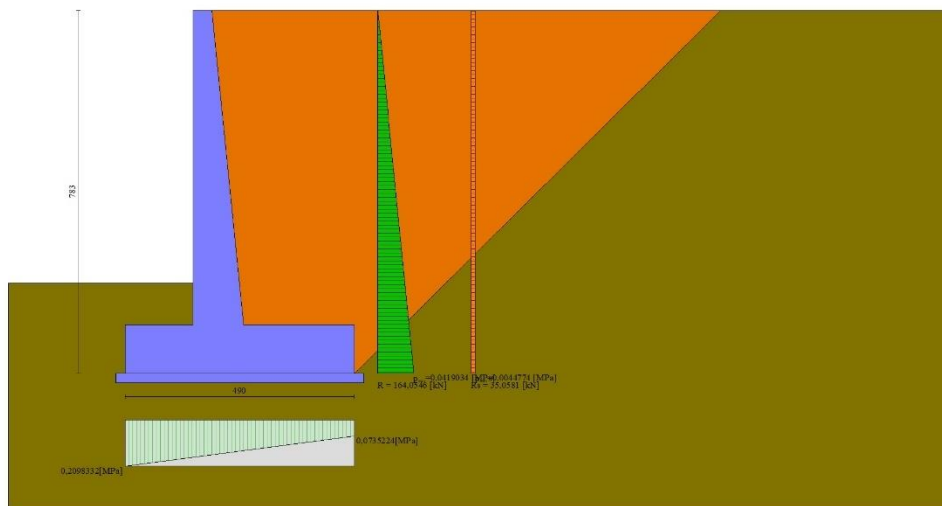


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	857,14	200,41	523,08	2595,98	0,031
2 - STR (A1-M1-R3)	693,94	234,18	695,19	2122,16	0,393
3 - STR (A1-M1-R3)	644,41	222,35	715,39	2034,55	0,402
4 - GEO (A2-M2-R2)	659,40	192,90	503,50	1997,20	0,184
5 - GEO (A2-M2-R2)	693,94	234,18	695,19	2122,16	0,393
6 - GEO (A2-M2-R2)	644,41	222,35	715,39	2034,55	0,402
7 - EQU (A1-M1-R3)	676,17	200,41	523,08	2079,36	0,147
8 - EQU (A1-M1-R3)	693,94	234,18	695,19	2122,16	0,393
9 - EQU (A1-M1-R3)	644,41	222,35	715,39	2034,55	0,402
10 - SLER	659,34	154,16	402,37	1996,91	0,031
11 - SLEF	659,34	154,16	402,37	1996,91	0,031
12 - SLEQ	659,34	154,16	402,37	1996,91	0,031
13 - A1-M1-R3 SCOR	672,29	184,03	511,54	2043,55	0,170
14 - A1-M1-R3 SCOR	653,45	179,47	518,96	2010,14	0,167

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 _{QIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{TAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	92 di 190

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.024		10.676			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			7.079			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			7.377			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.191		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.342		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.313		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.975				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.053				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.844				
13 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.729					
14 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.723					

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
1 - STR (A1-M1-R3)	405,72	0,00	0,00	--	--	405,72	200,41	2.024
14 - A1-M1-R3 SCOR H - V	309,30	0,00	0,00	--	--	309,30	179,47	1.723

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	857,14	9150,63	6536,16	10.676
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	693,94	4912,23	4093,53	7.079

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 rigidezza 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 [MPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).	

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
1	61.352	0.527	1.159	1.000	1.000	--	--	--	--	0.921	0.903
	48.933	0.537	1.092	1.000	1.000	--	--				
	56.174	0.409	1.000	1.000	1.000	--	--				
2	61.352	0.384	1.159	1.000	1.000	--	--	--	--	0.717	0.903
	48.933	0.397	1.092	1.000	1.000	--	--				

	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	93 di 190

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
	56.174	0.260	1.000	1.000	1.000	--	--				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [MPa]
1	1,95	4,90	5,02	19,00	38.00	0,000
2	1,95	4,90	5,02	19,00	38.00	0,000

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
7 - EQU (A1-M1-R3)	2079,36	523,08	3.975
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	2034,55	715,39	2.844

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 2,00	10,84	2.191
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,00; 3,00	11,57	2.313

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	15,18	0,00	0,00	9,17 - 0,72	72.695	24.791	0,000	0,0000	
2	39,55	0,00	0,00	0,72	62.348	32.007	0,000	0,0000	
3	55,64	0,00	0,00	0,72	54.885	32.007	0,000	0,0000	
4	67,88	0,00	0,00	0,72	48.653	32.007	0,000	0,0000	
5	77,71	0,00	0,00	0,72	43.127	32.007	0,000	0,0000	
6	85,76	0,00	0,00	0,72	38.068	32.007	0,000	0,0000	
7	92,43	0,00	0,00	0,72	33.341	32.007	0,000	0,0000	
8	97,94	0,00	0,00	0,72	28.860	32.007	0,000	0,0000	
9	110,47	0,00	0,00	0,72	24.565	32.007	0,000	0,0000	
10	111,35	0,00	0,00	0,72	20.415	32.007	0,000	0,0000	
11	114,49	0,00	0,00	0,72	16.374	32.007	0,000	0,0000	
12	118,38	0,00	0,00	0,72	12.415	32.007	0,000	0,0000	
13	143,60	0,00	0,00	0,72	8.516	32.007	0,000	0,0000	
14	53,13	0,00	0,00	0,72	4.657	32.007	0,000	0,0000	
15	43,50	0,00	0,00	0,72	0.819	32.007	0,000	0,0000	
16	39,33	0,00	0,00	0,72	-3.016	32.007	0,000	0,0000	
17	37,54	0,00	0,00	0,72	-6.864	32.007	0,000	0,0000	
18	36,08	0,00	0,00	0,72	-10.743	32.007	0,000	0,0000	
19	33,94	0,00	0,00	0,72	-14.674	32.007	0,000	0,0000	
20	31,10	0,00	0,00	0,72	-18.677	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
21	27,52	0,00	0,00	0,72	-22.777	32.007	0,000	0,0000	
22	23,12	0,00	0,00	0,72	-27.005	32.007	0,000	0,0000	
23	17,83	0,00	0,00	0,72	-31.400	32.007	0,000	0,0000	
24	11,50	0,00	0,00	0,72	-36.013	32.007	0,000	0,0000	
25	3,97	0,00	0,00	-8,96 - 0,72	-40.462	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	13,41	0,00	0,00	10,19 - 0,74	69.459	30.000	0,000	0,0000	
2	36,17	0,00	0,00	0,74	60.698	38.000	0,000	0,0000	
3	52,20	0,00	0,00	0,74	53.805	38.000	0,000	0,0000	
4	64,68	0,00	0,00	0,74	47.929	38.000	0,000	0,0000	
5	74,82	0,00	0,00	0,74	42.668	38.000	0,000	0,0000	
6	83,21	0,00	0,00	0,74	37.825	38.000	0,000	0,0000	
7	90,21	0,00	0,00	0,74	33.284	38.000	0,000	0,0000	
8	96,03	0,00	0,00	0,74	28.970	38.000	0,000	0,0000	
9	100,83	0,00	0,00	0,74	24.830	38.000	0,000	0,0000	
10	112,27	0,00	0,00	0,74	20.825	38.000	0,000	0,0000	
11	113,20	0,00	0,00	0,74	16.925	38.000	0,000	0,0000	
12	115,88	0,00	0,00	0,74	13.104	38.000	0,000	0,0000	
13	118,84	0,00	0,00	0,74	9.342	38.000	0,000	0,0000	
14	143,77	0,00	0,00	0,74	5.620	38.000	0,000	0,0000	
15	52,88	0,00	0,00	0,74	1.922	38.000	0,000	0,0000	
16	41,03	0,00	0,00	0,74	-1.768	38.000	0,000	0,0000	
17	36,12	0,00	0,00	0,74	-5.465	38.000	0,000	0,0000	
18	34,01	0,00	0,00	0,74	-9.186	38.000	0,000	0,0000	
19	32,06	0,00	0,00	0,74	-12.946	38.000	0,000	0,0000	
20	29,41	0,00	0,00	0,74	-16.764	38.000	0,000	0,0000	
21	26,02	0,00	0,00	0,74	-20.661	38.000	0,000	0,0000	
22	21,85	0,00	0,00	0,74	-24.661	38.000	0,000	0,0000	
23	16,81	0,00	0,00	0,74	-28.794	38.000	0,000	0,0000	
24	10,82	0,00	0,00	0,74	-33.100	38.000	0,000	0,0000	
25	3,71	0,00	0,00	-8,43 - 0,74	-37.139	38.000	0,000	0,0000	

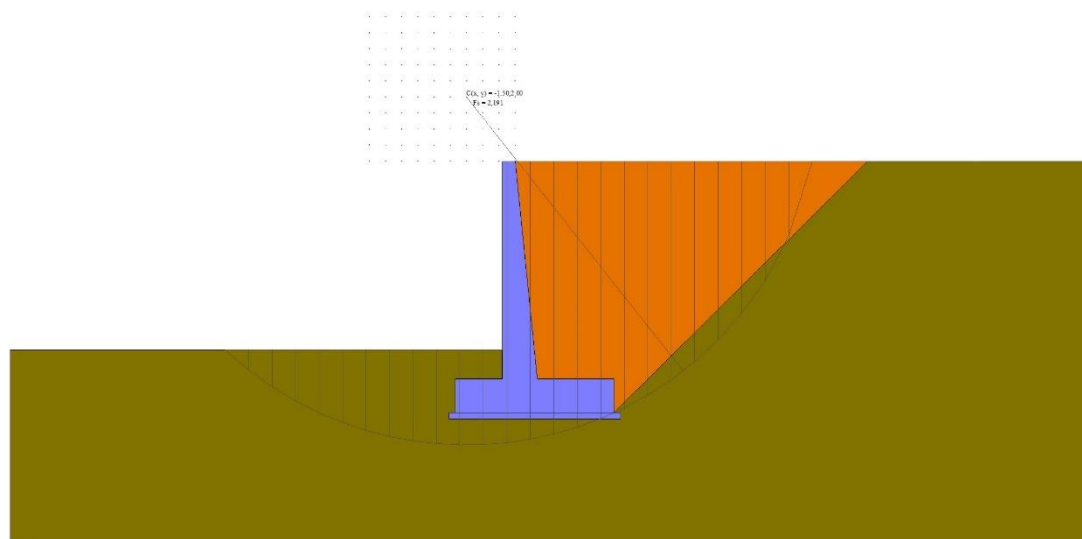


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

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	0,95	1,29	0,03	0,48	0,00	0,03
3	-0,20	1,93	2,61	0,11	1,01	0,02	0,11
4	-0,30	2,92	3,96	0,25	1,60	0,05	0,25
5	-0,40	3,95	5,34	0,44	2,25	0,10	0,46
6	-0,50	4,99	6,75	0,69	2,95	0,18	0,74
7	-0,60	6,06	8,20	0,99	3,71	0,29	1,10
8	-0,70	7,15	9,67	1,34	4,53	0,44	1,55
9	-0,80	8,27	11,18	1,75	5,40	0,63	2,09
10	-0,90	9,41	12,72	2,22	6,33	0,88	2,72
11	-1,00	10,57	14,30	2,73	7,31	1,17	3,45
12	-1,10	11,75	15,90	3,31	8,35	1,53	4,29
13	-1,20	12,96	17,54	3,94	9,45	1,96	5,25
14	-1,30	14,19	19,20	4,62	10,61	2,45	6,32
15	-1,40	15,45	20,90	5,36	11,82	3,03	7,52
16	-1,50	16,73	22,63	6,15	13,09	3,68	8,84
17	-1,60	18,03	24,39	7,00	14,41	4,43	10,31
18	-1,69	19,36	26,19	7,90	15,79	5,27	11,91
19	-1,79	20,71	28,01	8,85	17,23	6,21	13,67
20	-1,89	22,08	29,87	9,86	18,73	7,25	15,58
21	-1,99	23,48	31,76	10,93	20,28	8,41	17,64
22	-2,09	24,90	33,68	12,05	21,88	9,68	19,87
23	-2,19	26,34	35,63	13,23	23,55	11,07	22,28
24	-2,29	27,81	37,62	14,45	25,27	12,59	24,86
25	-2,39	29,30	39,63	15,74	27,05	14,24	27,62
26	-2,49	30,81	41,68	17,08	28,88	16,03	30,57
27	-2,59	32,35	43,76	18,47	30,77	17,97	33,71
28	-2,69	33,91	45,87	19,92	32,72	20,05	37,05
29	-2,79	35,49	48,01	21,42	34,72	22,29	40,60
30	-2,89	37,10	50,19	22,98	36,78	24,70	44,36
31	-2,99	38,73	52,39	24,59	38,89	27,26	48,34
32	-3,09	40,38	54,63	26,26	41,07	30,00	52,54
33	-3,19	42,06	56,90	27,98	43,30	32,92	56,96
34	-3,29	43,76	59,20	29,75	45,58	36,02	61,63
35	-3,39	45,49	61,53	31,58	47,93	39,31	66,53
36	-3,49	47,23	63,90	33,47	50,32	42,79	71,67
37	-3,59	49,01	66,29	35,41	52,78	46,47	77,07
38	-3,69	50,80	68,72	37,40	55,29	50,36	82,73
39	-3,79	52,62	71,18	39,45	57,86	54,46	88,65
40	-3,89	54,46	73,67	41,55	60,49	58,78	94,84
41	-3,99	56,32	76,20	43,71	63,17	63,32	101,30
42	-4,09	58,21	78,75	45,93	65,91	68,08	108,04
43	-4,19	60,12	81,34	48,19	68,70	73,08	115,07
44	-4,29	62,06	83,95	50,52	71,55	78,32	122,39
45	-4,39	64,02	86,60	52,89	74,46	83,80	130,01
46	-4,49	66,00	89,28	55,32	77,42	89,53	137,93
47	-4,59	68,01	92,00	57,81	80,44	95,52	146,16
48	-4,69	70,03	94,74	60,35	83,52	101,77	154,71
49	-4,79	72,09	97,52	62,95	86,66	108,28	163,58
50	-4,89	74,16	100,33	65,60	89,85	115,07	172,77
51	-4,99	76,26	103,17	68,30	93,09	122,13	182,29
52	-5,08	78,38	106,04	71,06	96,40	129,48	192,16
53	-5,18	80,53	108,94	73,87	99,76	137,12	202,36
54	-5,28	82,70	111,87	76,74	103,17	145,05	212,92
55	-5,38	84,89	114,84	79,66	106,65	153,28	223,83
56	-5,48	87,11	117,84	82,64	110,18	161,82	235,10
57	-5,58	89,35	120,87	85,68	113,76	170,67	246,74
58	-5,68	91,61	123,93	88,76	117,41	179,83	258,75
59	-5,78	93,90	127,02	91,90	121,10	189,32	271,14
60	-5,88	96,21	130,15	95,10	124,86	199,14	283,92
61	-5,98	98,54	133,31	98,35	128,67	209,28	297,08
62	-6,08	100,90	136,49	101,66	132,54	219,77	310,64
63	-6,18	103,28	139,71	105,02	136,52	230,60	324,60
64	-6,28	105,68	142,96	108,43	140,56	241,79	338,97
65	-6,38	108,11	146,25	111,90	145,47	253,33	353,75
66	-6,48	110,56	149,56	115,43	150,05	265,23	368,95
67	-6,58	113,03	152,91	119,00	154,71	277,49	384,57
68	-6,68	115,53	156,29	122,64	159,43	290,13	400,63
69	-6,78	118,05	159,70	126,33	164,22	303,15	417,12

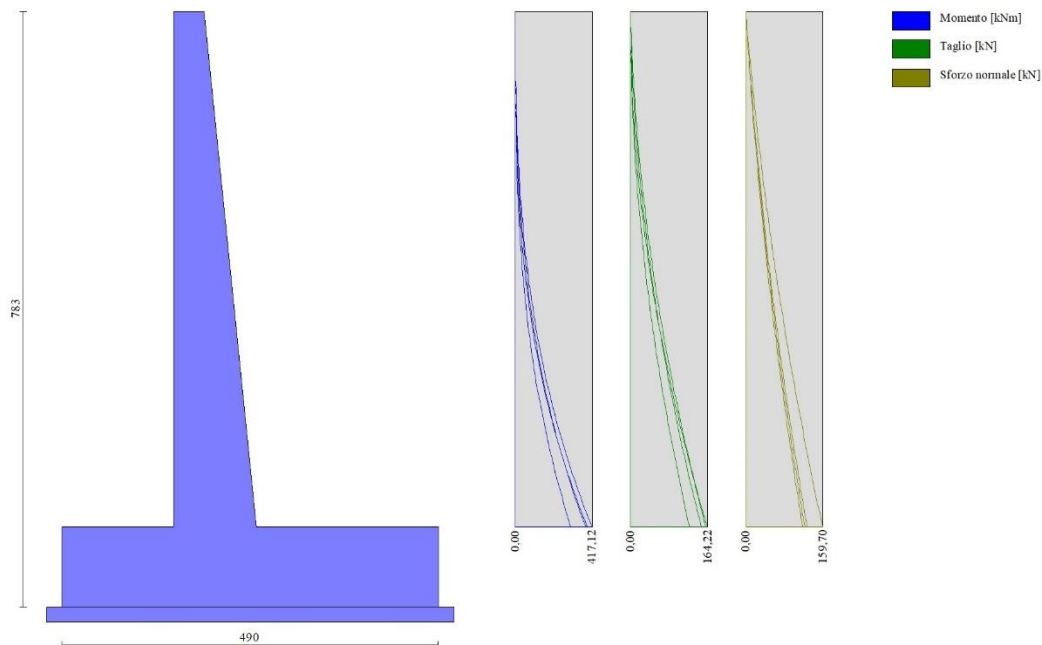


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,75	0,00	0,00	9,35	16,01	0,45	0,78
3	-1,66	0,00	0,00	18,68	31,76	1,81	3,09
4	-1,56	0,00	0,00	27,99	47,26	4,06	6,91
5	-1,46	0,00	0,00	37,28	62,49	7,22	12,22
6	-1,37	0,00	0,00	46,56	77,46	11,27	18,98
7	-1,27	0,00	0,00	55,81	92,17	16,22	27,18
8	-1,17	0,00	0,00	65,04	106,63	22,06	36,79
9	-1,08	0,00	0,00	74,26	120,82	28,79	47,79
10	-0,98	0,00	0,00	83,45	134,75	36,42	60,14
11	-0,88	0,00	0,00	92,63	148,42	44,93	73,83
12	-0,79	0,00	0,00	101,79	161,83	54,32	88,83
13	-0,69	0,00	0,00	110,93	174,99	64,61	105,11
14	-0,59	0,00	0,00	120,04	187,88	75,77	122,65
15	-0,50	0,00	0,00	129,14	200,51	87,81	141,43
16	-0,40	0,00	0,00	138,22	212,88	100,74	161,41
17	0,68	0,00	0,00	-117,68	-37,39	-168,79	-46,60
18	0,78	0,00	0,00	-115,74	-36,07	-157,26	-42,97
19	0,88	0,00	0,00	-113,54	-34,72	-145,94	-39,48
20	0,97	0,00	0,00	-111,09	-33,35	-134,85	-36,12
21	1,07	0,00	0,00	-108,38	-31,97	-124,01	-32,89
22	1,17	0,00	0,00	-105,41	-30,56	-113,45	-29,80
23	1,27	0,00	0,00	-102,19	-29,13	-103,20	-26,86
24	1,37	0,00	0,00	-98,70	-27,68	-93,28	-24,05
25	1,47	0,00	0,00	-94,96	-26,22	-83,71	-21,39
26	1,57	0,00	0,00	-90,96	-24,73	-74,53	-18,87
27	1,67	0,00	0,00	-86,70	-23,22	-65,76	-16,51
28	1,76	0,00	0,00	-82,18	-21,69	-57,42	-14,29
29	1,86	0,00	0,00	-77,41	-20,15	-49,53	-12,22
30	1,96	0,00	0,00	-72,38	-18,58	-42,14	-10,31
31	2,06	0,00	0,00	-67,09	-16,99	-35,25	-8,55
32	2,16	0,00	0,00	-61,54	-15,38	-28,89	-6,96
33	2,26	0,00	0,00	-55,73	-13,75	-23,10	-5,52
34	2,36	0,00	0,00	-49,67	-12,10	-17,90	-4,24
35	2,46	0,00	0,00	-43,35	-10,43	-13,30	-3,13
36	2,55	0,00	0,00	-36,77	-8,75	-9,34	-2,18
37	2,65	0,00	0,00	-29,93	-7,04	-6,05	-1,40
38	2,75	0,00	0,00	-22,83	-5,31	-3,44	-0,79

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
39	2,85	0,00	0,00	-15,48	-3,56	-1,55	-0,35
40	2,95	0,00	0,00	-7,87	-1,79	-0,39	-0,09
41	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

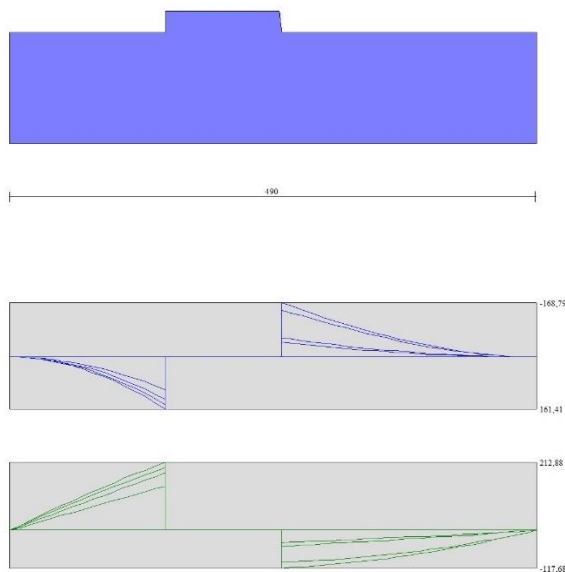


Fig. 9 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	12,06	18,10	0,03	1,03	184,75	7350,49	7146.010
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,61	64,61	7500,56	2878.582
4	100	43	12,06	18,10	0,25	3,16	454,27	5741,76	1815.966
5	100	44	12,06	18,10	0,46	4,27	543,44	5038,89	1181.060
6	100	45	12,06	18,10	0,74	5,40	613,54	4456,53	825.846
7	100	46	12,06	18,10	1,10	6,55	670,37	3977,14	607.052
8	100	47	12,06	18,10	1,55	7,73	703,95	3511,53	454.148
9	100	48	12,06	18,10	2,09	8,94	704,94	3020,67	337.957
10	100	49	12,06	18,10	2,72	10,17	693,59	2595,42	255.222
11	100	50	12,06	18,10	3,45	11,43	675,50	2236,53	195.744
12	100	51	12,06	18,10	4,29	12,71	656,23	1943,10	152.908

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	98 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
13	100	52	12,06	20,11	5,25	14,01	682,35	1823,08	130.082
14	100	53	12,06	20,11	6,32	15,35	669,84	1627,04	106.014
15	100	54	12,06	20,11	7,52	16,71	656,92	1460,11	87.404
16	100	55	12,06	20,11	8,84	18,09	644,30	1317,78	72.852
17	100	56	12,06	20,11	10,31	19,50	636,12	1203,16	61.710
18	100	57	12,06	20,11	11,91	20,93	627,74	1102,80	52.688
19	100	58	12,06	22,12	13,67	22,39	678,17	1110,91	49.616
20	100	59	12,06	22,12	15,58	23,87	673,76	1032,75	43.257
21	100	60	12,06	22,12	17,64	25,38	671,39	966,01	38.055
22	100	61	12,06	22,12	19,87	26,92	670,63	908,37	33.744
23	100	62	12,06	22,12	22,28	28,48	671,19	858,09	30.130
24	100	63	12,06	22,12	24,86	30,07	672,84	813,86	27.070
25	100	64	12,06	24,13	27,62	31,68	731,66	839,21	26.493
26	100	65	12,06	24,13	30,57	33,31	735,20	801,26	24.052
27	100	66	12,06	24,13	33,71	34,97	739,44	767,18	21.935
28	100	67	12,06	24,13	37,05	36,66	744,29	736,43	20.087
29	100	68	12,06	24,13	40,60	38,37	749,66	708,54	18.464
30	100	69	12,06	24,13	44,36	40,11	755,48	683,12	17.030
31	100	70	14,07	26,14	48,34	41,88	821,00	711,24	16.985
32	100	71	14,07	26,14	52,54	43,66	828,05	688,20	15.761
33	100	72	14,07	26,14	56,96	45,48	835,45	666,98	14.666
34	100	73	14,07	26,14	61,63	47,32	843,15	647,37	13.682
35	100	74	14,07	26,14	66,53	49,18	851,12	629,19	12.793
36	100	75	14,07	28,15	71,67	51,07	920,19	655,66	12.838
37	100	76	14,07	28,15	77,07	52,99	929,17	638,77	12.056
38	100	77	14,07	28,15	82,73	54,93	938,37	623,00	11.343
39	100	78	14,07	28,15	88,65	56,89	947,77	608,24	10.691
40	100	79	14,07	28,15	94,84	58,88	957,35	594,40	10.095
41	100	80	14,07	28,15	101,30	60,90	967,09	581,39	9.547
42	100	81	16,08	30,16	108,04	62,94	1042,67	607,41	9.651
43	100	82	16,08	30,16	115,07	65,01	1053,34	595,06	9.154
44	100	83	16,08	30,16	122,39	67,10	1064,16	583,41	8.695
45	100	84	16,08	30,16	130,01	69,22	1075,10	572,38	8.269
46	100	85	16,08	30,16	137,93	71,36	1086,16	561,93	7.875
47	100	86	16,08	30,16	146,16	73,53	1097,34	552,03	7.508
48	100	87	16,08	32,17	154,71	75,72	1176,78	575,98	7.606
49	100	88	16,08	32,17	163,58	77,94	1188,81	566,45	7.268
50	100	89	16,08	32,17	172,77	80,19	1200,94	557,38	6.951
51	100	90	16,08	32,17	182,29	82,45	1213,17	548,74	6.655
52	100	91	16,08	32,17	192,16	84,75	1225,48	540,50	6.378
53	100	92	16,08	32,17	202,36	87,07	1237,88	532,62	6.117
54	100	93	20,11	34,18	212,92	89,42	1326,01	556,86	6.228
55	100	94	20,11	34,18	223,83	91,79	1339,29	549,20	5.983
56	100	95	20,11	34,18	235,10	94,18	1352,63	541,87	5.753
57	100	96	20,11	34,18	246,74	96,60	1366,05	534,84	5.536
58	100	97	20,11	34,18	258,75	99,05	1379,54	528,09	5.332
59	100	98	20,11	38,20	271,14	101,52	1544,51	578,31	5.696
60	100	99	20,11	38,20	283,92	104,02	1559,48	571,36	5.493
61	100	100	20,11	38,20	297,08	106,54	1574,52	564,68	5.300
62	100	101	20,11	38,20	310,64	109,09	1589,63	558,25	5.117
63	100	102	20,11	38,20	324,60	111,67	1604,80	552,06	4.944
64	100	103	20,11	38,20	338,97	114,26	1620,03	546,10	4.779
65	100	104	20,11	38,20	353,75	116,89	1635,32	540,35	4.623
66	100	105	20,11	38,20	368,95	119,54	1650,67	534,81	4.474
67	100	106	20,11	38,20	384,57	122,21	1666,07	529,46	4.332
68	100	107	20,11	38,20	400,63	124,91	1681,53	524,29	4.197
69	100	108	20,11	38,20	417,12	127,64	1694,94	518,65	4.063

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	105	27,14	27,14	0,78	0,00	1006,36	0,00	1296.814
3	100	105	27,14	27,14	3,09	0,00	1006,36	0,00	325.963
4	100	105	27,14	27,14	6,91	0,00	1006,36	0,00	145.663
5	100	105	27,14	27,14	12,22	0,00	1006,36	0,00	82.385
6	100	105	27,14	27,14	18,98	0,00	1006,36	0,00	53.018
7	100	105	27,14	27,14	27,18	0,00	1006,36	0,00	37.022
8	100	105	27,14	27,14	36,79	0,00	1006,36	0,00	27.352
9	100	105	27,14	27,14	47,79	0,00	1006,36	0,00	21.059
10	100	105	27,14	27,14	60,14	0,00	1006,36	0,00	16.733
11	100	105	27,14	27,14	73,83	0,00	1006,36	0,00	13.630
12	100	105	27,14	27,14	88,83	0,00	1006,36	0,00	11.329
13	100	105	27,14	27,14	105,11	0,00	1006,36	0,00	9.574
14	100	105	27,14	27,14	122,65	0,00	1006,36	0,00	8.205
15	100	105	27,14	27,14	141,43	0,00	1006,36	0,00	7.116
16	100	105	27,14	27,14	161,41	0,00	1006,36	0,00	6.235
17	100	105	27,14	27,14	-168,79	0,00	-1006,36	0,00	5.962
18	100	105	27,14	27,14	-157,26	0,00	-1006,36	0,00	6.399

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
19	100	105	27,14	27,14	-145,94	0,00	-1006,36	0,00	6.896
20	100	105	27,14	27,14	-134,85	0,00	-1006,36	0,00	7.463
21	100	105	27,14	27,14	-124,01	0,00	-1006,36	0,00	8.115
22	100	105	27,14	27,14	-113,45	0,00	-1006,36	0,00	8.871
23	100	105	27,14	27,14	-103,20	0,00	-1006,36	0,00	9.752
24	100	105	27,14	27,14	-93,28	0,00	-1006,36	0,00	10.789
25	100	105	27,14	27,14	-83,71	0,00	-1006,36	0,00	12.022
26	100	105	27,14	27,14	-74,53	0,00	-1006,36	0,00	13.503
27	100	105	27,14	27,14	-65,76	0,00	-1006,36	0,00	15.305
28	100	105	27,14	27,14	-57,42	0,00	-1006,36	0,00	17.528
29	100	105	27,14	27,14	-49,53	0,00	-1006,36	0,00	20.317
30	100	105	27,14	27,14	-42,14	0,00	-1006,36	0,00	23.884
31	100	105	27,14	27,14	-35,25	0,00	-1006,36	0,00	28.552
32	100	105	27,14	27,14	-28,89	0,00	-1006,36	0,00	34.830
33	100	105	27,14	27,14	-23,10	0,00	-1006,36	0,00	43.563
34	100	105	27,14	27,14	-17,90	0,00	-1006,36	0,00	56.237
35	100	105	27,14	27,14	-13,30	0,00	-1006,36	0,00	75.665
36	100	105	27,14	27,14	-9,34	0,00	-1006,36	0,00	107.720
37	100	105	27,14	27,14	-6,05	0,00	-1006,36	0,00	166.422
38	100	105	27,14	27,14	-3,44	0,00	-1006,36	0,00	292.575
39	100	105	27,14	27,14	-1,55	0,00	-1006,36	0,00	651.061
40	100	105	27,14	27,14	-0,39	0,00	-1006,36	0,00	2575.946
41	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

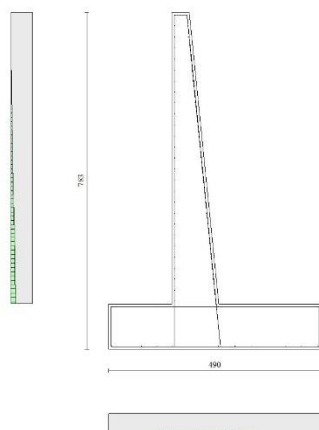


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Asw	area ferri a taglio espressa in [cmq]
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 espressa 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 [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	227,18	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	230,22	0,48	482.746
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	233,24	1,01	230.690
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	236,22	1,60	147.481
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	239,18	2,25	106.385
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	242,11	2,95	82.045
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	245,02	3,71	66.039
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	247,91	4,53	54.773
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	250,77	5,40	46.453
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	253,61	6,33	40.082
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	256,43	7,31	35.067
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	259,24	8,35	31.029
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	267,68	9,45	28.316
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	270,50	10,61	25.499
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	273,30	11,82	23.122
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	276,09	13,09	21.095
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	278,86	14,41	19.348
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	281,61	15,79	17.830
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	290,09	17,23	16.835
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	292,86	18,73	15.639
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	295,62	20,28	14.579
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	298,37	21,88	13.634
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	301,10	23,55	12.786
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	303,81	25,27	12.023
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	312,33	27,05	11.548
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	315,07	28,88	10.910
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	317,79	30,77	10.328
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	320,51	32,72	9.797
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	323,21	34,72	9.309
30	100	69	0,00	--	0,00	0,00	325,90	36,78	8.861
31	100	70	0,00	--	0,00	0,00	340,11	38,89	8.744
32	100	71	0,00	--	0,00	0,00	342,87	41,07	8.349
33	100	72	0,00	--	0,00	0,00	345,61	43,30	7.982
34	100	73	0,00	--	0,00	0,00	348,35	45,58	7.642
35	100	74	0,00	--	0,00	0,00	351,07	47,93	7.325
36	100	75	0,00	--	0,00	0,00	359,47	50,32	7.143
37	100	76	0,00	--	0,00	0,00	362,21	52,78	6.863
38	100	77	0,00	--	0,00	0,00	364,94	55,29	6.600
39	100	78	0,00	--	0,00	0,00	367,67	57,86	6.354
40	100	79	0,00	--	0,00	0,00	370,38	60,49	6.124
41	100	80	0,00	--	0,00	0,00	373,09	63,17	5.906
42	100	81	0,00	--	0,00	0,00	387,08	65,91	5.873
43	100	82	0,00	--	0,00	0,00	389,84	68,70	5.675
44	100	83	0,00	--	0,00	0,00	392,60	71,55	5.487
45	100	84	0,00	--	0,00	0,00	395,34	74,46	5.310
46	100	85	0,00	--	0,00	0,00	398,08	77,42	5.142
47	100	86	0,00	--	0,00	0,00	400,81	80,44	4.982
48	100	87	0,00	--	0,00	0,00	409,14	83,52	4.899
49	100	88	0,00	--	0,00	0,00	411,89	86,66	4.753
50	100	89	0,00	--	0,00	0,00	414,63	89,85	4.615
51	100	90	0,00	--	0,00	0,00	417,37	93,09	4.483
52	100	91	0,00	--	0,00	0,00	420,09	96,40	4.358
53	100	92	0,00	--	0,00	0,00	422,81	99,76	4.238
54	100	93	0,00	--	0,00	0,00	442,06	103,17	4.285
55	100	94	0,00	--	0,00	0,00	444,86	106,65	4.171
56	100	95	0,00	--	0,00	0,00	447,65	110,18	4.063
57	100	96	0,00	--	0,00	0,00	450,44	113,76	3.959
58	100	97	0,00	--	0,00	0,00	453,22	117,41	3.860
59	100	98	0,00	--	0,00	0,00	466,64	121,10	3.853
60	100	99	0,00	--	0,00	0,00	469,46	124,86	3.760
61	100	100	0,00	--	0,00	0,00	472,29	128,67	3.670
62	100	101	0,00	--	0,00	0,00	475,10	132,54	3.585
63	100	102	0,00	--	0,00	0,00	477,91	136,47	3.502
64	100	103	0,00	--	0,00	0,00	480,71	140,45	3.423
65	100	104	0,00	--	0,00	0,00	483,51	144,49	3.346
66	100	105	0,00	--	0,00	0,00	490,59	150,05	3.269
67	100	106	0,00	--	0,00	0,00	493,47	154,71	3.190
68	100	107	0,00	--	0,00	0,00	496,35	159,43	3.113
69	100	108	0,00	--	0,00	0,00	498,99	164,22	3.038

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	0,00	100.000
2	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-16,01	28.641
3	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-31,76	14.438
4	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-47,26	9.705
5	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-62,49	7.339
6	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-77,46	5.921

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
7	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-92,17	4.976
8	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-106,63	4.301
9	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-120,82	3.796
10	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-134,75	3.403
11	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-148,42	3.090
12	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-161,83	2.834
13	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-174,99	2.621
14	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-187,88	2.441
15	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-200,51	2.287
16	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-212,88	2.154
17	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-117,68	3.897
18	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-115,74	3.962
19	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-113,54	4.039
20	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-111,09	4.128
21	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-108,38	4.232
22	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-105,41	4.351
23	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-102,19	4.488
24	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-98,70	4.647
25	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-94,96	4.830
26	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-90,96	5.042
27	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-86,70	5.290
28	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-82,18	5.580
29	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-77,41	5.925
30	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-72,38	6.336
31	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-67,09	6.836
32	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-61,54	7.452
33	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-55,73	8.229
34	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-49,67	9.233
35	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-43,35	10.580
36	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-36,77	12.473
37	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-29,93	15.323
38	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-22,83	20.084
39	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-15,48	29.625
40	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	-7,87	58.278
41	100	105	0,00	--	0,00	0,00	458,62	0,00	100.000

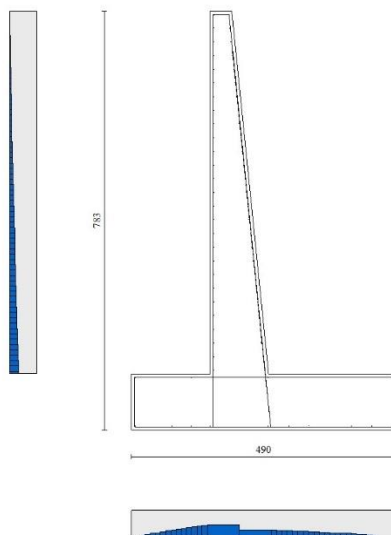


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 102 di 190

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [MPa]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [MPa]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [MPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,99	0,002 (10)	0,031 (10)	0,035 (10)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,00	0,005 (10)	0,057 (10)	0,072 (10)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,04	0,008 (10)	0,079 (10)	0,114 (10)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,11	0,011 (10)	0,095 (10)	0,160 (10)
6	100	45	12,06	18,10	0,18	5,19	0,015 (10)	0,104 (10)	0,213 (10)
7	100	46	12,06	18,10	0,29	6,31	0,020 (10)	0,104 (10)	0,273 (10)
8	100	47	12,06	18,10	0,44	7,44	0,025 (10)	0,097 (10)	0,341 (10)
9	100	48	12,06	18,10	0,63	8,60	0,031 (10)	0,080 (10)	0,417 (10)
10	100	49	12,06	18,10	0,88	9,79	0,038 (10)	0,054 (10)	0,502 (10)
11	100	50	12,06	18,10	1,17	11,00	0,046 (10)	0,007 (10)	0,600 (10)
12	100	51	12,06	18,10	1,53	12,23	0,055 (10)	0,072 (10)	0,714 (10)
13	100	52	12,06	20,11	1,96	13,49	0,066 (10)	0,188 (10)	0,845 (10)
14	100	53	12,06	20,11	2,45	14,77	0,079 (10)	0,357 (10)	0,994 (10)
15	100	54	12,06	20,11	3,03	16,08	0,093 (10)	0,585 (10)	1,161 (10)
16	100	55	12,06	20,11	3,68	17,41	0,110 (10)	0,879 (10)	1,346 (10)
17	100	56	12,06	20,11	4,43	18,76	0,128 (10)	1,243 (10)	1,549 (10)
18	100	57	12,06	20,11	5,27	20,14	0,147 (10)	1,680 (10)	1,768 (10)
19	100	58	12,06	22,12	6,21	21,55	0,166 (10)	2,046 (10)	1,981 (10)
20	100	59	12,06	22,12	7,25	22,98	0,188 (10)	2,584 (10)	2,226 (10)
21	100	60	12,06	22,12	8,41	24,43	0,211 (10)	3,189 (10)	2,487 (10)
22	100	61	12,06	22,12	9,68	25,91	0,236 (10)	3,863 (10)	2,762 (10)
23	100	62	12,06	22,12	11,07	27,41	0,262 (10)	4,605 (10)	3,052 (10)
24	100	63	12,06	22,12	12,59	28,94	0,290 (10)	5,416 (10)	3,356 (10)
25	100	64	12,06	24,13	14,24	30,49	0,312 (10)	5,855 (10)	3,626 (10)
26	100	65	12,06	24,13	16,03	32,06	0,341 (10)	6,733 (10)	3,954 (10)
27	100	66	12,06	24,13	17,97	33,66	0,372 (10)	7,676 (10)	4,296 (10)
28	100	67	12,06	24,13	20,05	35,29	0,403 (10)	8,685 (10)	4,653 (10)
29	100	68	12,06	24,13	22,29	36,93	0,436 (10)	9,759 (10)	5,024 (10)
30	100	69	12,06	24,13	24,70	38,61	0,471 (10)	10,900 (10)	5,409 (10)
31	100	70	14,07	26,14	27,26	40,30	0,488 (10)	11,243 (10)	5,644 (10)
32	100	71	14,07	26,14	30,00	42,02	0,523 (10)	12,423 (10)	6,045 (10)
33	100	72	14,07	26,14	32,92	43,77	0,560 (10)	13,666 (10)	6,460 (10)
34	100	73	14,07	26,14	36,02	45,54	0,597 (10)	14,971 (10)	6,887 (10)
35	100	74	14,07	26,14	39,31	47,33	0,635 (10)	16,339 (10)	7,329 (10)
36	100	75	14,07	28,15	42,79	49,15	0,660 (10)	16,622 (10)	7,675 (10)
37	100	76	14,07	28,15	46,47	51,00	0,700 (10)	18,017 (10)	8,136 (10)
38	100	77	14,07	28,15	50,36	52,86	0,740 (10)	19,471 (10)	8,609 (10)
39	100	78	14,07	28,15	54,46	54,75	0,782 (10)	20,984 (10)	9,095 (10)
40	100	79	14,07	28,15	58,78	56,67	0,824 (10)	22,558 (10)	9,594 (10)
41	100	80	14,07	28,15	63,32	58,61	0,868 (10)	24,191 (10)	10,106 (10)
42	100	81	16,08	30,16	68,08	60,58	0,883 (10)	24,243 (10)	10,345 (10)
43	100	82	16,08	30,16	73,08	62,57	0,927 (10)	25,884 (10)	10,866 (10)
44	100	83	16,08	30,16	78,32	64,58	0,971 (10)	27,581 (10)	11,400 (10)
45	100	84	16,08	30,16	83,80	66,62	1,017 (10)	29,336 (10)	11,946 (10)
46	100	85	16,08	30,16	89,53	68,68	1,064 (10)	31,147 (10)	12,504 (10)
47	100	86	16,08	30,16	95,52	70,77	1,112 (10)	33,016 (10)	13,073 (10)
48	100	87	16,08	32,17	101,77	72,88	1,136 (10)	32,921 (10)	13,470 (10)
49	100	88	16,08	32,17	108,28	75,01	1,185 (10)	34,786 (10)	14,053 (10)
50	100	89	16,08	32,17	115,07	77,17	1,234 (10)	36,706 (10)	14,648 (10)
51	100	90	16,08	32,17	122,13	79,36	1,283 (10)	38,679 (10)	15,254 (10)
52	100	91	16,08	32,17	129,48	81,57	1,334 (10)	40,707 (10)	15,871 (10)
53	100	92	16,08	32,17	137,12	83,80	1,386 (10)	42,789 (10)	16,500 (10)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	103 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
54	100	93	20,11	34,18	145,05	86,06	1,380 (10)	42,298 (10)	16,508 (10)
55	100	94	20,11	34,18	153,28	88,34	1,431 (10)	44,361 (10)	17,134 (10)
56	100	95	20,11	34,18	161,82	90,65	1,483 (10)	46,475 (10)	17,771 (10)
57	100	96	20,11	34,18	170,67	92,98	1,536 (10)	48,640 (10)	18,419 (10)
58	100	97	20,11	34,18	179,83	95,33	1,589 (10)	50,857 (10)	19,076 (10)
59	100	98	20,11	38,20	189,32	97,71	1,585 (10)	47,895 (10)	19,259 (10)
60	100	99	20,11	38,20	199,14	100,11	1,638 (10)	49,983 (10)	19,917 (10)
61	100	100	20,11	38,20	209,28	102,54	1,691 (10)	52,117 (10)	20,585 (10)
62	100	101	20,11	38,20	219,77	104,99	1,745 (10)	54,297 (10)	21,263 (10)
63	100	102	20,11	38,20	230,60	107,47	1,800 (10)	56,524 (10)	21,950 (10)
64	100	103	20,11	38,20	241,79	109,97	1,855 (10)	58,797 (10)	22,647 (10)
65	100	104	20,11	38,20	253,33	112,50	1,911 (10)	61,117 (10)	23,353 (10)
66	100	105	20,11	38,20	265,23	115,05	1,968 (10)	63,483 (10)	24,068 (10)
67	100	106	20,11	38,20	277,49	117,62	2,025 (10)	65,896 (10)	24,793 (10)
68	100	107	20,11	38,20	290,13	120,22	2,083 (10)	68,356 (10)	25,527 (10)
69	100	108	20,11	38,20	303,15	122,84	2,145 (10)	70,949 (10)	26,305 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	105	27,14	27,14	0,45	0,00	0,004 (10)	0,182 (10)	0,038 (10)
3	100	105	27,14	27,14	1,81	0,00	0,014 (10)	0,726 (10)	0,152 (10)
4	100	105	27,14	27,14	4,06	0,00	0,032 (10)	1,633 (10)	0,341 (10)
5	100	105	27,14	27,14	7,22	0,00	0,056 (10)	2,902 (10)	0,607 (10)
6	100	105	27,14	27,14	11,27	0,00	0,088 (10)	4,531 (10)	0,947 (10)
7	100	105	27,14	27,14	16,22	0,00	0,126 (10)	6,520 (10)	1,363 (10)
8	100	105	27,14	27,14	22,06	0,00	0,171 (10)	8,868 (10)	1,854 (10)
9	100	105	27,14	27,14	28,79	0,00	0,224 (10)	11,574 (10)	2,420 (10)
10	100	105	27,14	27,14	36,42	0,00	0,283 (10)	14,639 (10)	3,060 (10)
11	100	105	27,14	27,14	44,93	0,00	0,349 (10)	18,060 (10)	3,775 (10)
12	100	105	27,14	27,14	54,32	0,00	0,422 (10)	21,838 (10)	4,565 (10)
13	100	105	27,14	27,14	64,61	0,00	0,502 (10)	25,971 (10)	5,429 (10)
14	100	105	27,14	27,14	75,77	0,00	0,589 (10)	30,458 (10)	6,367 (10)
15	100	105	27,14	27,14	87,81	0,00	0,682 (10)	35,300 (10)	7,379 (10)
16	100	105	27,14	27,14	100,74	0,00	0,783 (10)	40,495 (10)	8,465 (10)
17	100	105	27,14	27,14	-46,60	0,00	0,362 (10)	3,916 (10)	18,733 (10)
18	100	105	27,14	27,14	-42,97	0,00	0,334 (10)	3,611 (10)	17,275 (10)
19	100	105	27,14	27,14	-39,48	0,00	0,307 (10)	3,317 (10)	15,869 (10)
20	100	105	27,14	27,14	-36,12	0,00	0,281 (10)	3,035 (10)	14,518 (10)
21	100	105	27,14	27,14	-32,89	0,00	0,256 (10)	2,764 (10)	13,222 (10)
22	100	105	27,14	27,14	-29,80	0,00	0,232 (10)	2,504 (10)	11,981 (10)
23	100	105	27,14	27,14	-26,86	0,00	0,209 (10)	2,257 (10)	10,796 (10)
24	100	105	27,14	27,14	-24,05	0,00	0,187 (10)	2,021 (10)	9,668 (10)
25	100	105	27,14	27,14	-21,39	0,00	0,166 (10)	1,797 (10)	8,598 (10)
26	100	105	27,14	27,14	-18,87	0,00	0,147 (10)	1,586 (10)	7,587 (10)
27	100	105	27,14	27,14	-16,51	0,00	0,128 (10)	1,387 (10)	6,635 (10)
28	100	105	27,14	27,14	-14,29	0,00	0,111 (10)	1,201 (10)	5,744 (10)
29	100	105	27,14	27,14	-12,22	0,00	0,095 (10)	1,027 (10)	4,913 (10)
30	100	105	27,14	27,14	-10,31	0,00	0,080 (10)	0,866 (10)	4,145 (10)
31	100	105	27,14	27,14	-8,55	0,00	0,066 (10)	0,719 (10)	3,439 (10)
32	100	105	27,14	27,14	-6,96	0,00	0,054 (10)	0,584 (10)	2,796 (10)
33	100	105	27,14	27,14	-5,52	0,00	0,043 (10)	0,464 (10)	2,218 (10)
34	100	105	27,14	27,14	-4,24	0,00	0,033 (10)	0,356 (10)	1,704 (10)
35	100	105	27,14	27,14	-3,13	0,00	0,024 (10)	0,263 (10)	1,257 (10)
36	100	105	27,14	27,14	-2,18	0,00	0,017 (10)	0,183 (10)	0,876 (10)
37	100	105	27,14	27,14	-1,40	0,00	0,011 (10)	0,118 (10)	0,563 (10)
38	100	105	27,14	27,14	-0,79	0,00	0,006 (10)	0,066 (10)	0,318 (10)
39	100	105	27,14	27,14	-0,35	0,00	0,003 (10)	0,030 (10)	0,142 (10)
40	100	105	27,14	27,14	-0,09	0,00	0,001 (10)	0,007 (10)	0,036 (10)
41	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)

Combinazioni SLEF
Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	104 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,99	0,002 (11)	0,031 (11)	0,035 (11)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,00	0,005 (11)	0,057 (11)	0,072 (11)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,04	0,008 (11)	0,079 (11)	0,114 (11)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,11	0,011 (11)	0,095 (11)	0,160 (11)
6	100	45	12,06	18,10	0,18	5,19	0,015 (11)	0,104 (11)	0,213 (11)
7	100	46	12,06	18,10	0,29	6,31	0,020 (11)	0,104 (11)	0,273 (11)
8	100	47	12,06	18,10	0,44	7,44	0,025 (11)	0,097 (11)	0,341 (11)
9	100	48	12,06	18,10	0,63	8,60	0,031 (11)	0,080 (11)	0,417 (11)
10	100	49	12,06	18,10	0,88	9,79	0,038 (11)	0,054 (11)	0,502 (11)
11	100	50	12,06	18,10	1,17	11,00	0,046 (11)	0,007 (11)	0,600 (11)
12	100	51	12,06	18,10	1,53	12,23	0,055 (11)	0,072 (11)	0,714 (11)
13	100	52	12,06	20,11	1,96	13,49	0,066 (11)	0,188 (11)	0,845 (11)
14	100	53	12,06	20,11	2,45	14,77	0,079 (11)	0,357 (11)	0,994 (11)
15	100	54	12,06	20,11	3,03	16,08	0,093 (11)	0,585 (11)	1,161 (11)
16	100	55	12,06	20,11	3,68	17,41	0,110 (11)	0,879 (11)	1,346 (11)
17	100	56	12,06	20,11	4,43	18,76	0,128 (11)	1,243 (11)	1,549 (11)
18	100	57	12,06	20,11	5,27	20,14	0,147 (11)	1,680 (11)	1,768 (11)
19	100	58	12,06	22,12	6,21	21,55	0,166 (11)	2,046 (11)	1,981 (11)
20	100	59	12,06	22,12	7,25	22,98	0,188 (11)	2,584 (11)	2,226 (11)
21	100	60	12,06	22,12	8,41	24,43	0,211 (11)	3,189 (11)	2,487 (11)
22	100	61	12,06	22,12	9,68	25,91	0,236 (11)	3,863 (11)	2,762 (11)
23	100	62	12,06	22,12	11,07	27,41	0,262 (11)	4,605 (11)	3,052 (11)
24	100	63	12,06	22,12	12,59	28,94	0,290 (11)	5,416 (11)	3,356 (11)
25	100	64	12,06	24,13	14,24	30,49	0,312 (11)	5,855 (11)	3,626 (11)
26	100	65	12,06	24,13	16,03	32,06	0,341 (11)	6,733 (11)	3,954 (11)
27	100	66	12,06	24,13	17,97	33,66	0,372 (11)	7,676 (11)	4,296 (11)
28	100	67	12,06	24,13	20,05	35,29	0,403 (11)	8,685 (11)	4,653 (11)
29	100	68	12,06	24,13	22,29	36,93	0,436 (11)	9,759 (11)	5,024 (11)
30	100	69	12,06	24,13	24,70	38,61	0,471 (11)	10,900 (11)	5,409 (11)
31	100	70	14,07	26,14	27,26	40,30	0,488 (11)	11,243 (11)	5,644 (11)
32	100	71	14,07	26,14	30,00	42,02	0,523 (11)	12,423 (11)	6,045 (11)
33	100	72	14,07	26,14	32,92	43,77	0,560 (11)	13,666 (11)	6,460 (11)
34	100	73	14,07	26,14	36,02	45,54	0,597 (11)	14,971 (11)	6,887 (11)
35	100	74	14,07	26,14	39,31	47,33	0,635 (11)	16,339 (11)	7,329 (11)
36	100	75	14,07	28,15	42,79	49,15	0,660 (11)	16,622 (11)	7,675 (11)
37	100	76	14,07	28,15	46,47	51,00	0,700 (11)	18,017 (11)	8,136 (11)
38	100	77	14,07	28,15	50,36	52,86	0,740 (11)	19,471 (11)	8,609 (11)
39	100	78	14,07	28,15	54,46	54,75	0,782 (11)	20,984 (11)	9,095 (11)
40	100	79	14,07	28,15	58,78	56,67	0,824 (11)	22,558 (11)	9,594 (11)
41	100	80	14,07	28,15	63,32	58,61	0,868 (11)	24,191 (11)	10,106 (11)
42	100	81	16,08	30,16	68,08	60,58	0,883 (11)	24,243 (11)	10,345 (11)
43	100	82	16,08	30,16	73,08	62,57	0,927 (11)	25,884 (11)	10,866 (11)
44	100	83	16,08	30,16	78,32	64,58	0,971 (11)	27,581 (11)	11,400 (11)
45	100	84	16,08	30,16	83,80	66,62	1,017 (11)	29,336 (11)	11,946 (11)
46	100	85	16,08	30,16	89,53	68,68	1,064 (11)	31,147 (11)	12,504 (11)
47	100	86	16,08	30,16	95,52	70,77	1,112 (11)	33,016 (11)	13,073 (11)
48	100	87	16,08	32,17	101,77	72,88	1,136 (11)	32,921 (11)	13,470 (11)
49	100	88	16,08	32,17	108,28	75,01	1,185 (11)	34,786 (11)	14,053 (11)
50	100	89	16,08	32,17	115,07	77,17	1,234 (11)	36,706 (11)	14,648 (11)
51	100	90	16,08	32,17	122,13	79,36	1,283 (11)	38,679 (11)	15,254 (11)
52	100	91	16,08	32,17	129,48	81,57	1,334 (11)	40,707 (11)	15,871 (11)
53	100	92	16,08	32,17	137,12	83,80	1,386 (11)	42,789 (11)	16,500 (11)
54	100	93	20,11	34,18	145,05	86,06	1,380 (11)	42,298 (11)	16,508 (11)
55	100	94	20,11	34,18	153,28	88,34	1,431 (11)	44,361 (11)	17,134 (11)
56	100	95	20,11	34,18	161,82	90,65	1,483 (11)	46,475 (11)	17,771 (11)
57	100	96	20,11	34,18	170,67	92,98	1,536 (11)	48,640 (11)	18,419 (11)
58	100	97	20,11	34,18	179,83	95,33	1,589 (11)	50,857 (11)	19,076 (11)
59	100	98	20,11	38,20	189,32	97,71	1,585 (11)	47,895 (11)	19,259 (11)
60	100	99	20,11	38,20	199,14	100,11	1,638 (11)	49,983 (11)	19,917 (11)
61	100	100	20,11	38,20	209,28	102,54	1,691 (11)	52,117 (11)	20,585 (11)
62	100	101	20,11	38,20	219,77	104,99	1,745 (11)	54,297 (11)	21,263 (11)
63	100	102	20,11	38,20	230,60	107,47	1,800 (11)	56,524 (11)	21,950 (11)
64	100	103	20,11	38,20	241,79	109,97	1,855 (11)	58,797 (11)	22,647 (11)
65	100	104	20,11	38,20	253,33	112,50	1,911 (11)	61,117 (11)	23,353 (11)
66	100	105	20,11	38,20	265,23	115,05	1,968 (11)	63,483 (11)	24,068 (11)
67	100	106	20,11	38,20	277,49	117,62	2,025 (11)	65,896 (11)	24,793 (11)
68	100	107	20,11	38,20	290,13	120,22	2,083 (11)	68,356 (11)	25,527 (11)
69	100	108	20,11	38,20	303,15	122,84	2,145 (11)	70,949 (11)	26,305 (11)

Fondazione

 Tensione massima di compressione nel calcestruzzo
 Tensione massima di trazione dell'acciaio

 33,200
 450,000

 [MPa]
 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	105 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	105	27,14	27,14	0,45	0,00	0,004 (11)	0,182 (11)	0,038 (11)
3	100	105	27,14	27,14	1,81	0,00	0,014 (11)	0,726 (11)	0,152 (11)
4	100	105	27,14	27,14	4,06	0,00	0,032 (11)	1,633 (11)	0,341 (11)
5	100	105	27,14	27,14	7,22	0,00	0,056 (11)	2,902 (11)	0,607 (11)
6	100	105	27,14	27,14	11,27	0,00	0,088 (11)	4,531 (11)	0,947 (11)
7	100	105	27,14	27,14	16,22	0,00	0,126 (11)	6,520 (11)	1,363 (11)
8	100	105	27,14	27,14	22,06	0,00	0,171 (11)	8,868 (11)	1,854 (11)
9	100	105	27,14	27,14	28,79	0,00	0,224 (11)	11,574 (11)	2,420 (11)
10	100	105	27,14	27,14	36,42	0,00	0,283 (11)	14,639 (11)	3,060 (11)
11	100	105	27,14	27,14	44,93	0,00	0,349 (11)	18,060 (11)	3,775 (11)
12	100	105	27,14	27,14	54,32	0,00	0,422 (11)	21,838 (11)	4,565 (11)
13	100	105	27,14	27,14	64,61	0,00	0,502 (11)	25,971 (11)	5,429 (11)
14	100	105	27,14	27,14	75,77	0,00	0,589 (11)	30,458 (11)	6,367 (11)
15	100	105	27,14	27,14	87,81	0,00	0,682 (11)	35,300 (11)	7,379 (11)
16	100	105	27,14	27,14	100,74	0,00	0,783 (11)	40,495 (11)	8,465 (11)
17	100	105	27,14	27,14	-46,60	0,00	0,362 (11)	3,916 (11)	18,733 (11)
18	100	105	27,14	27,14	-42,97	0,00	0,334 (11)	3,611 (11)	17,275 (11)
19	100	105	27,14	27,14	-39,48	0,00	0,307 (11)	3,317 (11)	15,869 (11)
20	100	105	27,14	27,14	-36,12	0,00	0,281 (11)	3,035 (11)	14,518 (11)
21	100	105	27,14	27,14	-32,89	0,00	0,256 (11)	2,764 (11)	13,222 (11)
22	100	105	27,14	27,14	-29,80	0,00	0,232 (11)	2,504 (11)	11,981 (11)
23	100	105	27,14	27,14	-26,86	0,00	0,209 (11)	2,257 (11)	10,796 (11)
24	100	105	27,14	27,14	-24,05	0,00	0,187 (11)	2,021 (11)	9,668 (11)
25	100	105	27,14	27,14	-21,39	0,00	0,166 (11)	1,797 (11)	8,598 (11)
26	100	105	27,14	27,14	-18,87	0,00	0,147 (11)	1,586 (11)	7,587 (11)
27	100	105	27,14	27,14	-16,51	0,00	0,128 (11)	1,387 (11)	6,635 (11)
28	100	105	27,14	27,14	-14,29	0,00	0,111 (11)	1,201 (11)	5,744 (11)
29	100	105	27,14	27,14	-12,22	0,00	0,095 (11)	1,027 (11)	4,913 (11)
30	100	105	27,14	27,14	-10,31	0,00	0,080 (11)	0,866 (11)	4,145 (11)
31	100	105	27,14	27,14	-8,55	0,00	0,066 (11)	0,719 (11)	3,439 (11)
32	100	105	27,14	27,14	-6,96	0,00	0,054 (11)	0,584 (11)	2,796 (11)
33	100	105	27,14	27,14	-5,52	0,00	0,043 (11)	0,464 (11)	2,218 (11)
34	100	105	27,14	27,14	-4,24	0,00	0,033 (11)	0,356 (11)	1,704 (11)
35	100	105	27,14	27,14	-3,13	0,00	0,024 (11)	0,263 (11)	1,257 (11)
36	100	105	27,14	27,14	-2,18	0,00	0,017 (11)	0,183 (11)	0,876 (11)
37	100	105	27,14	27,14	-1,40	0,00	0,011 (11)	0,118 (11)	0,563 (11)
38	100	105	27,14	27,14	-0,79	0,00	0,006 (11)	0,066 (11)	0,318 (11)
39	100	105	27,14	27,14	-0,35	0,00	0,003 (11)	0,030 (11)	0,142 (11)
40	100	105	27,14	27,14	-0,09	0,00	0,001 (11)	0,007 (11)	0,036 (11)
41	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ
Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14,940	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,99	0,002 (12)	0,031 (12)	0,035 (12)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,00	0,005 (12)	0,057 (12)	0,072 (12)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,04	0,008 (12)	0,079 (12)	0,114 (12)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,11	0,011 (12)	0,095 (12)	0,160 (12)
6	100	45	12,06	18,10	0,18	5,19	0,015 (12)	0,104 (12)	0,213 (12)
7	100	46	12,06	18,10	0,29	6,31	0,020 (12)	0,104 (12)	0,273 (12)
8	100	47	12,06	18,10	0,44	7,44	0,025 (12)	0,097 (12)	0,341 (12)
9	100	48	12,06	18,10	0,63	8,60	0,031 (12)	0,080 (12)	0,417 (12)
10	100	49	12,06	18,10	0,88	9,79	0,038 (12)	0,054 (12)	0,502 (12)
11	100	50	12,06	18,10	1,17	11,00	0,046 (12)	0,007 (12)	0,600 (12)
12	100	51	12,06	18,10	1,53	12,23	0,055 (12)	0,072 (12)	0,714 (12)
13	100	52	12,06	20,11	1,96	13,49	0,066 (12)	0,188 (12)	0,845 (12)
14	100	53	12,06	20,11	2,45	14,77	0,079 (12)	0,357 (12)	0,994 (12)
15	100	54	12,06	20,11	3,03	16,08	0,093 (12)	0,585 (12)	1,161 (12)
16	100	55	12,06	20,11	3,68	17,41	0,110 (12)	0,879 (12)	1,346 (12)
17	100	56	12,06	20,11	4,43	18,76	0,128 (12)	1,243 (12)	1,549 (12)
18	100	57	12,06	20,11	5,27	20,14	0,147 (12)	1,680 (12)	1,768 (12)
19	100	58	12,06	22,12	6,21	21,55	0,166 (12)	2,046 (12)	1,981 (12)
20	100	59	12,06	22,12	7,25	22,98	0,188 (12)	2,584 (12)	2,226 (12)
21	100	60	12,06	22,12	8,41	24,43	0,211 (12)	3,189 (12)	2,487 (12)
22	100	61	12,06	22,12	9,68	25,91	0,236 (12)	3,863 (12)	2,762 (12)
23	100	62	12,06	22,12	11,07	27,41	0,262 (12)	4,605 (12)	3,052 (12)
24	100	63	12,06	22,12	12,59	28,94	0,290 (12)	5,416 (12)	3,356 (12)
25	100	64	12,06	24,13	14,24	30,49	0,312 (12)	5,855 (12)	3,626 (12)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	106 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
26	100	65	12,06	24,13	16,03	32,06	0,341 (12)	6,733 (12)	3,954 (12)
27	100	66	12,06	24,13	17,97	33,66	0,372 (12)	7,676 (12)	4,296 (12)
28	100	67	12,06	24,13	20,05	35,29	0,403 (12)	8,685 (12)	4,653 (12)
29	100	68	12,06	24,13	22,29	36,93	0,436 (12)	9,759 (12)	5,024 (12)
30	100	69	12,06	24,13	24,70	38,61	0,471 (12)	10,900 (12)	5,409 (12)
31	100	70	14,07	26,14	27,26	40,30	0,488 (12)	11,243 (12)	5,644 (12)
32	100	71	14,07	26,14	30,00	42,02	0,523 (12)	12,423 (12)	6,045 (12)
33	100	72	14,07	26,14	32,92	43,77	0,560 (12)	13,666 (12)	6,460 (12)
34	100	73	14,07	26,14	36,02	45,54	0,597 (12)	14,971 (12)	6,887 (12)
35	100	74	14,07	26,14	39,31	47,33	0,635 (12)	16,339 (12)	7,329 (12)
36	100	75	14,07	28,15	42,79	49,15	0,660 (12)	16,622 (12)	7,675 (12)
37	100	76	14,07	28,15	46,47	51,00	0,700 (12)	18,017 (12)	8,136 (12)
38	100	77	14,07	28,15	50,36	52,86	0,740 (12)	19,471 (12)	8,609 (12)
39	100	78	14,07	28,15	54,46	54,75	0,782 (12)	20,984 (12)	9,095 (12)
40	100	79	14,07	28,15	58,78	56,67	0,824 (12)	22,558 (12)	9,594 (12)
41	100	80	14,07	28,15	63,32	58,61	0,868 (12)	24,191 (12)	10,106 (12)
42	100	81	16,08	30,16	68,08	60,58	0,883 (12)	24,243 (12)	10,345 (12)
43	100	82	16,08	30,16	73,08	62,57	0,927 (12)	25,884 (12)	10,866 (12)
44	100	83	16,08	30,16	78,32	64,58	0,971 (12)	27,581 (12)	11,400 (12)
45	100	84	16,08	30,16	83,80	66,62	1,017 (12)	29,336 (12)	11,946 (12)
46	100	85	16,08	30,16	89,53	68,68	1,064 (12)	31,147 (12)	12,504 (12)
47	100	86	16,08	30,16	95,52	70,77	1,112 (12)	33,016 (12)	13,073 (12)
48	100	87	16,08	32,17	101,77	72,88	1,136 (12)	32,921 (12)	13,470 (12)
49	100	88	16,08	32,17	108,28	75,01	1,185 (12)	34,786 (12)	14,053 (12)
50	100	89	16,08	32,17	115,07	77,17	1,234 (12)	36,706 (12)	14,648 (12)
51	100	90	16,08	32,17	122,13	79,36	1,283 (12)	38,679 (12)	15,254 (12)
52	100	91	16,08	32,17	129,48	81,57	1,334 (12)	40,707 (12)	15,871 (12)
53	100	92	16,08	32,17	137,12	83,80	1,386 (12)	42,789 (12)	16,500 (12)
54	100	93	20,11	34,18	145,05	86,06	1,380 (12)	42,298 (12)	16,508 (12)
55	100	94	20,11	34,18	153,28	88,34	1,431 (12)	44,361 (12)	17,134 (12)
56	100	95	20,11	34,18	161,82	90,65	1,483 (12)	46,475 (12)	17,771 (12)
57	100	96	20,11	34,18	170,67	92,98	1,536 (12)	48,640 (12)	18,419 (12)
58	100	97	20,11	34,18	179,83	95,33	1,589 (12)	50,857 (12)	19,076 (12)
59	100	98	20,11	38,20	189,32	97,71	1,585 (12)	47,895 (12)	19,259 (12)
60	100	99	20,11	38,20	199,14	100,11	1,638 (12)	49,983 (12)	19,917 (12)
61	100	100	20,11	38,20	209,28	102,54	1,691 (12)	52,117 (12)	20,585 (12)
62	100	101	20,11	38,20	219,77	104,99	1,745 (12)	54,297 (12)	21,263 (12)
63	100	102	20,11	38,20	230,60	107,47	1,800 (12)	56,524 (12)	21,950 (12)
64	100	103	20,11	38,20	241,79	109,97	1,855 (12)	58,797 (12)	22,647 (12)
65	100	104	20,11	38,20	253,33	112,50	1,911 (12)	61,117 (12)	23,353 (12)
66	100	105	20,11	38,20	265,23	115,05	1,968 (12)	63,483 (12)	24,068 (12)
67	100	106	20,11	38,20	277,49	117,62	2,025 (12)	65,896 (12)	24,793 (12)
68	100	107	20,11	38,20	290,13	120,22	2,083 (12)	68,356 (12)	25,527 (12)
69	100	108	20,11	38,20	303,15	122,84	2,145 (12)	70,949 (12)	26,305 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14,940	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	105	27,14	27,14	0,45	0,00	0,004 (12)	0,182 (12)	0,038 (12)
3	100	105	27,14	27,14	1,81	0,00	0,014 (12)	0,726 (12)	0,152 (12)
4	100	105	27,14	27,14	4,06	0,00	0,032 (12)	1,633 (12)	0,341 (12)
5	100	105	27,14	27,14	7,22	0,00	0,056 (12)	2,902 (12)	0,607 (12)
6	100	105	27,14	27,14	11,27	0,00	0,088 (12)	4,531 (12)	0,947 (12)
7	100	105	27,14	27,14	16,22	0,00	0,126 (12)	6,520 (12)	1,363 (12)
8	100	105	27,14	27,14	22,06	0,00	0,171 (12)	8,868 (12)	1,854 (12)
9	100	105	27,14	27,14	28,79	0,00	0,224 (12)	11,574 (12)	2,420 (12)
10	100	105	27,14	27,14	36,42	0,00	0,283 (12)	14,639 (12)	3,060 (12)
11	100	105	27,14	27,14	44,93	0,00	0,349 (12)	18,060 (12)	3,775 (12)
12	100	105	27,14	27,14	54,32	0,00	0,422 (12)	21,838 (12)	4,565 (12)
13	100	105	27,14	27,14	64,61	0,00	0,502 (12)	25,971 (12)	5,429 (12)
14	100	105	27,14	27,14	75,77	0,00	0,589 (12)	30,458 (12)	6,367 (12)
15	100	105	27,14	27,14	87,81	0,00	0,682 (12)	35,300 (12)	7,379 (12)
16	100	105	27,14	27,14	100,74	0,00	0,783 (12)	40,495 (12)	8,465 (12)
17	100	105	27,14	27,14	-46,60	0,00	0,362 (12)	3,916 (12)	18,733 (12)
18	100	105	27,14	27,14	-42,97	0,00	0,334 (12)	3,611 (12)	17,275 (12)
19	100	105	27,14	27,14	-39,48	0,00	0,307 (12)	3,317 (12)	15,869 (12)
20	100	105	27,14	27,14	-36,12	0,00	0,281 (12)	3,035 (12)	14,518 (12)
21	100	105	27,14	27,14	-32,89	0,00	0,256 (12)	2,764 (12)	13,222 (12)
22	100	105	27,14	27,14	-29,80	0,00	0,232 (12)	2,504 (12)	11,981 (12)
23	100	105	27,14	27,14	-26,86	0,00	0,209 (12)	2,257 (12)	10,796 (12)
24	100	105	27,14	27,14	-24,05	0,00	0,187 (12)	2,021 (12)	9,668 (12)
25	100	105	27,14	27,14	-21,39	0,00	0,166 (12)	1,797 (12)	8,598 (12)
26	100	105	27,14	27,14	-18,87	0,00	0,147 (12)	1,586 (12)	7,587 (12)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 107 di 190

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
27	100	105	27,14	27,14	-16,51	0,00	0,128 (12)	1,387 (12)	6,635 (12)
28	100	105	27,14	27,14	-14,29	0,00	0,111 (12)	1,201 (12)	5,744 (12)
29	100	105	27,14	27,14	-12,22	0,00	0,095 (12)	1,027 (12)	4,913 (12)
30	100	105	27,14	27,14	-10,31	0,00	0,080 (12)	0,866 (12)	4,145 (12)
31	100	105	27,14	27,14	-8,55	0,00	0,066 (12)	0,719 (12)	3,439 (12)
32	100	105	27,14	27,14	-6,96	0,00	0,054 (12)	0,584 (12)	2,796 (12)
33	100	105	27,14	27,14	-5,52	0,00	0,043 (12)	0,464 (12)	2,218 (12)
34	100	105	27,14	27,14	-4,24	0,00	0,033 (12)	0,356 (12)	1,704 (12)
35	100	105	27,14	27,14	-3,13	0,00	0,024 (12)	0,263 (12)	1,257 (12)
36	100	105	27,14	27,14	-2,18	0,00	0,017 (12)	0,183 (12)	0,876 (12)
37	100	105	27,14	27,14	-1,40	0,00	0,011 (12)	0,118 (12)	0,563 (12)
38	100	105	27,14	27,14	-0,79	0,00	0,006 (12)	0,066 (12)	0,318 (12)
39	100	105	27,14	27,14	-0,35	0,00	0,003 (12)	0,030 (12)	0,142 (12)
40	100	105	27,14	27,14	-0,09	0,00	0,001 (12)	0,007 (12)	0,036 (12)
41	100	105	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,66	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,70	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,87	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,17	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	45	18,10	1450,00	0,18	148,60	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	46	18,10	1450,00	0,29	155,17	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	47	18,10	1450,00	0,44	161,86	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	48	18,10	1450,00	0,63	168,69	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	49	18,10	1450,00	0,88	175,65	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	50	18,10	1450,00	1,17	182,73	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	51	18,10	1450,00	1,53	189,96	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	52	20,11	1450,00	1,96	199,84	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	53	20,11	1450,00	2,45	207,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	54	20,11	1450,00	3,03	215,08	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	55	20,11	1450,00	3,68	222,90	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	56	20,11	1450,00	4,43	230,86	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	57	20,11	1450,00	5,27	238,94	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	58	22,12	1450,00	6,21	250,11	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	59	22,12	1450,00	7,25	258,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	60	22,12	1450,00	8,41	267,09	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	61	22,12	1450,00	9,68	275,77	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	62	22,12	1450,00	11,07	284,59	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	63	22,12	1450,00	12,59	293,54	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	64	24,13	1450,00	14,24	306,01	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	65	24,13	1450,00	16,03	315,29	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	66	24,13	1450,00	17,97	324,72	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	67	24,13	1450,00	20,05	334,27	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	68	24,13	1450,00	22,29	343,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
30	100	69	24,13	1450,00	24,70	353,76	0,000000	0,00	0,000 (10)
31	100	70	26,14	1450,00	27,26	369,28	0,000000	0,00	0,000 (10)
32	100	71	26,14	1450,00	30,00	379,47	0,000000	0,00	0,000 (10)
33	100	72	26,14	1450,00	32,92	389,80	0,000000	0,00	0,000 (10)
34	100	73	26,14	1450,00	36,02	400,25	0,000000	0,00	0,000 (10)
35	100	74	26,14	1450,00	39,31	410,84	0,000000	0,00	0,000 (10)
36	100	75	28,15	1450,00	42,79	425,77	0,000000	0,00	0,000 (10)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
37	100	76	28,15	1450,00	46,47	436,72	0,000000	0,00	0,000 (10)
38	100	77	28,15	1450,00	50,36	447,77	0,000000	0,00	0,000 (10)
39	100	78	28,15	1450,00	54,46	458,97	0,000000	0,00	0,000 (10)
40	100	79	28,15	1450,00	58,78	470,32	0,000000	0,00	0,000 (10)
41	100	80	28,15	1450,00	63,32	481,79	0,000000	0,00	0,000 (10)
42	100	81	30,16	1450,00	68,08	500,17	0,000000	0,00	0,000 (10)
43	100	82	30,16	1450,00	73,08	512,03	0,000000	0,00	0,000 (10)
44	100	83	30,16	1450,00	78,32	524,01	0,000000	0,00	0,000 (10)
45	100	84	30,16	1450,00	83,80	536,14	0,000000	0,00	0,000 (10)
46	100	85	30,16	1450,00	89,53	548,38	0,000000	0,00	0,000 (10)
47	100	86	30,16	1450,00	95,52	560,77	0,000000	0,00	0,000 (10)
48	100	87	32,17	1450,00	101,77	578,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
49	100	88	32,17	1450,00	108,28	591,11	0,000000	0,00	0,000 (10)
50	100	89	32,17	1450,00	115,07	603,99	0,000000	0,00	0,000 (10)
51	100	90	32,17	1450,00	122,13	616,99	0,000000	0,00	0,000 (10)
52	100	91	32,17	1450,00	129,48	630,13	0,000000	0,00	0,000 (10)
53	100	92	32,17	1450,00	137,12	643,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
54	100	93	34,18	1450,00	145,05	667,55	0,000000	0,00	0,000 (10)
55	100	94	34,18	1450,00	153,28	681,24	0,000000	0,00	0,000 (10)
56	100	95	34,18	1450,00	161,82	695,06	0,000000	0,00	0,000 (10)
57	100	96	34,18	1450,00	170,67	709,05	0,000000	0,00	0,000 (10)
58	100	97	34,18	1450,00	179,83	723,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
59	100	98	38,20	1450,00	189,32	749,27	0,000000	0,00	0,000 (10)
60	100	99	38,20	1450,00	199,14	763,79	0,000000	0,00	0,000 (10)
61	100	100	38,20	1450,00	209,28	778,46	0,000000	0,00	0,000 (10)
62	100	101	38,20	1450,00	219,77	793,24	0,000000	0,00	0,000 (10)
63	100	102	38,20	1450,00	230,60	808,17	0,000000	0,00	0,000 (10)
64	100	103	38,20	1450,00	241,79	823,22	0,000000	0,00	0,000 (10)
65	100	104	38,20	1450,00	253,33	838,44	0,000000	0,00	0,000 (10)
66	100	105	38,20	1450,00	265,23	853,79	0,000000	0,00	0,000 (10)
67	100	106	38,20	1450,00	277,49	869,27	0,000000	0,00	0,000 (10)
68	100	107	38,20	1450,00	290,13	884,86	0,000000	0,00	0,000 (10)
69	100	108	38,20	1450,00	303,15	899,10	0,000000	0,00	0,000 (10)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	105	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	105	27,14	1550,00	0,45	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	105	27,14	1550,00	1,81	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	105	27,14	1550,00	4,06	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	105	27,14	1550,00	7,22	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	105	27,14	1550,00	11,27	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	105	27,14	1550,00	16,22	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	105	27,14	1550,00	22,06	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	105	27,14	1550,00	28,79	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	105	27,14	1550,00	36,42	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	105	27,14	1550,00	44,93	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	105	27,14	1550,00	54,32	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	105	27,14	1550,00	64,61	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	105	27,14	1550,00	75,77	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	105	27,14	1550,00	87,81	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	105	27,14	1550,00	100,74	806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	105	27,14	1550,00	-46,60	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	105	27,14	1550,00	-42,97	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	105	27,14	1550,00	-39,48	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	105	27,14	1550,00	-36,12	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	105	27,14	1550,00	-32,89	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	105	27,14	1550,00	-29,80	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	105	27,14	1550,00	-26,86	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	105	27,14	1550,00	-24,05	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	105	27,14	1550,00	-21,39	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	105	27,14	1550,00	-18,87	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	105	27,14	1550,00	-16,51	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	105	27,14	1550,00	-14,29	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	105	27,14	1550,00	-12,22	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
30	100	105	27,14	1550,00	-10,31	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
31	100	105	27,14	1550,00	-8,55	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
32	100	105	27,14	1550,00	-6,96	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
33	100	105	27,14	1550,00	-5,52	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
34	100	105	27,14	1550,00	-4,24	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
35	100	105	27,14	1550,00	-3,13	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
36	100	105	27,14	1550,00	-2,18	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
37	100	105	27,14	1550,00	-1,40	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
38	100	105	27,14	1550,00	-0,79	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
39	100	105	27,14	1550,00	-0,35	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
40	100	105	27,14	1550,00	-0,09	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
41	100	105	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,70	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,87	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,17	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	45	18,10	1450,00	0,18	148,60	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	46	18,10	1450,00	0,29	155,17	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	47	18,10	1450,00	0,44	161,86	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	48	18,10	1450,00	0,63	168,69	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	49	18,10	1450,00	0,88	175,65	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	18,10	1450,00	1,17	182,73	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	51	18,10	1450,00	1,53	189,96	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	52	20,11	1450,00	1,96	199,84	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	53	20,11	1450,00	2,45	207,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	54	20,11	1450,00	3,03	215,08	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	55	20,11	1450,00	3,68	222,90	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	56	20,11	1450,00	4,43	230,86	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	57	20,11	1450,00	5,27	238,94	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	58	22,12	1450,00	6,21	250,11	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	59	22,12	1450,00	7,25	258,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	60	22,12	1450,00	8,41	267,09	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	61	22,12	1450,00	9,68	275,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	62	22,12	1450,00	11,07	284,59	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	63	22,12	1450,00	12,59	293,54	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	64	24,13	1450,00	14,24	306,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	65	24,13	1450,00	16,03	315,29	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	66	24,13	1450,00	17,97	324,72	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	67	24,13	1450,00	20,05	334,27	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	68	24,13	1450,00	22,29	343,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	69	24,13	1450,00	24,70	353,76	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	70	26,14	1450,00	27,26	369,28	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	71	26,14	1450,00	30,00	379,47	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	72	26,14	1450,00	32,92	389,80	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	73	26,14	1450,00	36,02	400,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	74	26,14	1450,00	39,31	410,84	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	75	28,15	1450,00	42,79	425,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	76	28,15	1450,00	46,47	436,72	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	77	28,15	1450,00	50,36	447,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	78	28,15	1450,00	54,46	458,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	79	28,15	1450,00	58,78	470,32	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	80	28,15	1450,00	63,32	481,79	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	81	30,16	1450,00	68,08	500,17	0,000000	0,00	0,000 (11)
43	100	82	30,16	1450,00	73,08	512,03	0,000000	0,00	0,000 (11)
44	100	83	30,16	1450,00	78,32	524,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
45	100	84	30,16	1450,00	83,80	536,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
46	100	85	30,16	1450,00	89,53	548,38	0,000000	0,00	0,000 (11)
47	100	86	30,16	1450,00	95,52	560,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
48	100	87	32,17	1450,00	101,77	578,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
49	100	88	32,17	1450,00	108,28	591,11	0,000000	0,00	0,000 (11)
50	100	89	32,17	1450,00	115,07	603,99	0,000000	0,00	0,000 (11)
51	100	90	32,17	1450,00	122,13	616,99	0,000000	0,00	0,000 (11)
52	100	91	32,17	1450,00	129,48	630,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
53	100	92	32,17	1450,00	137,12	643,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
54	100	93	34,18	1450,00	145,05	667,55	0,000000	0,00	0,000 (11)
55	100	94	34,18	1450,00	153,28	681,24	0,000000	0,00	0,000 (11)
56	100	95	34,18	1450,00	161,82	695,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
57	100	96	34,18	1450,00	170,67	709,05	0,000000	0,00	0,000 (11)
58	100	97	34,18	1450,00	179,83	723,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
59	100	98	38,20	1450,00	189,32	749,27	0,000000	0,00	0,000 (11)
60	100	99	38,20	1450,00	199,14	763,79	0,000000	0,00	0,000 (11)
61	100	100	38,20	1450,00	209,28	778,46	0,000000	0,00	0,000 (11)
62	100	101	38,20	1450,00	219,77	793,24	0,000000	0,00	0,000 (11)
63	100	102	38,20	1450,00	230,60	808,17	0,000000	0,00	0,000 (11)
64	100	103	38,20	1450,00	241,79	823,22	0,000000	0,00	0,000 (11)
65	100	104	38,20	1450,00	253,33	838,44	0,000000	0,00	0,000 (11)
66	100	105	38,20	1450,00	265,23	853,79	0,000000	0,00	0,000 (11)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
67	100	106	38,20	1450,00	277,49	869,27	0,000000	0,00	0,000 (11)
68	100	107	38,20	1450,00	290,13	884,86	0,000000	0,00	0,000 (11)
69	100	108	38,20	1450,00	303,15	899,10	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	105	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	105	27,14	1550,00	0,45	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	105	27,14	1550,00	1,81	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	105	27,14	1550,00	4,06	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	105	27,14	1550,00	7,22	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	105	27,14	1550,00	11,27	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	105	27,14	1550,00	16,22	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	105	27,14	1550,00	22,06	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	105	27,14	1550,00	28,79	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	105	27,14	1550,00	36,42	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	105	27,14	1550,00	44,93	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	105	27,14	1550,00	54,32	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	105	27,14	1550,00	64,61	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	105	27,14	1550,00	75,77	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	105	27,14	1550,00	87,81	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	105	27,14	1550,00	100,74	806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	105	27,14	1550,00	-46,60	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	105	27,14	1550,00	-42,97	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	105	27,14	1550,00	-39,48	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	105	27,14	1550,00	-36,12	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	105	27,14	1550,00	-32,89	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	105	27,14	1550,00	-29,80	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	105	27,14	1550,00	-26,86	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	105	27,14	1550,00	-24,05	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	105	27,14	1550,00	-21,39	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	105	27,14	1550,00	-18,87	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	105	27,14	1550,00	-16,51	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	105	27,14	1550,00	-14,29	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	105	27,14	1550,00	-12,22	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	105	27,14	1550,00	-10,31	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	105	27,14	1550,00	-8,55	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	105	27,14	1550,00	-6,96	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	105	27,14	1550,00	-5,52	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	105	27,14	1550,00	-4,24	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	105	27,14	1550,00	-3,13	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	105	27,14	1550,00	-2,18	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	105	27,14	1550,00	-1,40	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	105	27,14	1550,00	-0,79	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	105	27,14	1550,00	-0,35	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	105	27,14	1550,00	-0,09	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	105	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,66	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,70	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,87	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,17	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	45	18,10	1450,00	0,18	148,60	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	46	18,10	1450,00	0,29	155,17	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	47	18,10	1450,00	0,44	161,86	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	48	18,10	1450,00	0,63	168,69	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	49	18,10	1450,00	0,88	175,65	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	18,10	1450,00	1,17	182,73	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	51	18,10	1450,00	1,53	189,96	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	52	20,11	1450,00	1,96	199,84	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	53	20,11	1450,00	2,45	207,39	0,000000	0,00	0,000 (12)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
15	100	54	20,11	1450,00	3,03	215,08	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	55	20,11	1450,00	3,68	222,90	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	56	20,11	1450,00	4,43	230,86	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	57	20,11	1450,00	5,27	238,94	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	58	22,12	1450,00	6,21	250,11	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	59	22,12	1450,00	7,25	258,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	60	22,12	1450,00	8,41	267,09	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	61	22,12	1450,00	9,68	275,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	62	22,12	1450,00	11,07	284,59	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	63	22,12	1450,00	12,59	293,54	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	64	24,13	1450,00	14,24	306,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	65	24,13	1450,00	16,03	315,29	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	66	24,13	1450,00	17,97	324,72	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	67	24,13	1450,00	20,05	334,27	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	68	24,13	1450,00	22,29	343,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	69	24,13	1450,00	24,70	353,76	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	70	26,14	1450,00	27,26	369,28	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	71	26,14	1450,00	30,00	379,47	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	72	26,14	1450,00	32,92	389,80	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	73	26,14	1450,00	36,02	400,25	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	74	26,14	1450,00	39,31	410,84	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	75	28,15	1450,00	42,79	425,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	76	28,15	1450,00	46,47	436,72	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	77	28,15	1450,00	50,36	447,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	78	28,15	1450,00	54,46	458,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	79	28,15	1450,00	58,78	470,32	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	80	28,15	1450,00	63,32	481,79	0,000000	0,00	0,000 (12)
42	100	81	30,16	1450,00	68,08	500,17	0,000000	0,00	0,000 (12)
43	100	82	30,16	1450,00	73,08	512,03	0,000000	0,00	0,000 (12)
44	100	83	30,16	1450,00	78,32	524,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
45	100	84	30,16	1450,00	83,80	536,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
46	100	85	30,16	1450,00	89,53	548,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
47	100	86	30,16	1450,00	95,52	560,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
48	100	87	32,17	1450,00	101,77	578,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
49	100	88	32,17	1450,00	108,28	591,11	0,000000	0,00	0,000 (12)
50	100	89	32,17	1450,00	115,07	603,99	0,000000	0,00	0,000 (12)
51	100	90	32,17	1450,00	122,13	616,99	0,000000	0,00	0,000 (12)
52	100	91	32,17	1450,00	129,48	630,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
53	100	92	32,17	1450,00	137,12	643,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
54	100	93	34,18	1450,00	145,05	667,55	0,000000	0,00	0,000 (12)
55	100	94	34,18	1450,00	153,28	681,24	0,000000	0,00	0,000 (12)
56	100	95	34,18	1450,00	161,82	695,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
57	100	96	34,18	1450,00	170,67	709,05	0,000000	0,00	0,000 (12)
58	100	97	34,18	1450,00	179,83	723,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
59	100	98	38,20	1450,00	189,32	749,27	0,000000	0,00	0,000 (12)
60	100	99	38,20	1450,00	199,14	763,79	0,000000	0,00	0,000 (12)
61	100	100	38,20	1450,00	209,28	778,46	0,000000	0,00	0,000 (12)
62	100	101	38,20	1450,00	219,77	793,24	0,000000	0,00	0,000 (12)
63	100	102	38,20	1450,00	230,60	808,17	0,000000	0,00	0,000 (12)
64	100	103	38,20	1450,00	241,79	823,22	0,000000	0,00	0,000 (12)
65	100	104	38,20	1450,00	253,33	838,44	0,000000	0,00	0,000 (12)
66	100	105	38,20	1450,00	265,23	853,79	0,000000	0,00	0,000 (12)
67	100	106	38,20	1450,00	277,49	869,27	0,000000	0,00	0,000 (12)
68	100	107	38,20	1450,00	290,13	884,86	0,000000	0,00	0,000 (12)
69	100	108	38,20	1450,00	303,15	899,10	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	105	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	105	27,14	1550,00	0,45	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	105	27,14	1550,00	1,81	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	105	27,14	1550,00	4,06	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	105	27,14	1550,00	7,22	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	105	27,14	1550,00	11,27	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	105	27,14	1550,00	16,22	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	105	27,14	1550,00	22,06	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	105	27,14	1550,00	28,79	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	105	27,14	1550,00	36,42	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	105	27,14	1550,00	44,93	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	105	27,14	1550,00	54,32	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	105	27,14	1550,00	64,61	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	105	27,14	1550,00	75,77	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	105	27,14	1550,00	87,81	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	105	27,14	1550,00	100,74	806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	105	27,14	1550,00	-46,60	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
18	100	105	27,14	1550,00	-42,97	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	105	27,14	1550,00	-39,48	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	105	27,14	1550,00	-36,12	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	105	27,14	1550,00	-32,89	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	105	27,14	1550,00	-29,80	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	105	27,14	1550,00	-26,86	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	105	27,14	1550,00	-24,05	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	105	27,14	1550,00	-21,39	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	105	27,14	1550,00	-18,87	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	105	27,14	1550,00	-16,51	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	105	27,14	1550,00	-14,29	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	105	27,14	1550,00	-12,22	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	105	27,14	1550,00	-10,31	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	105	27,14	1550,00	-8,55	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	105	27,14	1550,00	-6,96	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	105	27,14	1550,00	-5,52	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	105	27,14	1550,00	-4,24	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	105	27,14	1550,00	-3,13	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	105	27,14	1550,00	-2,18	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	105	27,14	1550,00	-1,40	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	105	27,14	1550,00	-0,79	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	105	27,14	1550,00	-0,35	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	105	27,14	1550,00	-0,09	-806,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	105	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

12 CALCOLO SEZIONE 5 H = 8.10 M (DOPO LO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
Rck	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	Rck	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[MPa]	[MPa]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[MPa]	[MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	113 di 190

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	8,10	[m]
Altezza paramento libero	6,58	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,21	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,10	[m]
Peso sp. rivestimento	0,3334	[kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,45	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,44	[m]
Lunghezza totale	5,10	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,10	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

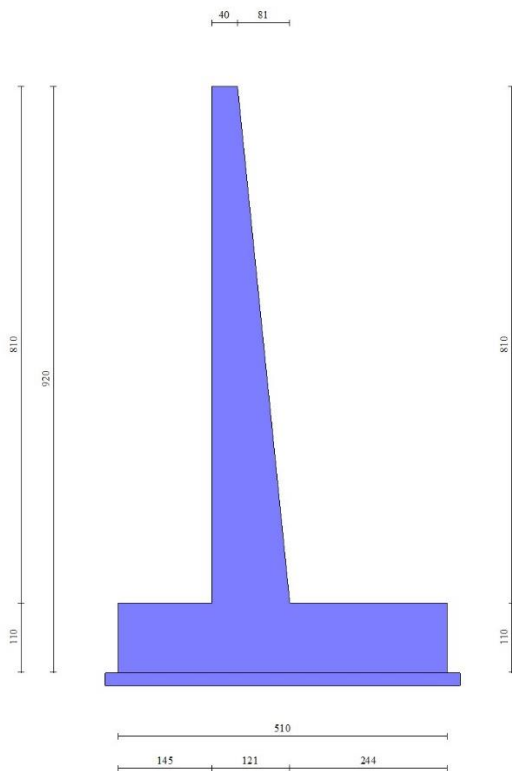


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	115 di 190

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 K_{ststa} , K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	11,25	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]

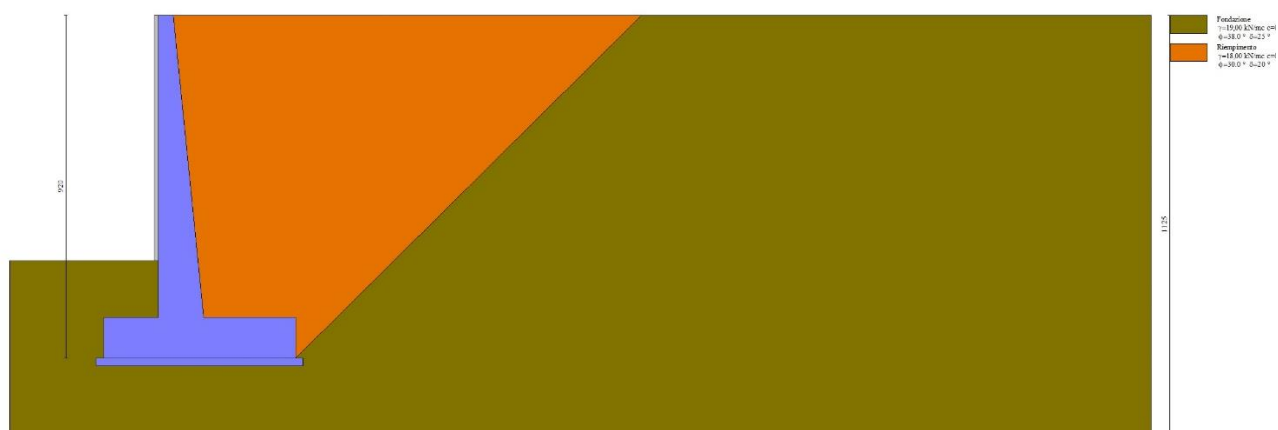


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
 Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Massicciata + armamento) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Distribuito					3,55	21,69	14,4000	14,4000

Condizione n° 2 (Carichi variabili treno LM71) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.80$ - $\Psi_1=0.80$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M [kNm]	X_i [m]	X_f [m]	Q_i [kN]	Q_f [kN]
1	Concentrato	7,26	0,0000	156,1610					
2	Concentrato	12,58	0,0000	156,1610					
3	Concentrato	17,98	0,0000	156,1610					

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.50	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.30	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - 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
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - 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
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.50	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - A1-M1-R3 SCOR H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - A1-M1-R3 SCOR H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Dati sismici

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	119 di 190

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.065	0.033
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	120 di 190

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato	il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali	Aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura	Poco sensibile
Metodo di calcolo aperture delle fessure	NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per inviluppo

Spinta 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	453,22	20,00	425,89	155,01	3,25	-5,56
	Peso/Inerzia muro			0,00	386,63/0,00	0,34	-6,54
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,29	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	539,25/0,00	1,82	-3,86
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	51,57	-1,13	-7,34
2	Spinta statica	277,94	20,00	261,18	95,06	3,25	-5,88
	Incremento di spinta sismica		57,37	53,91	19,62	3,25	-4,60
	Peso/Inerzia muro			23,21	297,41/11,61	0,34	-6,54
	Peso/Inerzia rivestimento			0,02	0,22	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			32,37	414,81/16,19	1,82	-3,86
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			3,10	39,67	-1,13	-7,34

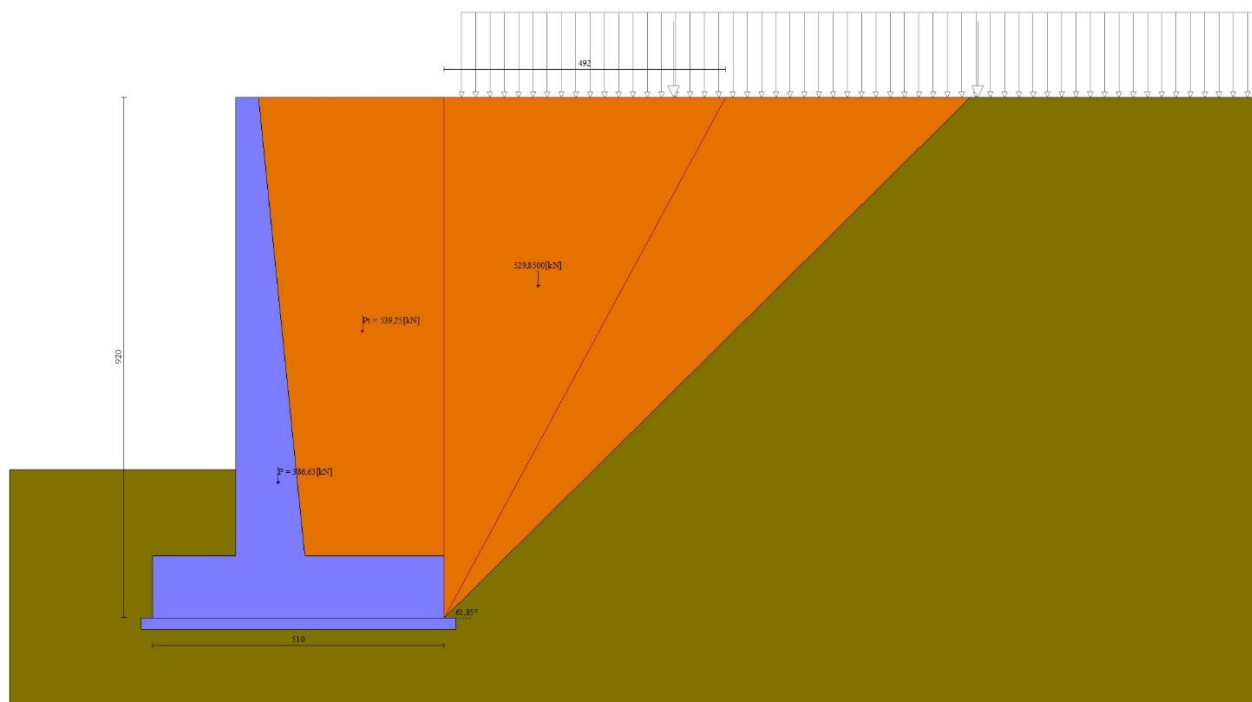


Fig. 17 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

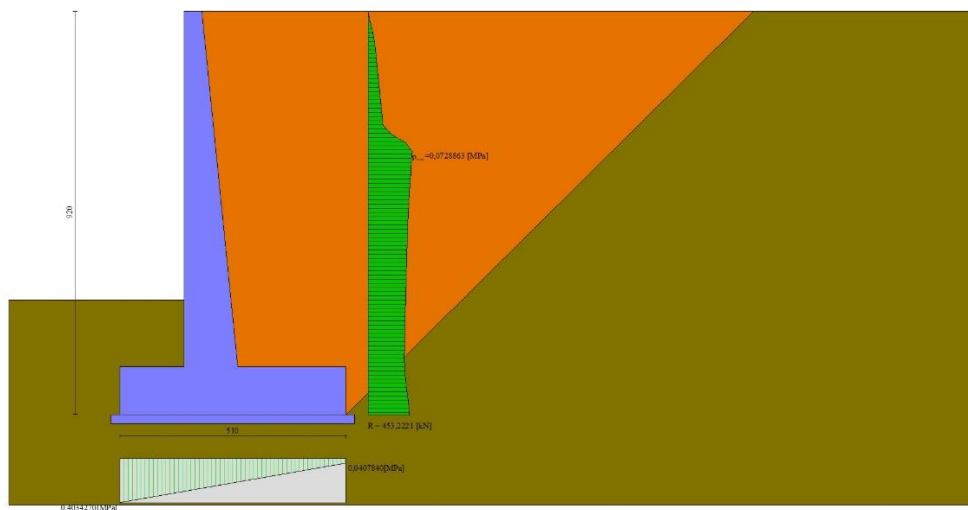


Fig. 18 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

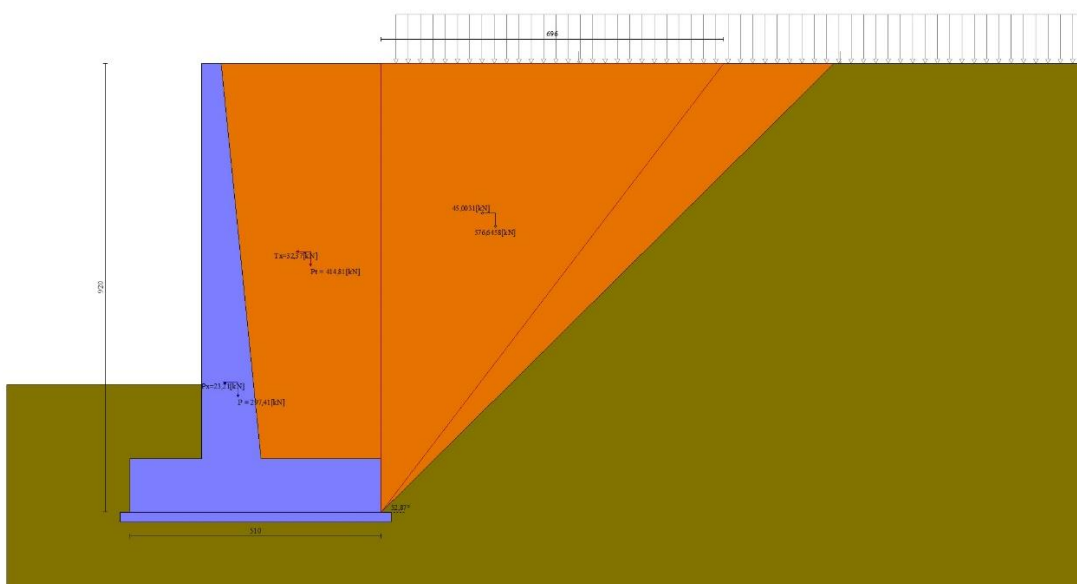


Fig. 19 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

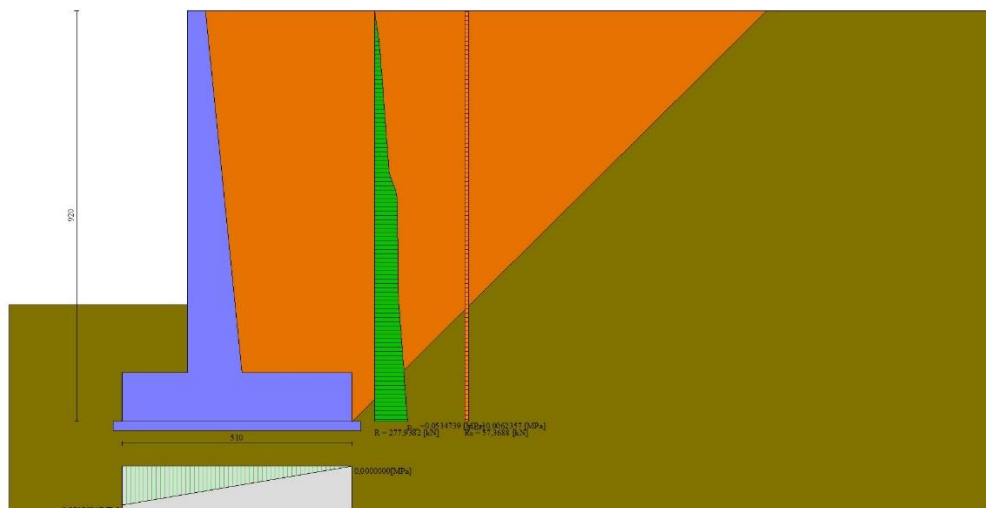


Fig. 20 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1132,75	425,89	1551,93	3654,43	0,694
2 - STR (A1-M1-R3)	894,58	373,78	1355,15	2872,68	0,854
3 - STR (A1-M1-R3)	831,70	353,72	1347,68	2750,61	0,863
4 - GEO (A2-M2-R2)	873,68	417,52	1583,60	2822,99	1,131
5 - GEO (A2-M2-R2)	894,58	373,78	1355,15	2872,68	0,854
6 - GEO (A2-M2-R2)	831,70	353,72	1347,68	2750,61	0,863
7 - EQU (A1-M1-R3)	907,12	425,89	1551,93	2993,54	0,961
8 - EQU (A1-M1-R3)	894,58	373,78	1355,15	2872,68	0,854
9 - EQU (A1-M1-R3)	831,70	353,72	1347,68	2750,61	0,863
10 - SLER	868,35	319,38	1156,42	2795,82	0,662
11 - SLEF	862,72	303,91	1080,50	2767,12	0,595
12 - SLEQ	842,39	248,06	807,36	2663,43	0,347
13 - A1-M1-R3 SCOR	864,87	303,11	1048,31	2756,45	0,575
14 - A1-M1-R3 SCOR	840,94	295,38	1044,99	2709,87	0,570

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 _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	124 di 190

Cmb	Sismica	FSsco	FSrib	FSQIM	FSstab	FSHYD	FSuPL
1 - STR (A1-M1-R3)		1.259		4.139			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			4.201			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			4.376			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.791		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.237		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.210		
7 - EQU (A1-M1-R3)			1.929				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.120				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.041				
13 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.351					
14 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.348					

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
1 - STR (A1-M1-R3)	536,17	0,00	0,00	--	--	536,17	425,89	1.259
14 - A1-M1-R3 SCOR H - V	398,05	0,00	0,00	--	--	398,05	295,38	1.348

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	1132,75	4688,57	3348,98	4.139
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	894,58	3757,92	3131,60	4.201

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata	
n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ 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 [MPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).	

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	Ir	Irc	Re	r _γ
1	61.352	0.340	1.210	1.000	1.000	--	--	--	--	0.631	0.901
	48.933	0.353	1.121	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.217	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		
2	61.352	0.295	1.210	1.000	1.000	--	--	--	--	0.591	0.901

	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	125 di 190

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
	48.933 56.174	0.310 0.177	1.121 1.000	1.000 1.000	1.000 1.000	-- --	-- --				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [MPa]
1	2,62	5,00	5,13	19,00	38.00	0,000
2	2,62	5,00	5,13	19,00	38.00	0,000

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
7 - EQU (A1-M1-R3)	2993,54	1551,93	1.929
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	2750,61	1347,68	2.041

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,00; 4,50	14,35	1.791
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,00; 4,50	14,35	2.210

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	18,20	196,64	0,00	12,64 - 0,91	66.865	32.007	0,000	0,0000	
2	48,95	17,06	0,00	0,91	58.951	32.007	0,000	0,0000	
3	71,48	17,06	0,00	0,91	52.438	32.007	0,000	0,0000	
4	89,31	17,06	0,00	0,91	46.796	32.007	0,000	0,0000	
5	103,90	17,06	0,00	0,91	41.702	32.007	0,000	0,0000	
6	116,04	196,64	0,00	0,91	36.988	32.007	0,000	0,0000	
7	126,19	17,06	0,00	0,91	32.553	32.007	0,000	0,0000	
8	134,65	17,06	0,00	0,91	28.329	32.007	0,000	0,0000	
9	141,62	17,06	0,00	0,91	24.267	32.007	0,000	0,0000	
10	147,27	16,66	0,00	0,91	20.332	32.007	0,000	0,0000	
11	164,02	0,00	0,00	0,91	16.495	32.007	0,000	0,0000	
12	162,24	0,00	0,00	0,91	12.733	32.007	0,000	0,0000	
13	165,13	0,00	0,00	0,91	9.027	32.007	0,000	0,0000	
14	194,50	0,00	0,00	0,91	5.358	32.007	0,000	0,0000	
15	108,66	0,00	0,00	0,91	1.712	32.007	0,000	0,0000	
16	59,35	0,00	0,00	0,91	-1.928	32.007	0,000	0,0000	
17	52,47	0,00	0,00	0,91	-5.575	32.007	0,000	0,0000	
18	50,52	0,00	0,00	0,91	-9.246	32.007	0,000	0,0000	
19	47,59	0,00	0,00	0,91	-12.955	32.007	0,000	0,0000	
20	43,62	0,00	0,00	0,91	-16.721	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
21	38,57	0,00	0,00	0,91	-20.562	32.007	0,000	0,0000	
22	32,37	0,00	0,00	0,91	-24.504	32.007	0,000	0,0000	
23	24,89	0,00	0,00	0,91	-28.574	32.007	0,000	0,0000	
24	16,00	0,00	0,00	0,91	-32.810	32.007	0,000	0,0000	
25	5,50	0,00	0,00	-10,14 - 0,91	-36.809	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	18,20	44,35	0,00	12,64 - 0,91	66.865	38.000	0,000	0,0000	
2	48,95	13,12	0,00	0,91	58.951	38.000	0,000	0,0000	
3	71,48	13,12	0,00	0,91	52.438	38.000	0,000	0,0000	
4	89,31	13,12	0,00	0,91	46.796	38.000	0,000	0,0000	
5	103,90	13,12	0,00	0,91	41.702	38.000	0,000	0,0000	
6	116,04	44,35	0,00	0,91	36.988	38.000	0,000	0,0000	
7	126,19	13,12	0,00	0,91	32.553	38.000	0,000	0,0000	
8	134,65	13,12	0,00	0,91	28.329	38.000	0,000	0,0000	
9	141,62	13,12	0,00	0,91	24.267	38.000	0,000	0,0000	
10	147,27	12,82	0,00	0,91	20.332	38.000	0,000	0,0000	
11	164,02	0,00	0,00	0,91	16.495	38.000	0,000	0,0000	
12	162,24	0,00	0,00	0,91	12.733	38.000	0,000	0,0000	
13	165,13	0,00	0,00	0,91	9.027	38.000	0,000	0,0000	
14	194,50	0,00	0,00	0,91	5.358	38.000	0,000	0,0000	
15	108,66	0,00	0,00	0,91	1.712	38.000	0,000	0,0000	
16	59,35	0,00	0,00	0,91	-1.928	38.000	0,000	0,0000	
17	52,47	0,00	0,00	0,91	-5.575	38.000	0,000	0,0000	
18	50,52	0,00	0,00	0,91	-9.246	38.000	0,000	0,0000	
19	47,59	0,00	0,00	0,91	-12.955	38.000	0,000	0,0000	
20	43,62	0,00	0,00	0,91	-16.721	38.000	0,000	0,0000	
21	38,57	0,00	0,00	0,91	-20.562	38.000	0,000	0,0000	
22	32,37	0,00	0,00	0,91	-24.504	38.000	0,000	0,0000	
23	24,89	0,00	0,00	0,91	-28.574	38.000	0,000	0,0000	
24	16,00	0,00	0,00	0,91	-32.810	38.000	0,000	0,0000	
25	5,50	0,00	0,00	-10,14 - 0,91	-36.809	38.000	0,000	0,0000	

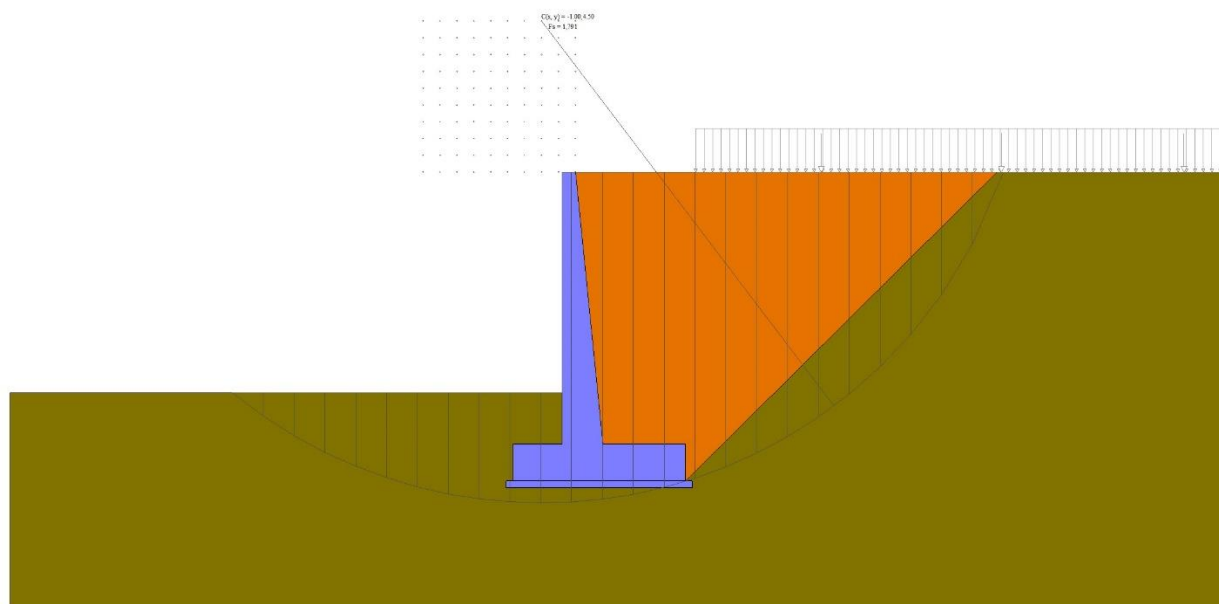


Fig. 21 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

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	0,95	1,29	0,03	0,70	0,00	0,04
3	-0,20	1,93	2,61	0,11	1,46	0,02	0,15
4	-0,30	2,93	3,97	0,25	2,27	0,05	0,35
5	-0,40	3,96	5,35	0,44	3,14	0,10	0,64
6	-0,50	5,01	6,77	0,69	4,07	0,18	1,03
7	-0,60	6,08	8,22	0,99	5,06	0,29	1,51
8	-0,70	7,17	9,71	1,35	6,10	0,44	2,10
9	-0,80	8,29	11,22	1,76	7,20	0,64	2,81
10	-0,90	9,44	12,76	2,23	8,35	0,88	3,63
11	-1,00	10,60	14,34	2,75	9,56	1,18	4,58
12	-1,10	11,79	15,95	3,33	10,83	1,55	5,66
13	-1,20	13,01	17,59	3,96	12,16	1,97	6,88
14	-1,30	14,24	19,27	4,65	13,54	2,47	8,24
15	-1,40	15,50	20,97	5,39	14,98	3,05	9,74
16	-1,50	16,79	22,71	6,19	16,47	3,72	11,40
17	-1,60	18,09	24,48	7,04	18,03	4,47	13,22
18	-1,70	19,43	26,28	7,94	19,64	5,31	15,21
19	-1,80	20,78	28,11	8,91	21,30	6,26	17,36
20	-1,90	22,16	29,98	9,92	23,03	7,31	19,69
21	-2,00	23,56	31,87	10,99	24,81	8,48	22,21
22	-2,10	24,99	33,80	12,12	26,65	9,76	24,91
23	-2,20	26,44	35,76	13,30	28,54	11,16	27,81
24	-2,30	27,91	37,75	14,54	30,49	12,70	30,91
25	-2,40	29,40	39,78	15,83	32,50	14,36	34,21
26	-2,50	30,92	41,83	17,18	34,57	16,17	37,73
27	-2,60	32,47	43,92	18,58	36,69	18,12	41,46
28	-2,70	34,03	46,04	20,04	38,87	20,23	45,42
29	-2,80	35,62	48,19	21,55	41,10	22,49	49,61
30	-2,90	37,24	50,37	23,11	43,39	24,91	54,03
31	-3,00	38,88	52,59	24,74	45,74	27,50	58,69
32	-3,10	40,54	54,84	26,41	48,15	30,26	63,60
33	-3,20	42,22	57,12	28,14	50,61	33,20	68,76
34	-3,30	43,93	59,43	29,93	53,13	36,33	74,18
35	-3,40	45,66	61,77	31,77	55,71	39,65	79,86
36	-3,50	47,42	64,14	33,67	58,34	43,16	85,82
37	-3,60	49,20	66,55	35,62	61,03	46,88	92,05
38	-3,70	51,00	68,99	37,62	63,78	50,80	98,56
39	-3,80	52,82	71,46	39,68	66,59	54,94	105,36
40	-3,90	54,67	73,96	41,80	69,45	59,29	112,45
41	-4,00	56,55	76,49	43,97	72,37	63,87	119,84
42	-4,10	58,44	79,06	46,20	75,34	68,67	127,53
43	-4,20	60,36	81,66	48,49	78,38	73,72	135,54
44	-4,30	62,31	84,29	50,90	81,55	79,00	143,87
45	-4,40	64,27	86,95	53,44	84,85	84,55	152,53
46	-4,50	66,27	89,64	56,13	88,29	90,37	161,54
47	-4,60	68,28	92,37	58,96	91,88	96,47	170,91
48	-4,70	70,32	95,12	61,87	95,54	102,87	180,65
49	-4,80	72,38	97,91	64,84	99,29	109,58	190,78
50	-4,90	74,46	100,73	67,88	103,09	116,59	201,29
51	-5,00	76,57	103,59	70,98	106,95	123,93	212,20
52	-5,10	78,71	106,47	74,14	110,88	131,59	223,51
53	-5,20	80,86	109,39	77,35	114,86	139,58	235,23
54	-5,30	83,04	112,34	80,62	118,90	147,90	247,36
55	-5,40	85,24	115,32	83,95	123,00	156,57	259,91
56	-5,50	87,47	118,33	87,33	127,17	165,58	272,89
57	-5,60	89,72	121,37	90,78	131,39	174,95	286,29
58	-5,70	91,99	124,45	94,28	135,67	184,67	300,14
59	-5,80	94,29	127,56	97,83	140,00	194,76	314,42
60	-5,90	96,61	130,70	101,45	145,90	205,22	329,16
61	-6,00	98,96	133,87	105,12	153,71	216,06	344,35
62	-6,10	101,32	137,07	108,84	161,55	227,28	360,00
63	-6,20	103,72	140,31	112,63	169,41	238,88	376,12
64	-6,30	106,13	143,57	116,47	177,28	250,89	392,72
65	-6,40	108,57	146,87	120,36	185,18	263,28	409,79
66	-6,50	111,03	150,20	124,32	193,10	276,09	427,34
67	-6,60	113,52	153,56	128,32	201,03	289,31	445,39
68	-6,70	116,03	156,96	132,39	208,98	302,94	463,94
69	-6,80	118,56	160,39	136,51	216,96	316,99	482,98
70	-6,90	121,12	163,84	140,69	224,94	331,48	502,54
71	-7,00	123,70	167,33	144,92	232,95	346,39	522,61
72	-7,10	126,30	170,86	149,21	240,97	361,75	543,21
73	-7,20	128,93	174,41	153,55	249,01	377,55	564,36
74	-7,30	131,58	178,00	157,95	257,06	393,80	586,07
75	-7,40	134,25	181,61	162,41	265,13	410,51	608,38
76	-7,50	136,95	185,26	166,92	273,22	427,68	631,30

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
77	-7,60	139,67	188,94	171,49	281,32	445,32	654,85
78	-7,70	142,42	192,66	176,11	289,44	463,44	679,04
79	-7,80	145,18	196,40	180,79	297,57	482,03	706,50
80	-7,90	147,98	200,18	185,53	305,71	501,11	737,65
81	-8,00	150,79	203,99	190,32	313,88	520,68	769,64
82	-8,10	153,63	207,83	195,16	322,06	540,74	802,47

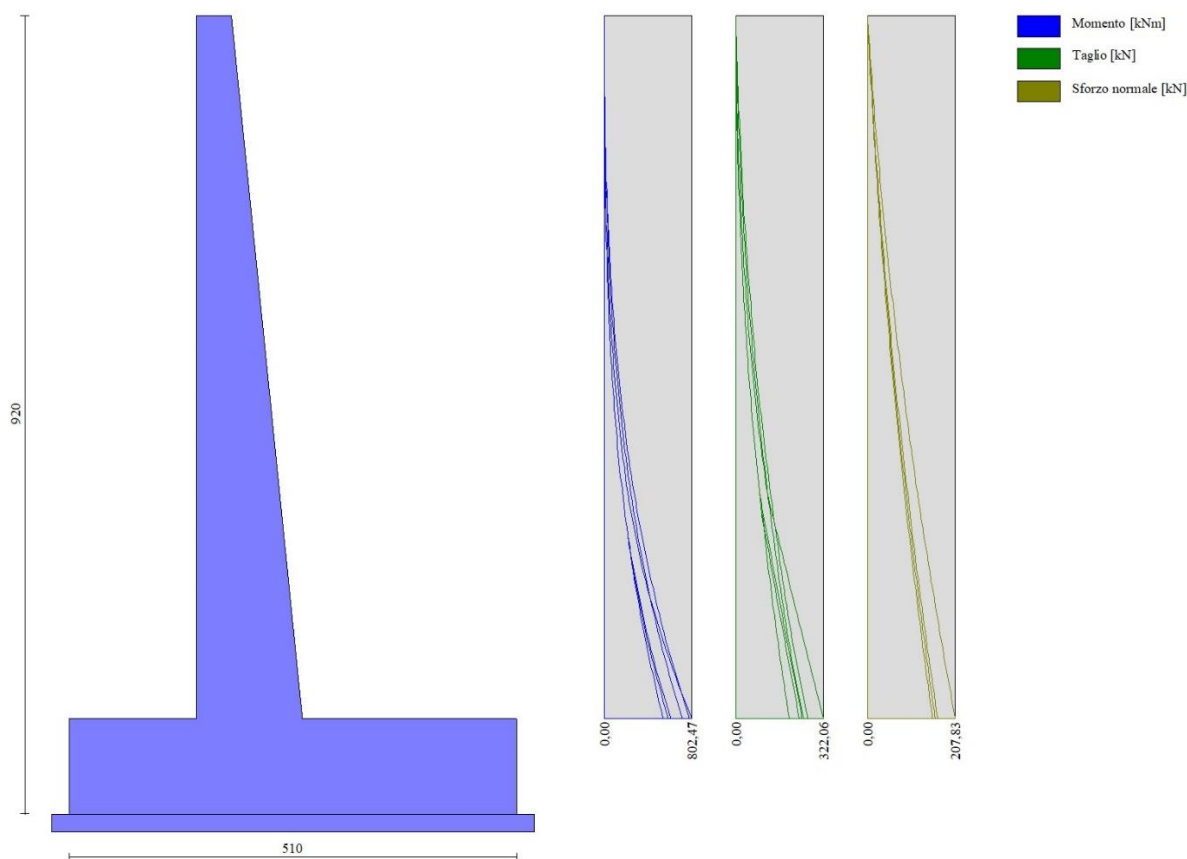
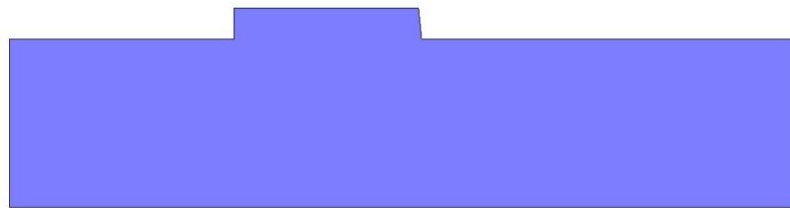


Fig. 22 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,75	0,00	0,00	16,96	31,65	0,82	1,53
3	-1,66	0,00	0,00	33,67	62,63	3,27	6,10
4	-1,56	0,00	0,00	50,13	92,95	7,32	13,62
5	-1,46	0,00	0,00	66,35	122,60	12,95	24,05
6	-1,37	0,00	0,00	82,32	151,59	20,14	37,30
7	-1,27	0,00	0,00	98,04	179,92	28,86	53,33
8	-1,17	0,00	0,00	113,52	207,58	39,09	72,07
9	-1,08	0,00	0,00	128,74	234,57	50,80	93,44
10	-0,98	0,00	0,00	143,73	260,91	63,97	117,40
11	-0,88	0,00	0,00	158,46	286,57	78,58	143,86
12	-0,79	0,00	0,00	172,95	311,58	94,60	172,78
13	-0,69	0,00	0,00	187,19	335,92	112,01	204,08
14	-0,59	0,00	0,00	201,19	359,59	130,78	237,70
15	-0,50	0,00	0,00	214,93	382,60	150,90	273,58
16	-0,40	0,00	0,00	228,43	404,94	172,33	311,65

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
17	0,81	0,00	0,00	-236,84	-104,27	-375,03	-159,20
18	0,91	0,00	0,00	-235,50	-103,12	-351,97	-149,07
19	1,01	0,00	0,00	-233,47	-101,72	-329,08	-139,07
20	1,10	0,00	0,00	-230,77	-100,06	-306,42	-129,23
21	1,20	0,00	0,00	-227,40	-98,16	-284,05	-119,55
22	1,30	0,00	0,00	-223,34	-96,00	-262,05	-110,07
23	1,40	0,00	0,00	-218,61	-93,59	-240,48	-100,82
24	1,49	0,00	0,00	-213,20	-90,93	-219,40	-91,81
25	1,59	0,00	0,00	-207,11	-88,02	-198,89	-83,08
26	1,69	0,00	0,00	-200,35	-84,85	-179,00	-74,64
27	1,79	0,00	0,00	-192,91	-81,44	-159,80	-66,52
28	1,88	0,00	0,00	-184,79	-77,77	-141,36	-58,75
29	1,98	0,00	0,00	-175,99	-73,85	-123,75	-51,35
30	2,08	0,00	0,00	-166,52	-69,68	-107,03	-44,34
31	2,18	0,00	0,00	-156,37	-65,26	-91,27	-37,76
32	2,27	0,00	0,00	-145,54	-60,58	-76,53	-31,61
33	2,37	0,00	0,00	-134,03	-55,66	-62,88	-25,94
34	2,47	0,00	0,00	-121,85	-50,48	-50,39	-20,76
35	2,57	0,00	0,00	-108,99	-45,05	-39,12	-16,09
36	2,66	0,00	0,00	-95,45	-39,37	-29,14	-11,97
37	2,76	0,00	0,00	-81,24	-33,44	-20,51	-8,41
38	2,86	0,00	0,00	-66,34	-27,25	-13,30	-5,45
39	2,96	0,00	0,00	-50,77	-20,82	-7,58	-3,10
40	3,05	0,00	0,00	-34,53	-14,13	-3,41	-1,40
41	3,15	0,00	0,00	-17,60	-7,19	-0,86	-0,35
42	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



510

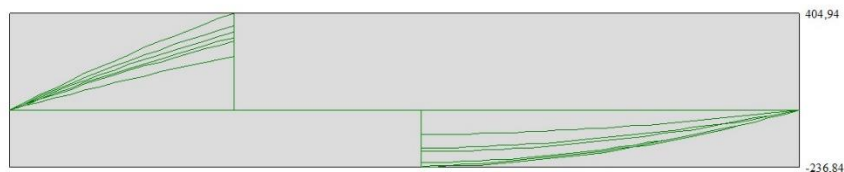
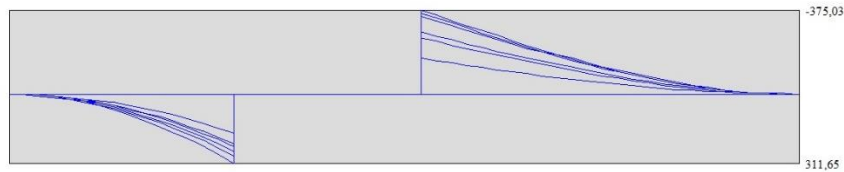


Fig. 23 - Fondazione

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	130 di 190

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	8,04	16,08	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	8,04	16,08	0,04	1,03	240,70	6692,04	6486.508
3	100	42	8,04	16,08	0,15	2,09	403,71	5535,05	2649.813
4	100	43	8,04	16,08	0,35	3,17	507,08	4573,99	1442.225
5	100	44	8,04	16,08	0,64	4,28	575,47	3844,45	898.321
6	100	45	8,04	16,08	1,03	5,41	610,56	3224,02	595.587
7	100	46	8,04	16,08	1,51	6,57	601,12	2614,63	397.829
8	100	47	8,04	16,08	2,10	7,76	576,70	2126,13	274.100
9	100	48	8,04	16,08	2,81	8,97	550,63	1757,10	195.956
10	100	49	8,04	16,08	3,63	10,20	525,13	1474,01	144.478
11	100	50	8,04	16,08	4,58	11,46	505,10	1263,12	110.188
12	100	51	8,04	16,08	5,66	12,75	489,00	1100,79	86.338
13	100	52	10,05	18,10	6,88	14,06	528,20	1079,62	76.778
14	100	53	10,05	18,10	8,24	15,40	517,38	967,16	62.807
15	100	54	10,05	18,10	9,74	16,76	510,10	877,54	52.354
16	100	55	10,05	18,10	11,40	18,15	505,72	804,96	44.350
17	100	56	10,05	18,10	13,22	19,56	503,48	744,98	38.079
18	100	57	10,05	18,10	15,21	21,00	502,87	694,58	33.070
19	100	58	10,05	18,10	17,36	22,47	503,54	651,64	29.003
20	100	59	10,05	20,11	19,69	23,96	555,96	676,35	28.230
21	100	60	10,05	20,11	22,21	25,47	558,67	640,81	25.155
22	100	61	10,05	20,11	24,91	27,02	562,13	609,58	22.564
23	100	62	10,05	20,11	27,81	28,58	566,20	581,91	20.360
24	100	63	10,05	20,11	30,91	30,17	570,80	557,24	18.468
25	100	64	10,05	20,11	34,21	31,79	575,85	535,10	16.832
26	100	65	12,06	22,12	37,73	33,43	634,64	562,42	16.821
27	100	66	12,06	22,12	41,46	35,10	640,89	542,60	15.457
28	100	67	12,06	22,12	45,42	36,80	647,46	524,56	14.255
29	100	68	12,06	22,12	49,61	38,52	654,30	508,05	13.190
30	100	69	12,06	22,12	54,03	40,26	661,39	492,89	12.242
31	100	70	12,06	22,12	58,69	42,03	668,71	478,92	11.394
32	100	71	12,06	22,12	63,60	43,83	676,22	466,02	10.633
33	100	72	12,06	24,13	68,76	45,65	740,45	491,60	10.769
34	100	73	12,06	24,13	74,18	47,50	748,89	479,52	10.096
35	100	74	12,06	24,13	79,86	49,37	757,49	468,26	9.485
36	100	75	12,06	24,13	85,82	51,27	766,23	457,75	8.929
37	100	76	12,06	24,13	92,05	53,19	775,10	447,91	8.421
38	100	77	12,06	24,13	98,56	55,14	784,10	438,68	7.956
39	100	78	14,07	26,14	105,36	57,11	854,47	463,21	8.110
40	100	79	14,07	26,14	112,45	59,11	864,34	454,38	7.687
41	100	80	14,07	26,14	119,84	61,14	874,32	446,06	7.296
42	100	81	14,07	26,14	127,53	63,19	884,40	438,19	6.935
43	100	82	14,07	26,14	135,54	65,27	894,01	430,48	6.596
44	100	83	14,07	26,14	143,87	67,37	903,43	423,04	6.280
45	100	84	14,07	26,14	152,53	69,49	912,89	415,93	5.985
46	100	85	14,07	28,15	161,54	71,65	990,43	439,29	6.131
47	100	86	14,07	28,15	170,91	73,82	1001,37	432,55	5.859
48	100	87	14,07	28,15	180,65	76,03	1011,69	425,77	5.600
49	100	88	14,07	28,15	190,78	78,26	1022,03	419,24	5.357
50	100	89	14,07	28,15	201,29	80,51	1032,40	412,93	5.129
51	100	90	14,07	28,15	212,20	82,79	1042,80	406,85	4.914
52	100	91	16,08	30,16	223,51	85,10	1126,40	428,85	5.039
53	100	92	16,08	30,16	235,23	87,43	1137,62	422,82	4.836
54	100	93	16,08	30,16	247,36	89,78	1148,88	417,00	4.644
55	100	94	16,08	30,16	259,91	92,17	1160,16	411,40	4.464
56	100	95	16,08	30,16	272,89	94,57	1171,47	405,99	4.293
57	100	96	16,08	30,16	286,29	97,01	1182,82	400,78	4.131

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
58	100	97	16,08	32,17	300,14	99,47	1271,50	421,37	4.236
59	100	98	16,08	32,17	314,42	101,95	1283,67	416,22	4.083
60	100	99	16,08	32,17	329,16	104,46	1295,87	411,24	3.937
61	100	100	16,08	32,17	344,35	106,99	1308,09	406,44	3.799
62	100	101	16,08	32,17	360,00	109,55	1320,34	401,80	3.668
63	100	102	16,08	32,17	376,12	112,14	1332,62	397,31	3.543
64	100	103	16,08	32,17	392,72	114,75	1344,93	392,98	3.425
65	100	104	20,11	34,18	409,79	117,39	1440,66	412,69	3.516
66	100	105	20,11	34,18	427,34	120,05	1453,80	408,40	3.402
67	100	106	20,11	34,18	445,39	122,74	1466,97	404,25	3.294
68	100	107	20,11	34,18	463,94	125,45	1480,16	400,24	3.190
69	100	108	20,11	34,18	482,98	128,19	1493,37	396,35	3.092
70	100	109	20,11	34,18	502,54	130,95	1506,61	392,59	2.998
71	100	110	20,11	38,20	522,61	133,74	1693,83	433,47	3.241
72	100	111	20,11	38,20	543,21	136,56	1708,67	429,54	3.145
73	100	112	20,11	38,20	564,36	139,40	1723,53	425,71	3.054
74	100	113	20,11	38,20	586,07	142,26	1738,39	421,98	2.966
75	100	114	20,11	38,20	608,38	145,15	1753,26	418,31	2.882
76	100	115	20,11	38,20	631,30	148,07	1768,12	414,71	2.801
77	100	116	20,11	38,20	654,85	151,01	1782,97	411,17	2.723
78	100	117	20,11	38,20	679,04	153,98	1797,83	407,68	2.648
79	100	118	20,11	38,20	703,88	156,97	1812,68	404,25	2.575
80	100	119	20,11	38,20	729,35	159,99	1827,54	400,90	2.506
81	100	120	20,11	38,20	755,47	163,04	1842,40	397,61	2.439
82	100	121	20,11	38,20	782,24	166,11	1855,41	393,99	2.372

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	110	22,12	22,12	1,53	0,00	869,76	0,00	566.630
3	100	110	22,12	22,12	6,10	0,00	869,76	0,00	142.652
4	100	110	22,12	22,12	13,62	0,00	869,76	0,00	63.849
5	100	110	22,12	22,12	24,05	0,00	869,76	0,00	36.171
6	100	110	22,12	22,12	37,30	0,00	869,76	0,00	23.316
7	100	110	22,12	22,12	53,33	0,00	869,76	0,00	16.308
8	100	110	22,12	22,12	72,07	0,00	869,76	0,00	12.069
9	100	110	22,12	22,12	93,44	0,00	869,76	0,00	9.308
10	100	110	22,12	22,12	117,40	0,00	869,76	0,00	7.409
11	100	110	22,12	22,12	143,86	0,00	869,76	0,00	6.046
12	100	110	22,12	22,12	172,78	0,00	869,76	0,00	5.034
13	100	110	22,12	22,12	204,08	0,00	869,76	0,00	4.262
14	100	110	22,12	22,12	237,70	0,00	869,76	0,00	3.659
15	100	110	22,12	22,12	273,58	0,00	869,76	0,00	3.179
16	100	110	22,12	22,12	311,65	0,00	869,76	0,00	2.791
17	100	110	22,12	22,12	-375,03	0,00	-869,76	0,00	2.319
18	100	110	22,12	22,12	-351,97	0,00	-869,76	0,00	2.471
19	100	110	22,12	22,12	-329,08	0,00	-869,76	0,00	2.643
20	100	110	22,12	22,12	-306,42	0,00	-869,76	0,00	2.838
21	100	110	22,12	22,12	-284,05	0,00	-869,76	0,00	3.062
22	100	110	22,12	22,12	-262,05	0,00	-869,76	0,00	3.319
23	100	110	22,12	22,12	-240,48	0,00	-869,76	0,00	3.617
24	100	110	22,12	22,12	-219,40	0,00	-869,76	0,00	3.964
25	100	110	22,12	22,12	-198,89	0,00	-869,76	0,00	4.373
26	100	110	22,12	22,12	-179,00	0,00	-869,76	0,00	4.859
27	100	110	22,12	22,12	-159,80	0,00	-869,76	0,00	5.443
28	100	110	22,12	22,12	-141,36	0,00	-869,76	0,00	6.153
29	100	110	22,12	22,12	-123,75	0,00	-869,76	0,00	7.028
30	100	110	22,12	22,12	-107,03	0,00	-869,76	0,00	8.126
31	100	110	22,12	22,12	-91,27	0,00	-869,76	0,00	9.530
32	100	110	22,12	22,12	-76,53	0,00	-869,76	0,00	11.365
33	100	110	22,12	22,12	-62,88	0,00	-869,76	0,00	13.832
34	100	110	22,12	22,12	-50,39	0,00	-869,76	0,00	17.261
35	100	110	22,12	22,12	-39,12	0,00	-869,76	0,00	22.233
36	100	110	22,12	22,12	-29,14	0,00	-869,76	0,00	29.850
37	100	110	22,12	22,12	-20,51	0,00	-869,76	0,00	42.407
38	100	110	22,12	22,12	-13,30	0,00	-869,76	0,00	65.383
39	100	110	22,12	22,12	-7,58	0,00	-869,76	0,00	114.715
40	100	110	22,12	22,12	-3,41	0,00	-869,76	0,00	254.778
41	100	110	22,12	22,12	-0,86	0,00	-869,76	0,00	1006.121
42	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

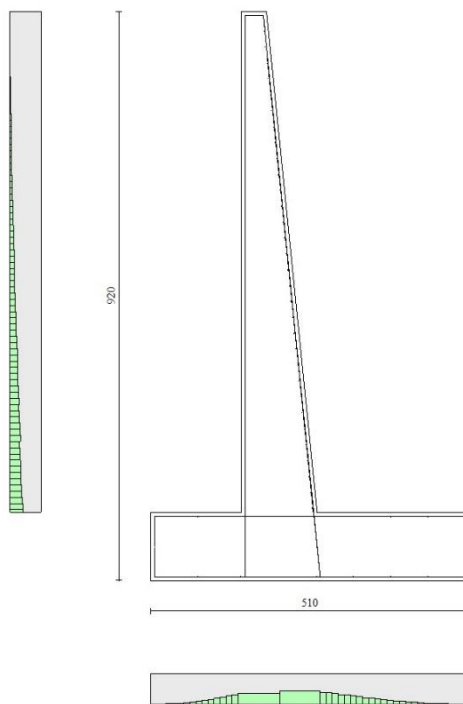


Fig. 24 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
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 espressa 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 [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotgθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	210,90	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	213,74	0,70	305.181
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	216,55	1,46	148.497
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	219,34	2,27	96.495
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	222,11	3,14	70.644
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	224,85	4,07	55.224
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	227,57	5,06	45.010
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	230,26	6,10	37.765

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	232,94	7,20	32.374
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	235,60	8,35	28.214
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	238,24	9,56	24.914
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	240,86	10,83	22.238
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	256,20	12,16	21.075
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	258,92	13,54	19.123
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	261,61	14,98	17.466
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	264,29	16,47	16.042
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	266,96	18,03	14.808
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	269,61	19,64	13.729
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	272,24	21,30	12.778
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	281,18	23,03	12.210
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	283,84	24,81	11.441
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	286,49	26,65	10.751
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	289,12	28,54	10.130
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	291,74	30,49	9.568
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	294,35	32,50	9.057
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	309,41	34,57	8.951
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	312,09	36,69	8.507
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	314,77	38,87	8.099
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	317,43	41,10	7.723
30	100	69	0,00	--	0,00	0,00	320,08	43,39	7.376
31	100	70	0,00	--	0,00	0,00	322,72	45,74	7.055
32	100	71	0,00	--	0,00	0,00	325,35	48,15	6.757
33	100	72	0,00	--	0,00	0,00	334,16	50,61	6.602
34	100	73	0,00	--	0,00	0,00	336,81	53,13	6.339
35	100	74	0,00	--	0,00	0,00	339,46	55,71	6.093
36	100	75	0,00	--	0,00	0,00	342,09	58,34	5.863
37	100	76	0,00	--	0,00	0,00	344,72	61,03	5.648
38	100	77	0,00	--	0,00	0,00	347,33	63,78	5.446
39	100	78	0,00	--	0,00	0,00	362,16	66,59	5.439
40	100	79	0,00	--	0,00	0,00	364,85	69,45	5.254
41	100	80	0,00	--	0,00	0,00	367,52	72,37	5.079
42	100	81	0,00	--	0,00	0,00	370,19	75,34	4.913
43	100	82	0,00	--	0,00	0,00	372,84	78,38	4.757
44	100	83	0,00	--	0,00	0,00	375,49	81,55	4.605
45	100	84	0,00	--	0,00	0,00	378,13	84,85	4.457
46	100	85	0,00	--	0,00	0,00	386,84	88,29	4.381
47	100	86	0,00	--	0,00	0,00	389,51	91,88	4.240
48	100	87	0,00	--	0,00	0,00	392,16	95,54	4.105
49	100	88	0,00	--	0,00	0,00	394,81	99,29	3.977
50	100	89	0,00	--	0,00	0,00	397,46	103,09	3.855
51	100	90	0,00	--	0,00	0,00	400,09	106,95	3.741
52	100	91	0,00	--	0,00	0,00	414,75	110,88	3.741
53	100	92	0,00	--	0,00	0,00	417,44	114,86	3.634
54	100	93	0,00	--	0,00	0,00	420,13	118,90	3.533
55	100	94	0,00	--	0,00	0,00	422,81	123,00	3.437
56	100	95	0,00	--	0,00	0,00	425,48	127,17	3.346
57	100	96	0,00	--	0,00	0,00	428,15	131,39	3.259
58	100	97	0,00	--	0,00	0,00	436,76	135,67	3.219
59	100	98	0,00	--	0,00	0,00	439,45	140,00	3.139
60	100	99	0,00	--	0,00	0,00	445,87	145,90	3.056
61	100	100	0,00	--	0,00	0,00	448,64	153,71	2.919
62	100	101	0,00	--	0,00	0,00	451,41	161,55	2.794
63	100	102	0,00	--	0,00	0,00	454,17	169,41	2.681
64	100	103	0,00	--	0,00	0,00	456,93	177,28	2.577
65	100	104	0,00	--	0,00	0,00	477,25	185,18	2.577
66	100	105	0,00	--	0,00	0,00	480,09	193,10	2.486
67	100	106	0,00	--	0,00	0,00	482,92	201,03	2.402
68	100	107	0,00	--	0,00	0,00	485,75	208,98	2.324
69	100	108	0,00	--	0,00	0,00	488,58	216,96	2.252
70	100	109	0,00	--	0,00	0,00	491,40	224,94	2.185
71	100	110	0,00	--	0,00	0,00	505,56	232,95	2.170
72	100	111	0,00	--	0,00	0,00	508,43	240,97	2.110
73	100	112	0,00	--	0,00	0,00	511,30	249,01	2.053
74	100	113	0,00	--	0,00	0,00	514,16	257,06	2.000
75	100	114	0,00	--	0,00	0,00	517,02	265,13	1.950
76	100	115	0,00	--	0,00	0,00	519,88	273,22	1.903
77	100	116	0,00	--	0,00	0,00	522,73	281,32	1.858
78	100	117	0,00	--	0,00	0,00	525,59	289,44	1.816
79	100	118	0,00	--	0,00	0,00	528,43	297,57	1.776
80	100	119	0,00	--	0,00	0,00	531,28	305,71	1.738
81	100	120	0,00	--	0,00	0,00	534,12	313,88	1.702
82	100	121	0,00	--	0,00	0,00	536,73	322,06	1.667

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	0,00	100.000

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
2	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-31,65	13.879
3	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-62,63	7.013
4	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-92,95	4.725
5	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-122,60	3.582
6	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-151,59	2.897
7	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-179,92	2.441
8	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-207,58	2.116
9	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-234,57	1.872
10	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-260,91	1.683
11	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-286,57	1.533
12	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-311,58	1.410
13	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-335,92	1.308
14	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-359,59	1.221
15	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-382,60	1.148
16	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-404,94	1.085
17	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-236,84	1.854
18	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-235,50	1.865
19	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-233,47	1.881
20	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-230,77	1.903
21	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-227,40	1.932
22	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-223,34	1.967
23	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-218,61	2.009
24	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-213,20	2.060
25	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-207,11	2.121
26	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-200,35	2.192
27	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-192,91	2.277
28	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-184,79	2.377
29	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-175,99	2.496
30	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-166,52	2.638
31	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-156,37	2.809
32	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-145,54	3.018
33	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-134,03	3.277
34	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-121,85	3.605
35	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-108,99	4.030
36	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-95,45	4.602
37	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-81,24	5.407
38	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-66,34	6.620
39	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-50,77	8.651
40	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-34,53	12.721
41	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	-17,60	24.953
42	100	110	0,00	--	0,00	0,00	439,22	0,00	100.000

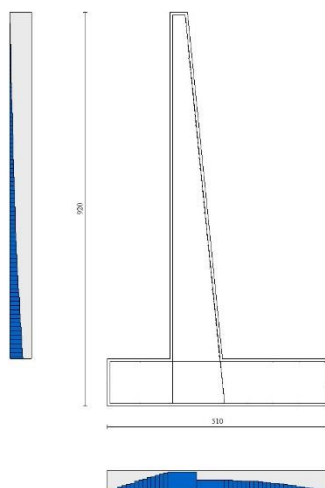


Fig. 25 - Paramento (Inviluppo)

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	135 di 190

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [MPa]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [MPa]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [MPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	100	40	8,04	16,08	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	41	8,04	16,08	0,00	0,99	0,002 (10)	0,031 (10)	0,036 (10)
3	100	42	8,04	16,08	0,02	2,01	0,005 (10)	0,058 (10)	0,075 (10)
4	100	43	8,04	16,08	0,05	3,05	0,008 (10)	0,080 (10)	0,118 (10)
5	100	44	8,04	16,08	0,10	4,12	0,012 (10)	0,095 (10)	0,166 (10)
6	100	45	8,04	16,08	0,18	5,21	0,016 (10)	0,104 (10)	0,221 (10)
7	100	46	8,04	16,08	0,29	6,33	0,021 (10)	0,104 (10)	0,283 (10)
8	100	47	8,04	16,08	0,44	7,47	0,026 (10)	0,096 (10)	0,353 (10)
9	100	48	8,04	16,08	0,64	8,63	0,033 (10)	0,078 (10)	0,432 (10)
10	100	49	8,04	16,08	0,88	9,82	0,040 (10)	0,049 (10)	0,520 (10)
11	100	50	8,04	16,08	1,18	11,03	0,048 (10)	0,000 (1)	0,623 (10)
12	100	51	8,04	16,08	1,55	12,27	0,058 (10)	0,089 (10)	0,743 (10)
13	100	52	10,05	18,10	1,97	13,53	0,068 (10)	0,208 (10)	0,865 (10)
14	100	53	10,05	18,10	2,47	14,82	0,081 (10)	0,391 (10)	1,020 (10)
15	100	54	10,05	18,10	3,05	16,13	0,096 (10)	0,640 (10)	1,194 (10)
16	100	55	10,05	18,10	3,72	17,47	0,113 (10)	0,964 (10)	1,388 (10)
17	100	56	10,05	18,10	4,47	18,83	0,132 (10)	1,366 (10)	1,599 (10)
18	100	57	10,05	18,10	5,31	20,21	0,153 (10)	1,849 (10)	1,828 (10)
19	100	58	10,05	18,10	6,26	21,62	0,176 (10)	2,414 (10)	2,073 (10)
20	100	59	10,05	20,11	7,31	23,06	0,195 (10)	2,832 (10)	2,303 (10)
21	100	60	10,05	20,11	8,48	24,52	0,220 (10)	3,498 (10)	2,574 (10)
22	100	61	10,05	20,11	9,76	26,00	0,246 (10)	4,241 (10)	2,861 (10)
23	100	62	10,05	20,11	11,16	27,51	0,274 (10)	5,059 (10)	3,163 (10)
24	100	63	10,05	20,11	12,70	29,04	0,303 (10)	5,954 (10)	3,480 (10)
25	100	64	10,05	20,11	14,36	30,60	0,333 (10)	6,926 (10)	3,813 (10)
26	100	65	12,06	22,12	16,17	32,18	0,351 (10)	7,322 (10)	4,035 (10)
27	100	66	12,06	22,12	18,12	33,79	0,383 (10)	8,352 (10)	4,386 (10)
28	100	67	12,06	22,12	20,23	35,42	0,416 (10)	9,454 (10)	4,751 (10)
29	100	68	12,06	22,12	22,49	37,07	0,450 (10)	10,628 (10)	5,131 (10)
30	100	69	12,06	22,12	24,91	38,75	0,486 (10)	11,875 (10)	5,526 (10)
31	100	70	12,06	22,12	27,50	40,45	0,522 (10)	13,195 (10)	5,936 (10)
32	100	71	12,06	22,12	30,26	42,18	0,560 (10)	14,588 (10)	6,360 (10)
33	100	72	12,06	24,13	33,20	43,94	0,584 (10)	14,853 (10)	6,690 (10)
34	100	73	12,06	24,13	36,33	45,71	0,623 (10)	16,273 (10)	7,135 (10)
35	100	74	12,06	24,13	39,65	47,51	0,663 (10)	17,762 (10)	7,593 (10)
36	100	75	12,06	24,13	43,16	49,34	0,705 (10)	19,319 (10)	8,065 (10)
37	100	76	12,06	24,13	46,88	51,19	0,747 (10)	20,946 (10)	8,551 (10)
38	100	77	12,06	24,13	50,80	53,07	0,791 (10)	22,642 (10)	9,051 (10)
39	100	78	14,07	26,14	54,94	54,97	0,805 (10)	22,634 (10)	9,284 (10)
40	100	79	14,07	26,14	59,29	56,89	0,849 (10)	24,333 (10)	9,795 (10)
41	100	80	14,07	26,14	63,87	58,84	0,894 (10)	26,098 (10)	10,319 (10)
42	100	81	14,07	26,14	68,67	60,82	0,940 (10)	27,927 (10)	10,855 (10)
43	100	82	14,07	26,14	73,72	62,81	0,987 (10)	29,822 (10)	11,405 (10)
44	100	83	14,07	26,14	79,00	64,84	1,035 (10)	31,785 (10)	11,968 (10)
45	100	84	14,07	26,14	84,55	66,88	1,084 (10)	33,819 (10)	12,546 (10)
46	100	85	14,07	28,15	90,37	68,96	1,107 (10)	33,554 (10)	12,936 (10)
47	100	86	14,07	28,15	96,47	71,05	1,158 (10)	35,596 (10)	13,534 (10)
48	100	87	14,07	28,15	102,87	73,17	1,209 (10)	37,715 (10)	14,148 (10)
49	100	88	14,07	28,15	109,58	75,32	1,262 (10)	39,911 (10)	14,778 (10)
50	100	89	14,07	28,15	116,59	77,49	1,316 (10)	42,185 (10)	15,424 (10)
51	100	90	14,07	28,15	123,93	79,68	1,371 (10)	44,536 (10)	16,085 (10)
52	100	91	16,08	30,16	131,59	81,90	1,380 (10)	43,960 (10)	16,302 (10)
53	100	92	16,08	30,16	139,58	84,14	1,436 (10)	46,302 (10)	16,974 (10)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	136 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
54	100	93	16,08	30,16	147,90	86,41	1,493 (10)	48,716 (10)	17,660 (10)
55	100	94	16,08	30,16	156,57	88,71	1,551 (10)	51,203 (10)	18,362 (10)
56	100	95	16,08	30,16	165,62	91,02	1,610 (10)	53,774 (10)	19,081 (10)
57	100	96	16,08	30,16	175,12	93,36	1,671 (10)	56,453 (10)	19,824 (10)
58	100	97	16,08	32,17	185,13	95,73	1,697 (10)	55,793 (10)	20,295 (10)
59	100	98	16,08	32,17	195,70	98,12	1,762 (10)	58,569 (10)	21,085 (10)
60	100	99	16,08	32,17	206,86	100,54	1,830 (10)	61,488 (10)	21,909 (10)
61	100	100	16,08	32,17	218,63	102,97	1,900 (10)	64,547 (10)	22,765 (10)
62	100	101	16,08	32,17	231,00	105,44	1,972 (10)	67,742 (10)	23,652 (10)
63	100	102	16,08	32,17	243,97	107,93	2,047 (10)	71,070 (10)	24,568 (10)
64	100	103	16,08	32,17	257,55	110,44	2,124 (10)	74,527 (10)	25,512 (10)
65	100	104	20,11	34,18	271,74	112,98	2,115 (10)	73,540 (10)	25,511 (10)
66	100	105	20,11	34,18	286,54	115,54	2,193 (10)	77,027 (10)	26,472 (10)
67	100	106	20,11	34,18	301,95	118,13	2,273 (10)	80,626 (10)	27,457 (10)
68	100	107	20,11	34,18	317,98	120,74	2,355 (10)	84,333 (10)	28,465 (10)
69	100	108	20,11	34,18	334,62	123,37	2,438 (10)	88,147 (10)	29,495 (10)
70	100	109	20,11	34,18	351,88	126,03	2,523 (10)	92,063 (10)	30,545 (10)
71	100	110	20,11	38,20	369,76	128,72	2,513 (10)	86,523 (10)	30,783 (10)
72	100	111	20,11	38,20	388,26	131,43	2,597 (10)	90,223 (10)	31,840 (10)
73	100	112	20,11	38,20	407,38	134,16	2,683 (10)	94,007 (10)	32,914 (10)
74	100	113	20,11	38,20	427,12	136,92	2,770 (10)	97,875 (10)	34,005 (10)
75	100	114	20,11	38,20	447,49	139,70	2,858 (10)	101,824 (10)	35,112 (10)
76	100	115	20,11	38,20	468,49	142,51	2,947 (10)	105,853 (10)	36,235 (10)
77	100	116	20,11	38,20	490,11	145,34	3,037 (10)	109,958 (10)	37,373 (10)
78	100	117	20,11	38,20	512,37	148,20	3,128 (10)	114,139 (10)	38,524 (10)
79	100	118	20,11	38,20	535,25	151,08	3,220 (10)	118,393 (10)	39,690 (10)
80	100	119	20,11	38,20	558,77	153,98	3,313 (10)	122,719 (10)	40,868 (10)
81	100	120	20,11	38,20	582,92	156,91	3,407 (10)	127,115 (10)	42,058 (10)
82	100	121	20,11	38,20	607,71	159,87	3,507 (10)	131,714 (10)	43,313 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	110	22,12	22,12	1,15	0,00	0,009 (10)	0,532 (10)	0,099 (10)
3	100	110	22,12	22,12	4,55	0,00	0,036 (10)	2,115 (10)	0,392 (10)
4	100	110	22,12	22,12	10,18	0,00	0,080 (10)	4,725 (10)	0,876 (10)
5	100	110	22,12	22,12	17,97	0,00	0,142 (10)	8,342 (10)	1,546 (10)
6	100	110	22,12	22,12	27,88	0,00	0,220 (10)	12,944 (10)	2,399 (10)
7	100	110	22,12	22,12	39,86	0,00	0,315 (10)	18,509 (10)	3,430 (10)
8	100	110	22,12	22,12	53,87	0,00	0,426 (10)	25,014 (10)	4,635 (10)
9	100	110	22,12	22,12	69,86	0,00	0,552 (10)	32,439 (10)	6,011 (10)
10	100	110	22,12	22,12	87,78	0,00	0,693 (10)	40,761 (10)	7,553 (10)
11	100	110	22,12	22,12	107,59	0,00	0,850 (10)	49,959 (10)	9,258 (10)
12	100	110	22,12	22,12	129,24	0,00	1,021 (10)	60,010 (10)	11,120 (10)
13	100	110	22,12	22,12	152,67	0,00	1,206 (10)	70,894 (10)	13,137 (10)
14	100	110	22,12	22,12	177,86	0,00	1,405 (10)	82,587 (10)	15,304 (10)
15	100	110	22,12	22,12	204,74	0,00	1,617 (10)	95,069 (10)	17,617 (10)
16	100	110	22,12	22,12	233,27	0,00	1,843 (10)	108,317 (10)	20,072 (10)
17	100	110	22,12	22,12	-276,32	0,00	2,183 (10)	23,777 (10)	128,310 (10)
18	100	110	22,12	22,12	-259,30	0,00	2,048 (10)	22,312 (10)	120,406 (10)
19	100	110	22,12	22,12	-242,41	0,00	1,915 (10)	20,858 (10)	112,561 (10)
20	100	110	22,12	22,12	-225,69	0,00	1,783 (10)	19,420 (10)	104,797 (10)
21	100	110	22,12	22,12	-209,19	0,00	1,652 (10)	18,000 (10)	97,136 (10)
22	100	110	22,12	22,12	-192,96	0,00	1,524 (10)	16,604 (10)	89,602 (10)
23	100	110	22,12	22,12	-177,06	0,00	1,399 (10)	15,236 (10)	82,217 (10)
24	100	110	22,12	22,12	-161,52	0,00	1,276 (10)	13,899 (10)	75,003 (10)
25	100	110	22,12	22,12	-146,40	0,00	1,156 (10)	12,598 (10)	67,982 (10)
26	100	110	22,12	22,12	-131,75	0,00	1,041 (10)	11,337 (10)	61,177 (10)
27	100	110	22,12	22,12	-117,61	0,00	0,929 (10)	10,120 (10)	54,611 (10)
28	100	110	22,12	22,12	-104,03	0,00	0,822 (10)	8,951 (10)	48,306 (10)
29	100	110	22,12	22,12	-91,06	0,00	0,719 (10)	7,836 (10)	42,284 (10)
30	100	110	22,12	22,12	-78,75	0,00	0,622 (10)	6,776 (10)	36,568 (10)
31	100	110	22,12	22,12	-67,15	0,00	0,530 (10)	5,778 (10)	31,180 (10)
32	100	110	22,12	22,12	-56,30	0,00	0,445 (10)	4,844 (10)	26,143 (10)
33	100	110	22,12	22,12	-46,26	0,00	0,365 (10)	3,980 (10)	21,479 (10)
34	100	110	22,12	22,12	-37,06	0,00	0,293 (10)	3,189 (10)	17,210 (10)
35	100	110	22,12	22,12	-28,77	0,00	0,227 (10)	2,476 (10)	13,360 (10)
36	100	110	22,12	22,12	-21,43	0,00	0,169 (10)	1,844 (10)	9,950 (10)
37	100	110	22,12	22,12	-15,08	0,00	0,119 (10)	1,298 (10)	7,003 (10)
38	100	110	22,12	22,12	-9,78	0,00	0,077 (10)	0,842 (10)	4,542 (10)
39	100	110	22,12	22,12	-5,57	0,00	0,044 (10)	0,480 (10)	2,589 (10)
40	100	110	22,12	22,12	-2,51	0,00	0,020 (10)	0,216 (10)	1,165 (10)
41	100	110	22,12	22,12	-0,64	0,00	0,005 (10)	0,055 (10)	0,295 (10)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	137 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
42	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)

Combinazioni SLEF
Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	8,04	16,08	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	41	8,04	16,08	0,00	0,99	0,002 (11)	0,031 (11)	0,036 (11)
3	100	42	8,04	16,08	0,02	2,01	0,005 (11)	0,058 (11)	0,075 (11)
4	100	43	8,04	16,08	0,05	3,05	0,008 (11)	0,080 (11)	0,118 (11)
5	100	44	8,04	16,08	0,10	4,12	0,012 (11)	0,095 (11)	0,166 (11)
6	100	45	8,04	16,08	0,18	5,21	0,016 (11)	0,104 (11)	0,221 (11)
7	100	46	8,04	16,08	0,29	6,33	0,021 (11)	0,104 (11)	0,283 (11)
8	100	47	8,04	16,08	0,44	7,47	0,026 (11)	0,096 (11)	0,353 (11)
9	100	48	8,04	16,08	0,64	8,63	0,033 (11)	0,078 (11)	0,432 (11)
10	100	49	8,04	16,08	0,88	9,82	0,040 (11)	0,049 (11)	0,520 (11)
11	100	50	8,04	16,08	1,18	11,03	0,048 (11)	0,000 (1)	0,623 (11)
12	100	51	8,04	16,08	1,55	12,27	0,058 (11)	0,089 (11)	0,743 (11)
13	100	52	10,05	18,10	1,97	13,53	0,068 (11)	0,208 (11)	0,865 (11)
14	100	53	10,05	18,10	2,47	14,82	0,081 (11)	0,391 (11)	1,020 (11)
15	100	54	10,05	18,10	3,05	16,13	0,096 (11)	0,640 (11)	1,194 (11)
16	100	55	10,05	18,10	3,72	17,47	0,113 (11)	0,964 (11)	1,388 (11)
17	100	56	10,05	18,10	4,47	18,83	0,132 (11)	1,366 (11)	1,599 (11)
18	100	57	10,05	18,10	5,31	20,21	0,153 (11)	1,849 (11)	1,828 (11)
19	100	58	10,05	18,10	6,26	21,62	0,176 (11)	2,414 (11)	2,073 (11)
20	100	59	10,05	20,11	7,31	23,06	0,195 (11)	2,832 (11)	2,303 (11)
21	100	60	10,05	20,11	8,48	24,52	0,220 (11)	3,498 (11)	2,574 (11)
22	100	61	10,05	20,11	9,76	26,00	0,246 (11)	4,241 (11)	2,861 (11)
23	100	62	10,05	20,11	11,16	27,51	0,274 (11)	5,059 (11)	3,163 (11)
24	100	63	10,05	20,11	12,70	29,04	0,303 (11)	5,954 (11)	3,480 (11)
25	100	64	10,05	20,11	14,36	30,60	0,333 (11)	6,926 (11)	3,813 (11)
26	100	65	12,06	22,12	16,17	32,18	0,351 (11)	7,322 (11)	4,035 (11)
27	100	66	12,06	22,12	18,12	33,79	0,383 (11)	8,352 (11)	4,386 (11)
28	100	67	12,06	22,12	20,23	35,42	0,416 (11)	9,454 (11)	4,751 (11)
29	100	68	12,06	22,12	22,49	37,07	0,450 (11)	10,628 (11)	5,131 (11)
30	100	69	12,06	22,12	24,91	38,75	0,486 (11)	11,875 (11)	5,526 (11)
31	100	70	12,06	22,12	27,50	40,45	0,522 (11)	13,195 (11)	5,936 (11)
32	100	71	12,06	22,12	30,26	42,18	0,560 (11)	14,588 (11)	6,360 (11)
33	100	72	12,06	24,13	33,20	43,94	0,584 (11)	14,853 (11)	6,690 (11)
34	100	73	12,06	24,13	36,33	45,71	0,623 (11)	16,273 (11)	7,135 (11)
35	100	74	12,06	24,13	39,65	47,51	0,663 (11)	17,762 (11)	7,593 (11)
36	100	75	12,06	24,13	43,16	49,34	0,705 (11)	19,319 (11)	8,065 (11)
37	100	76	12,06	24,13	46,88	51,19	0,747 (11)	20,946 (11)	8,551 (11)
38	100	77	12,06	24,13	50,80	53,07	0,791 (11)	22,642 (11)	9,051 (11)
39	100	78	14,07	26,14	54,94	54,97	0,805 (11)	22,634 (11)	9,284 (11)
40	100	79	14,07	26,14	59,29	56,89	0,849 (11)	24,333 (11)	9,795 (11)
41	100	80	14,07	26,14	63,87	58,84	0,894 (11)	26,098 (11)	10,319 (11)
42	100	81	14,07	26,14	68,67	60,82	0,940 (11)	27,927 (11)	10,855 (11)
43	100	82	14,07	26,14	73,72	62,81	0,987 (11)	29,822 (11)	11,405 (11)
44	100	83	14,07	26,14	79,00	64,84	1,035 (11)	31,785 (11)	11,968 (11)
45	100	84	14,07	26,14	84,55	66,88	1,084 (11)	33,819 (11)	12,546 (11)
46	100	85	14,07	28,15	90,37	68,96	1,107 (11)	33,554 (11)	12,936 (11)
47	100	86	14,07	28,15	96,47	71,05	1,158 (11)	35,596 (11)	13,534 (11)
48	100	87	14,07	28,15	102,87	73,17	1,209 (11)	37,715 (11)	14,148 (11)
49	100	88	14,07	28,15	109,58	75,32	1,262 (11)	39,911 (11)	14,778 (11)
50	100	89	14,07	28,15	116,59	77,49	1,316 (11)	42,185 (11)	15,424 (11)
51	100	90	14,07	28,15	123,93	79,68	1,371 (11)	44,536 (11)	16,085 (11)
52	100	91	16,08	30,16	131,59	81,90	1,380 (11)	43,960 (11)	16,302 (11)
53	100	92	16,08	30,16	139,58	84,14	1,436 (11)	46,302 (11)	16,974 (11)
54	100	93	16,08	30,16	147,90	86,41	1,493 (11)	48,716 (11)	17,660 (11)
55	100	94	16,08	30,16	156,57	88,71	1,551 (11)	51,201 (11)	18,362 (11)
56	100	95	16,08	30,16	165,58	91,02	1,609 (11)	53,757 (11)	19,077 (11)
57	100	96	16,08	30,16	174,95	93,36	1,669 (11)	56,385 (11)	19,806 (11)
58	100	97	16,08	32,17	184,70	95,73	1,694 (11)	55,637 (11)	20,252 (11)
59	100	98	16,08	32,17	194,89	98,12	1,755 (11)	58,273 (11)	21,005 (11)
60	100	99	16,08	32,17	205,55	100,54	1,818 (11)	61,014 (11)	21,781 (11)
61	100	100	16,08	32,17	216,75	102,97	1,884 (11)	63,875 (11)	22,584 (11)
62	100	101	16,08	32,17	228,51	105,44	1,952 (11)	66,862 (11)	23,416 (11)
63	100	102	16,08	32,17	240,85	107,93	2,022 (11)	69,977 (11)	24,277 (11)
64	100	103	16,08	32,17	253,77	110,44	2,094 (11)	73,217 (11)	25,165 (11)
65	100	104	20,11	34,18	267,28	112,98	2,082 (11)	72,099 (11)	25,123 (11)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	138 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
66	100	105	20,11	34,18	281,37	115,54	2,155 (11)	75,376 (11)	26,029 (11)
67	100	106	20,11	34,18	296,06	118,13	2,230 (11)	78,762 (11)	26,959 (11)
68	100	107	20,11	34,18	311,34	120,74	2,307 (11)	82,255 (11)	27,912 (11)
69	100	108	20,11	34,18	327,21	123,37	2,386 (11)	85,851 (11)	28,886 (11)
70	100	109	20,11	34,18	343,68	126,03	2,466 (11)	89,547 (11)	29,881 (11)
71	100	110	20,11	38,20	360,75	128,72	2,454 (11)	84,064 (11)	30,082 (11)
72	100	111	20,11	38,20	378,41	131,43	2,534 (11)	87,562 (11)	31,085 (11)
73	100	112	20,11	38,20	396,68	134,16	2,615 (11)	91,145 (11)	32,105 (11)
74	100	113	20,11	38,20	415,56	136,92	2,697 (11)	94,809 (11)	33,142 (11)
75	100	114	20,11	38,20	435,04	139,70	2,781 (11)	98,554 (11)	34,195 (11)
76	100	115	20,11	38,20	455,12	142,51	2,866 (11)	102,376 (11)	35,264 (11)
77	100	116	20,11	38,20	475,82	145,34	2,951 (11)	106,275 (11)	36,348 (11)
78	100	117	20,11	38,20	497,13	148,20	3,038 (11)	110,248 (11)	37,446 (11)
79	100	118	20,11	38,20	519,05	151,08	3,126 (11)	114,293 (11)	38,557 (11)
80	100	119	20,11	38,20	541,58	153,98	3,215 (11)	118,410 (11)	39,682 (11)
81	100	120	20,11	38,20	564,73	156,91	3,304 (11)	122,596 (11)	40,819 (11)
82	100	121	20,11	38,20	588,50	159,87	3,399 (11)	126,981 (11)	42,019 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	110	22,12	22,12	1,08	0,00	0,008 (11)	0,499 (11)	0,093 (11)
3	100	110	22,12	22,12	4,27	0,00	0,034 (11)	1,985 (11)	0,368 (11)
4	100	110	22,12	22,12	9,56	0,00	0,075 (11)	4,437 (11)	0,822 (11)
5	100	110	22,12	22,12	16,88	0,00	0,133 (11)	7,836 (11)	1,452 (11)
6	100	110	22,12	22,12	26,19	0,00	0,207 (11)	12,163 (11)	2,254 (11)
7	100	110	22,12	22,12	37,47	0,00	0,296 (11)	17,397 (11)	3,224 (11)
8	100	110	22,12	22,12	50,65	0,00	0,400 (11)	23,521 (11)	4,359 (11)
9	100	110	22,12	22,12	65,71	0,00	0,519 (11)	30,513 (11)	5,654 (11)
10	100	110	22,12	22,12	82,60	0,00	0,652 (11)	38,355 (11)	7,108 (11)
11	100	110	22,12	22,12	101,28	0,00	0,800 (11)	47,028 (11)	8,715 (11)
12	100	110	22,12	22,12	121,70	0,00	0,961 (11)	56,511 (11)	10,472 (11)
13	100	110	22,12	22,12	143,83	0,00	1,136 (11)	66,785 (11)	12,376 (11)
14	100	110	22,12	22,12	167,61	0,00	1,324 (11)	77,831 (11)	14,423 (11)
15	100	110	22,12	22,12	193,02	0,00	1,525 (11)	89,629 (11)	16,609 (11)
16	100	110	22,12	22,12	220,01	0,00	1,738 (11)	102,160 (11)	18,931 (11)
17	100	110	22,12	22,12	-250,82	0,00	1,981 (11)	21,582 (11)	116,466 (11)
18	100	110	22,12	22,12	-235,30	0,00	1,859 (11)	20,247 (11)	109,259 (11)
19	100	110	22,12	22,12	-219,90	0,00	1,737 (11)	18,922 (11)	102,112 (11)
20	100	110	22,12	22,12	-204,68	0,00	1,617 (11)	17,612 (11)	95,042 (11)
21	100	110	22,12	22,12	-189,67	0,00	1,498 (11)	16,321 (11)	88,072 (11)
22	100	110	22,12	22,12	-174,91	0,00	1,382 (11)	15,051 (11)	81,220 (11)
23	100	110	22,12	22,12	-160,46	0,00	1,267 (11)	13,807 (11)	74,508 (11)
24	100	110	22,12	22,12	-146,34	0,00	1,156 (11)	12,592 (11)	67,954 (11)
25	100	110	22,12	22,12	-132,61	0,00	1,048 (11)	11,411 (11)	61,579 (11)
26	100	110	22,12	22,12	-119,31	0,00	0,942 (11)	10,267 (11)	55,403 (11)
27	100	110	22,12	22,12	-106,48	0,00	0,841 (11)	9,163 (11)	49,445 (11)
28	100	110	22,12	22,12	-94,17	0,00	0,744 (11)	8,103 (11)	43,727 (11)
29	100	110	22,12	22,12	-82,41	0,00	0,651 (11)	7,091 (11)	38,268 (11)
30	100	110	22,12	22,12	-71,26	0,00	0,563 (11)	6,132 (11)	33,088 (11)
31	100	110	22,12	22,12	-60,75	0,00	0,480 (11)	5,227 (11)	28,208 (11)
32	100	110	22,12	22,12	-50,92	0,00	0,402 (11)	4,382 (11)	23,646 (11)
33	100	110	22,12	22,12	-41,83	0,00	0,330 (11)	3,599 (11)	19,424 (11)
34	100	110	22,12	22,12	-33,51	0,00	0,265 (11)	2,884 (11)	15,561 (11)
35	100	110	22,12	22,12	-26,01	0,00	0,205 (11)	2,238 (11)	12,078 (11)
36	100	110	22,12	22,12	-19,37	0,00	0,153 (11)	1,667 (11)	8,994 (11)
37	100	110	22,12	22,12	-13,63	0,00	0,108 (11)	1,173 (11)	6,329 (11)
38	100	110	22,12	22,12	-8,84	0,00	0,070 (11)	0,761 (11)	4,104 (11)
39	100	110	22,12	22,12	-5,04	0,00	0,040 (11)	0,433 (11)	2,339 (11)
40	100	110	22,12	22,12	-2,27	0,00	0,018 (11)	0,195 (11)	1,053 (11)
41	100	110	22,12	22,12	-0,57	0,00	0,005 (11)	0,049 (11)	0,267 (11)
42	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ
Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14,940	[MPa]
---	--------	-------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A FOGLIO 139 di 190

Tensione massima di trazione dell'acciaio

450,000

[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cm]	Afs [cm]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	8,04	16,08	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	41	8,04	16,08	0,00	0,99	0,002 (12)	0,031 (12)	0,036 (12)
3	100	42	8,04	16,08	0,02	2,01	0,005 (12)	0,058 (12)	0,075 (12)
4	100	43	8,04	16,08	0,05	3,05	0,008 (12)	0,080 (12)	0,118 (12)
5	100	44	8,04	16,08	0,10	4,12	0,012 (12)	0,095 (12)	0,166 (12)
6	100	45	8,04	16,08	0,18	5,21	0,016 (12)	0,104 (12)	0,221 (12)
7	100	46	8,04	16,08	0,29	6,33	0,021 (12)	0,104 (12)	0,283 (12)
8	100	47	8,04	16,08	0,44	7,47	0,026 (12)	0,096 (12)	0,353 (12)
9	100	48	8,04	16,08	0,64	8,63	0,033 (12)	0,078 (12)	0,432 (12)
10	100	49	8,04	16,08	0,88	9,82	0,040 (12)	0,049 (12)	0,520 (12)
11	100	50	8,04	16,08	1,18	11,03	0,048 (12)	0,000 (1)	0,623 (12)
12	100	51	8,04	16,08	1,55	12,27	0,058 (12)	0,089 (12)	0,743 (12)
13	100	52	10,05	18,10	1,97	13,53	0,068 (12)	0,208 (12)	0,865 (12)
14	100	53	10,05	18,10	2,47	14,82	0,081 (12)	0,391 (12)	1,020 (12)
15	100	54	10,05	18,10	3,05	16,13	0,096 (12)	0,640 (12)	1,194 (12)
16	100	55	10,05	18,10	3,72	17,47	0,113 (12)	0,964 (12)	1,388 (12)
17	100	56	10,05	18,10	4,47	18,83	0,132 (12)	1,366 (12)	1,599 (12)
18	100	57	10,05	18,10	5,31	20,21	0,153 (12)	1,849 (12)	1,828 (12)
19	100	58	10,05	18,10	6,26	21,62	0,176 (12)	2,414 (12)	2,073 (12)
20	100	59	10,05	20,11	7,31	23,06	0,195 (12)	2,832 (12)	2,303 (12)
21	100	60	10,05	20,11	8,48	24,52	0,220 (12)	3,498 (12)	2,574 (12)
22	100	61	10,05	20,11	9,76	26,00	0,246 (12)	4,241 (12)	2,861 (12)
23	100	62	10,05	20,11	11,16	27,51	0,274 (12)	5,059 (12)	3,163 (12)
24	100	63	10,05	20,11	12,70	29,04	0,303 (12)	5,954 (12)	3,480 (12)
25	100	64	10,05	20,11	14,36	30,60	0,333 (12)	6,926 (12)	3,813 (12)
26	100	65	12,06	22,12	16,17	32,18	0,351 (12)	7,322 (12)	4,035 (12)
27	100	66	12,06	22,12	18,12	33,79	0,383 (12)	8,352 (12)	4,386 (12)
28	100	67	12,06	22,12	20,23	35,42	0,416 (12)	9,454 (12)	4,751 (12)
29	100	68	12,06	22,12	22,49	37,07	0,450 (12)	10,628 (12)	5,131 (12)
30	100	69	12,06	22,12	24,91	38,75	0,486 (12)	11,875 (12)	5,526 (12)
31	100	70	12,06	22,12	27,50	40,45	0,522 (12)	13,195 (12)	5,936 (12)
32	100	71	12,06	22,12	30,26	42,18	0,560 (12)	14,588 (12)	6,360 (12)
33	100	72	12,06	24,13	33,20	43,94	0,584 (12)	14,853 (12)	6,690 (12)
34	100	73	12,06	24,13	36,33	45,71	0,623 (12)	16,273 (12)	7,135 (12)
35	100	74	12,06	24,13	39,65	47,51	0,663 (12)	17,762 (12)	7,593 (12)
36	100	75	12,06	24,13	43,16	49,34	0,705 (12)	19,319 (12)	8,065 (12)
37	100	76	12,06	24,13	46,88	51,19	0,747 (12)	20,946 (12)	8,551 (12)
38	100	77	12,06	24,13	50,80	53,07	0,791 (12)	22,642 (12)	9,051 (12)
39	100	78	14,07	26,14	54,94	54,97	0,805 (12)	22,634 (12)	9,284 (12)
40	100	79	14,07	26,14	59,29	56,89	0,849 (12)	24,333 (12)	9,795 (12)
41	100	80	14,07	26,14	63,87	58,84	0,894 (12)	26,098 (12)	10,319 (12)
42	100	81	14,07	26,14	68,67	60,82	0,940 (12)	27,927 (12)	10,855 (12)
43	100	82	14,07	26,14	73,72	62,81	0,987 (12)	29,822 (12)	11,405 (12)
44	100	83	14,07	26,14	79,00	64,84	1,035 (12)	31,785 (12)	11,968 (12)
45	100	84	14,07	26,14	84,55	66,88	1,084 (12)	33,819 (12)	12,546 (12)
46	100	85	14,07	28,15	90,37	68,96	1,107 (12)	33,554 (12)	12,936 (12)
47	100	86	14,07	28,15	96,47	71,05	1,158 (12)	35,596 (12)	13,534 (12)
48	100	87	14,07	28,15	102,87	73,17	1,209 (12)	37,715 (12)	14,148 (12)
49	100	88	14,07	28,15	109,58	75,32	1,262 (12)	39,911 (12)	14,778 (12)
50	100	89	14,07	28,15	116,59	77,49	1,316 (12)	42,185 (12)	15,424 (12)
51	100	90	14,07	28,15	123,93	79,68	1,371 (12)	44,536 (12)	16,085 (12)
52	100	91	16,08	30,16	131,59	81,90	1,380 (12)	43,960 (12)	16,302 (12)
53	100	92	16,08	30,16	139,58	84,14	1,436 (12)	46,302 (12)	16,974 (12)
54	100	93	16,08	30,16	147,90	86,41	1,493 (12)	48,716 (12)	17,660 (12)
55	100	94	16,08	30,16	156,57	88,71	1,551 (12)	51,201 (12)	18,362 (12)
56	100	95	16,08	30,16	165,58	91,02	1,609 (12)	53,757 (12)	19,077 (12)
57	100	96	16,08	30,16	174,95	93,36	1,669 (12)	56,384 (12)	19,806 (12)
58	100	97	16,08	32,17	184,67	95,73	1,693 (12)	55,625 (12)	20,249 (12)
59	100	98	16,08	32,17	194,76	98,12	1,754 (12)	58,227 (12)	20,993 (12)
60	100	99	16,08	32,17	205,22	100,54	1,816 (12)	60,895 (12)	21,749 (12)
61	100	100	16,08	32,17	216,06	102,97	1,878 (12)	63,628 (12)	22,518 (12)
62	100	101	16,08	32,17	227,28	105,44	1,941 (12)	66,426 (12)	23,300 (12)
63	100	102	16,08	32,17	238,88	107,93	2,006 (12)	69,290 (12)	24,094 (12)
64	100	103	16,08	32,17	250,89	110,44	2,071 (12)	72,218 (12)	24,900 (12)
65	100	104	20,11	34,18	263,28	112,98	2,052 (12)	70,811 (12)	24,776 (12)
66	100	105	20,11	34,18	276,09	115,54	2,116 (12)	73,689 (12)	25,576 (12)
67	100	106	20,11	34,18	289,31	118,13	2,181 (12)	76,627 (12)	26,388 (12)
68	100	107	20,11	34,18	302,94	120,74	2,247 (12)	79,626 (12)	27,212 (12)
69	100	108	20,11	34,18	316,99	123,37	2,314 (12)	82,685 (12)	28,046 (12)
70	100	109	20,11	34,18	331,48	126,03	2,381 (12)	85,804 (12)	28,892 (12)
71	100	110	20,11	38,20	346,39	128,72	2,360 (12)	80,147 (12)	28,966 (12)
72	100	111	20,11	38,20	361,75	131,43	2,426 (12)	83,059 (12)	29,806 (12)
73	100	112	20,11	38,20	377,55	134,16	2,493 (12)	86,025 (12)	30,657 (12)
74	100	113	20,11	38,20	393,80	136,92	2,561 (12)	89,044 (12)	31,518 (12)
75	100	114	20,11	38,20	410,51	139,70	2,629 (12)	92,115 (12)	32,389 (12)
76	100	115	20,11	38,20	427,68	142,51	2,698 (12)	95,240 (12)	33,269 (12)
77	100	116	20,11	38,20	445,32	145,34	2,768 (12)	98,418 (12)	34,160 (12)
78	100	117	20,11	38,20	463,44	148,20	2,839 (12)	101,648 (12)	35,060 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
79	100	118	20,11	38,20	482,03	151,08	2,910 (12)	104,931 (12)	35,969 (12)
80	100	119	20,11	38,20	501,11	153,98	2,982 (12)	108,267 (12)	36,888 (12)
81	100	120	20,11	38,20	520,68	156,91	3,054 (12)	111,655 (12)	37,817 (12)
82	100	121	20,11	38,20	540,74	159,87	3,132 (12)	115,215 (12)	38,801 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14,940 [MPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [MPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	110	22,12	22,12	0,82	0,00	0,006 (12)	0,381 (12)	0,071 (12)
3	100	110	22,12	22,12	3,27	0,00	0,026 (12)	1,519 (12)	0,281 (12)
4	100	110	22,12	22,12	7,32	0,00	0,058 (12)	3,400 (12)	0,630 (12)
5	100	110	22,12	22,12	12,95	0,00	0,102 (12)	6,015 (12)	1,115 (12)
6	100	110	22,12	22,12	20,14	0,00	0,159 (12)	9,353 (12)	1,733 (12)
7	100	110	22,12	22,12	28,86	0,00	0,228 (12)	13,401 (12)	2,483 (12)
8	100	110	22,12	22,12	39,09	0,00	0,309 (12)	18,150 (12)	3,363 (12)
9	100	110	22,12	22,12	50,80	0,00	0,401 (12)	23,588 (12)	4,371 (12)
10	100	110	22,12	22,12	63,97	0,00	0,505 (12)	29,705 (12)	5,505 (12)
11	100	110	22,12	22,12	78,58	0,00	0,621 (12)	36,488 (12)	6,761 (12)
12	100	110	22,12	22,12	94,60	0,00	0,747 (12)	43,927 (12)	8,140 (12)
13	100	110	22,12	22,12	112,01	0,00	0,885 (12)	52,010 (12)	9,638 (12)
14	100	110	22,12	22,12	130,78	0,00	1,033 (12)	60,728 (12)	11,253 (12)
15	100	110	22,12	22,12	150,90	0,00	1,192 (12)	70,068 (12)	12,984 (12)
16	100	110	22,12	22,12	172,33	0,00	1,361 (12)	80,019 (12)	14,828 (12)
17	100	110	22,12	22,12	-159,20	0,00	1,258 (12)	13,698 (12)	73,922 (12)
18	100	110	22,12	22,12	-149,07	0,00	1,178 (12)	12,827 (12)	69,221 (12)
19	100	110	22,12	22,12	-139,07	0,00	1,099 (12)	11,967 (12)	64,578 (12)
20	100	110	22,12	22,12	-129,23	0,00	1,021 (12)	11,119 (12)	60,005 (12)
21	100	110	22,12	22,12	-119,55	0,00	0,944 (12)	10,287 (12)	55,512 (12)
22	100	110	22,12	22,12	-110,07	0,00	0,869 (12)	9,471 (12)	51,112 (12)
23	100	110	22,12	22,12	-100,82	0,00	0,796 (12)	8,675 (12)	46,815 (12)
24	100	110	22,12	22,12	-91,81	0,00	0,725 (12)	7,900 (12)	42,632 (12)
25	100	110	22,12	22,12	-83,08	0,00	0,656 (12)	7,149 (12)	38,576 (12)
26	100	110	22,12	22,12	-74,64	0,00	0,590 (12)	6,422 (12)	34,658 (12)
27	100	110	22,12	22,12	-66,52	0,00	0,525 (12)	5,724 (12)	30,889 (12)
28	100	110	22,12	22,12	-58,75	0,00	0,464 (12)	5,055 (12)	27,280 (12)
29	100	110	22,12	22,12	-51,35	0,00	0,406 (12)	4,418 (12)	23,844 (12)
30	100	110	22,12	22,12	-44,34	0,00	0,350 (12)	3,816 (12)	20,590 (12)
31	100	110	22,12	22,12	-37,76	0,00	0,298 (12)	3,249 (12)	17,531 (12)
32	100	110	22,12	22,12	-31,61	0,00	0,250 (12)	2,720 (12)	14,679 (12)
33	100	110	22,12	22,12	-25,94	0,00	0,205 (12)	2,232 (12)	12,044 (12)
34	100	110	22,12	22,12	-20,76	0,00	0,164 (12)	1,786 (12)	9,638 (12)
35	100	110	22,12	22,12	-16,09	0,00	0,127 (12)	1,385 (12)	7,472 (12)
36	100	110	22,12	22,12	-11,97	0,00	0,095 (12)	1,030 (12)	5,558 (12)
37	100	110	22,12	22,12	-8,41	0,00	0,066 (12)	0,724 (12)	3,907 (12)
38	100	110	22,12	22,12	-5,45	0,00	0,043 (12)	0,469 (12)	2,531 (12)
39	100	110	22,12	22,12	-3,10	0,00	0,025 (12)	0,267 (12)	1,441 (12)
40	100	110	22,12	22,12	-1,40	0,00	0,011 (12)	0,120 (12)	0,648 (12)
41	100	110	22,12	22,12	-0,35	0,00	0,003 (12)	0,030 (12)	0,164 (12)
42	100	110	22,12	22,12	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	s [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	41	16,08	1450,00	0,00	120,65	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	42	16,08	1450,00	0,02	126,57	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	43	16,08	1450,00	0,05	132,62	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	44	16,08	1450,00	0,10	138,80	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	45	16,08	1450,00	0,18	145,11	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	46	16,08	1450,00	0,29	151,56	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	47	16,08	1450,00	0,44	158,14	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	48	16,08	1450,00	0,64	164,84	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	49	16,08	1450,00	0,88	171,68	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	50	16,08	1450,00	1,18	178,65	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	51	16,08	1450,00	1,55	185,76	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	52	18,10	1450,00	1,97	196,55	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	53	18,10	1450,00	2,47	204,02	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	54	18,10	1450,00	3,05	211,63	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	55	18,10	1450,00	3,72	219,37	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	56	18,10	1450,00	4,47	227,25	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	57	18,10	1450,00	5,31	235,25	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	58	18,10	1450,00	6,26	243,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	59	20,11	1450,00	7,31	254,69	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	60	20,11	1450,00	8,48	263,16	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	61	20,11	1450,00	9,76	271,77	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	62	20,11	1450,00	11,16	280,51	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	63	20,11	1450,00	12,70	289,37	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	64	20,11	1450,00	14,36	298,38	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	65	22,12	1450,00	16,17	312,52	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	66	22,12	1450,00	18,12	321,90	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	67	22,12	1450,00	20,23	331,42	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	68	22,12	1450,00	22,49	341,05	0,000000	0,00	0,000 (10)
30	100	69	22,12	1450,00	24,91	350,85	0,000000	0,00	0,000 (10)
31	100	70	22,12	1450,00	27,50	360,76	0,000000	0,00	0,000 (10)
32	100	71	22,12	1450,00	30,26	370,82	0,000000	0,00	0,000 (10)
33	100	72	24,13	1450,00	33,20	384,99	0,000000	0,00	0,000 (10)
34	100	73	24,13	1450,00	36,33	395,37	0,000000	0,00	0,000 (10)
35	100	74	24,13	1450,00	39,65	405,89	0,000000	0,00	0,000 (10)
36	100	75	24,13	1450,00	43,16	416,55	0,000000	0,00	0,000 (10)
37	100	76	24,13	1450,00	46,88	427,35	0,000000	0,00	0,000 (10)
38	100	77	24,13	1450,00	50,80	438,28	0,000000	0,00	0,000 (10)
39	100	78	26,14	1450,00	54,94	455,81	0,000000	0,00	0,000 (10)
40	100	79	26,14	1450,00	59,29	467,11	0,000000	0,00	0,000 (10)
41	100	80	26,14	1450,00	63,87	478,55	0,000000	0,00	0,000 (10)
42	100	81	26,14	1450,00	68,67	490,14	0,000000	0,00	0,000 (10)
43	100	82	26,14	1450,00	73,72	501,84	0,000000	0,00	0,000 (10)
44	100	83	26,14	1450,00	79,00	513,68	0,000000	0,00	0,000 (10)
45	100	84	26,14	1450,00	84,55	525,66	0,000000	0,00	0,000 (10)
46	100	85	28,15	1450,00	90,37	542,74	0,000000	0,00	0,000 (10)
47	100	86	28,15	1450,00	96,47	555,09	0,000000	0,00	0,000 (10)
48	100	87	28,15	1450,00	102,87	567,54	0,000000	0,00	0,000 (10)
49	100	88	28,15	1450,00	109,58	580,15	0,000000	0,00	0,000 (10)
50	100	89	28,15	1450,00	116,59	592,88	0,000000	0,00	0,000 (10)
51	100	90	28,15	1450,00	123,93	605,73	0,000000	0,00	0,000 (10)
52	100	91	30,16	1450,00	131,59	626,68	0,000000	0,00	0,000 (10)
53	100	92	30,16	1450,00	139,58	639,96	0,000000	0,00	0,000 (10)
54	100	93	30,16	1450,00	147,90	653,34	0,000000	0,00	0,000 (10)
55	100	94	30,16	1450,00	156,57	666,87	0,000000	0,00	0,000 (10)
56	100	95	30,16	1450,00	165,62	680,52	0,000000	0,00	0,000 (10)
57	100	96	30,16	1450,00	175,12	694,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
58	100	97	32,17	1450,00	185,13	714,12	0,000000	0,00	0,000 (10)
59	100	98	32,17	1450,00	195,70	728,25	0,000000	0,00	0,000 (10)
60	100	99	32,17	1450,00	206,86	742,56	0,000000	0,00	0,000 (10)
61	100	100	32,17	1450,00	218,63	756,97	0,000000	0,00	0,000 (10)
62	100	101	32,17	1450,00	231,00	771,52	0,000000	0,00	0,000 (10)
63	100	102	32,17	1450,00	243,97	786,22	0,000000	0,00	0,000 (10)
64	100	103	32,17	1450,00	257,55	801,06	0,000000	0,00	0,000 (10)
65	100	104	34,18	1450,00	271,74	828,50	0,000000	0,00	0,000 (10)
66	100	105	34,18	1450,00	286,54	843,76	0,000000	0,00	0,000 (10)
67	100	106	34,18	1450,00	301,95	859,18	0,000000	0,00	0,000 (10)
68	100	107	34,18	1450,00	317,98	874,70	0,000000	0,00	0,000 (10)
69	100	108	34,18	1450,00	334,62	890,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
70	100	109	34,18	1450,00	351,88	906,19	0,000000	0,00	0,000 (10)
71	100	110	38,20	1450,00	369,76	935,87	0,000000	0,00	0,000 (10)
72	100	111	38,20	1450,00	388,26	952,11	0,000000	0,00	0,000 (10)
73	100	112	38,20	1450,00	407,38	968,47	0,000000	0,00	0,000 (10)
74	100	113	38,20	1450,00	427,12	985,00	0,000000	0,00	0,000 (10)
75	100	114	38,20	1450,00	447,49	1001,65	0,000000	0,00	0,000 (10)
76	100	115	38,20	1450,00	468,49	1018,44	0,000000	0,00	0,000 (10)
77	100	116	38,20	1450,00	490,11	1035,39	0,000000	0,00	0,000 (10)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
78	100	117	38,20	1450,00	512,37	1052,43	0,000000	0,00	0,000 (10)
79	100	118	38,20	1450,00	535,25	1069,65	0,000000	0,00	0,000 (10)
80	100	119	38,20	1450,00	558,77	1087,00	0,000000	0,00	0,000 (10)
81	100	120	38,20	1450,00	582,92	1104,48	0,000000	0,00	0,000 (10)
82	100	121	38,20	1450,00	607,71	1120,42	0,000000	0,00	0,000 (10)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	110	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	110	22,12	1450,00	1,15	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	110	22,12	1450,00	4,55	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	110	22,12	1450,00	10,18	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	110	22,12	1450,00	17,97	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	110	22,12	1450,00	27,88	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	110	22,12	1450,00	39,86	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	110	22,12	1450,00	53,87	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	110	22,12	1450,00	69,86	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	110	22,12	1450,00	87,78	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	110	22,12	1450,00	107,59	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	110	22,12	1450,00	129,24	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	110	22,12	1450,00	152,67	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	110	22,12	1450,00	177,86	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	110	22,12	1450,00	204,74	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	110	22,12	1450,00	233,27	858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	110	22,12	1450,00	-276,32	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	110	22,12	1450,00	-259,30	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	110	22,12	1450,00	-242,41	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	110	22,12	1450,00	-225,69	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	110	22,12	1450,00	-209,19	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	110	22,12	1450,00	-192,96	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	110	22,12	1450,00	-177,06	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	110	22,12	1450,00	-161,52	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	110	22,12	1450,00	-146,40	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	110	22,12	1450,00	-131,75	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	110	22,12	1450,00	-117,61	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	110	22,12	1450,00	-104,03	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	110	22,12	1450,00	-91,06	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
30	100	110	22,12	1450,00	-78,75	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
31	100	110	22,12	1450,00	-67,15	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
32	100	110	22,12	1450,00	-56,30	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
33	100	110	22,12	1450,00	-46,26	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
34	100	110	22,12	1450,00	-37,06	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
35	100	110	22,12	1450,00	-28,77	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
36	100	110	22,12	1450,00	-21,43	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
37	100	110	22,12	1450,00	-15,08	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
38	100	110	22,12	1450,00	-9,78	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
39	100	110	22,12	1450,00	-5,57	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
40	100	110	22,12	1450,00	-2,51	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
41	100	110	22,12	1450,00	-0,64	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (10)
42	100	110	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	41	16,08	1450,00	0,00	120,65	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	42	16,08	1450,00	0,02	126,57	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	43	16,08	1450,00	0,05	132,62	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	44	16,08	1450,00	0,10	138,80	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	45	16,08	1450,00	0,18	145,11	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	46	16,08	1450,00	0,29	151,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	47	16,08	1450,00	0,44	158,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	48	16,08	1450,00	0,64	164,84	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	49	16,08	1450,00	0,88	171,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	16,08	1450,00	1,18	178,65	0,000000	0,00	0,000 (11)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
12	100	51	16,08	1450,00	1,55	185,76	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	52	18,10	1450,00	1,97	196,55	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	53	18,10	1450,00	2,47	204,02	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	54	18,10	1450,00	3,05	211,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	55	18,10	1450,00	3,72	219,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	56	18,10	1450,00	4,47	227,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	57	18,10	1450,00	5,31	235,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	58	18,10	1450,00	6,26	243,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	59	20,11	1450,00	7,31	254,69	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	60	20,11	1450,00	8,48	263,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	61	20,11	1450,00	9,76	271,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	62	20,11	1450,00	11,16	280,51	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	63	20,11	1450,00	12,70	289,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	64	20,11	1450,00	14,36	298,38	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	65	22,12	1450,00	16,17	312,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	66	22,12	1450,00	18,12	321,90	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	67	22,12	1450,00	20,23	331,42	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	68	22,12	1450,00	22,49	341,05	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	69	22,12	1450,00	24,91	350,85	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	70	22,12	1450,00	27,50	360,76	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	71	22,12	1450,00	30,26	370,82	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	72	24,13	1450,00	33,20	384,99	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	73	24,13	1450,00	36,33	395,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	74	24,13	1450,00	39,65	405,89	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	75	24,13	1450,00	43,16	416,55	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	76	24,13	1450,00	46,88	427,35	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	77	24,13	1450,00	50,80	438,28	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	78	26,14	1450,00	54,94	455,81	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	79	26,14	1450,00	59,29	467,11	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	80	26,14	1450,00	63,87	478,55	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	81	26,14	1450,00	68,67	490,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
43	100	82	26,14	1450,00	73,72	501,84	0,000000	0,00	0,000 (11)
44	100	83	26,14	1450,00	79,00	513,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
45	100	84	26,14	1450,00	84,55	525,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
46	100	85	28,15	1450,00	90,37	542,74	0,000000	0,00	0,000 (11)
47	100	86	28,15	1450,00	96,47	555,09	0,000000	0,00	0,000 (11)
48	100	87	28,15	1450,00	102,87	567,54	0,000000	0,00	0,000 (11)
49	100	88	28,15	1450,00	109,58	580,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
50	100	89	28,15	1450,00	116,59	592,88	0,000000	0,00	0,000 (11)
51	100	90	28,15	1450,00	123,93	605,73	0,000000	0,00	0,000 (11)
52	100	91	30,16	1450,00	131,59	626,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
53	100	92	30,16	1450,00	139,58	639,96	0,000000	0,00	0,000 (11)
54	100	93	30,16	1450,00	147,90	653,34	0,000000	0,00	0,000 (11)
55	100	94	30,16	1450,00	156,57	666,87	0,000000	0,00	0,000 (11)
56	100	95	30,16	1450,00	165,58	680,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
57	100	96	30,16	1450,00	174,95	694,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
58	100	97	32,17	1450,00	184,70	714,12	0,000000	0,00	0,000 (11)
59	100	98	32,17	1450,00	194,89	728,29	0,000000	0,00	0,000 (11)
60	100	99	32,17	1450,00	205,55	742,55	0,000000	0,00	0,000 (11)
61	100	100	32,17	1450,00	216,75	756,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
62	100	101	32,17	1450,00	228,51	771,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
63	100	102	32,17	1450,00	240,85	786,24	0,000000	0,00	0,000 (11)
64	100	103	32,17	1450,00	253,77	801,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
65	100	104	34,18	1450,00	267,28	828,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
66	100	105	34,18	1450,00	281,37	843,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
67	100	106	34,18	1450,00	296,06	859,18	0,000000	0,00	0,000 (11)
68	100	107	34,18	1450,00	311,34	874,69	0,000000	0,00	0,000 (11)
69	100	108	34,18	1450,00	327,21	890,41	0,000000	0,00	0,000 (11)
70	100	109	34,18	1450,00	343,68	906,19	0,000000	0,00	0,000 (11)
71	100	110	38,20	1450,00	360,75	935,86	0,000000	0,00	0,000 (11)
72	100	111	38,20	1450,00	378,41	952,11	0,000000	0,00	0,000 (11)
73	100	112	38,20	1450,00	396,68	968,47	0,000000	0,00	0,000 (11)
74	100	113	38,20	1450,00	415,56	985,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
75	100	114	38,20	1450,00	435,04	1001,65	0,000000	0,00	0,000 (11)
76	100	115	38,20	1450,00	455,12	1018,44	0,000000	0,00	0,000 (11)
77	100	116	38,20	1450,00	475,82	1035,38	0,000000	0,00	0,000 (11)
78	100	117	38,20	1450,00	497,13	1052,44	0,000000	0,00	0,000 (11)
79	100	118	38,20	1450,00	519,05	1069,65	0,000000	0,00	0,000 (11)
80	100	119	38,20	1450,00	541,58	1087,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
81	100	120	38,20	1450,00	564,73	1104,49	0,000000	0,00	0,000 (11)
82	100	121	38,20	1450,00	588,50	1120,44	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	110	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
2	100	110	22,12	1450,00	1,08	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	110	22,12	1450,00	4,27	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	110	22,12	1450,00	9,56	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	110	22,12	1450,00	16,88	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	110	22,12	1450,00	26,19	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	110	22,12	1450,00	37,47	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	110	22,12	1450,00	50,65	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	110	22,12	1450,00	65,71	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	110	22,12	1450,00	82,60	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	110	22,12	1450,00	101,28	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	110	22,12	1450,00	121,70	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	110	22,12	1450,00	143,83	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	110	22,12	1450,00	167,61	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	110	22,12	1450,00	193,02	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	110	22,12	1450,00	220,01	858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	110	22,12	1450,00	-250,82	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	110	22,12	1450,00	-235,30	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	110	22,12	1450,00	-219,90	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	110	22,12	1450,00	-204,68	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	110	22,12	1450,00	-189,67	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	110	22,12	1450,00	-174,91	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	110	22,12	1450,00	-160,46	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	110	22,12	1450,00	-146,34	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	110	22,12	1450,00	-132,61	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	110	22,12	1450,00	-119,31	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	110	22,12	1450,00	-106,48	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	110	22,12	1450,00	-94,17	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	110	22,12	1450,00	-82,41	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	110	22,12	1450,00	-71,26	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	110	22,12	1450,00	-60,75	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	110	22,12	1450,00	-50,92	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	110	22,12	1450,00	-41,83	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	110	22,12	1450,00	-33,51	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	110	22,12	1450,00	-26,01	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	110	22,12	1450,00	-19,37	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	110	22,12	1450,00	-13,63	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	110	22,12	1450,00	-8,84	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	110	22,12	1450,00	-5,04	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	110	22,12	1450,00	-2,27	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	110	22,12	1450,00	-0,57	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	110	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	41	16,08	1450,00	0,00	120,65	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	42	16,08	1450,00	0,02	126,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	43	16,08	1450,00	0,05	132,62	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	44	16,08	1450,00	0,10	138,80	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	45	16,08	1450,00	0,18	145,11	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	46	16,08	1450,00	0,29	151,56	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	47	16,08	1450,00	0,44	158,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	48	16,08	1450,00	0,64	164,84	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	49	16,08	1450,00	0,88	171,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	16,08	1450,00	1,18	178,65	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	51	16,08	1450,00	1,55	185,76	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	52	18,10	1450,00	1,97	196,55	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	53	18,10	1450,00	2,47	204,02	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	54	18,10	1450,00	3,05	211,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	55	18,10	1450,00	3,72	219,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	56	18,10	1450,00	4,47	227,25	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	57	18,10	1450,00	5,31	235,25	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	58	18,10	1450,00	6,26	243,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	59	20,11	1450,00	7,31	254,69	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	60	20,11	1450,00	8,48	263,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	61	20,11	1450,00	9,76	271,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	62	20,11	1450,00	11,16	280,51	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	63	20,11	1450,00	12,70	289,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	64	20,11	1450,00	14,36	298,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	65	22,12	1450,00	16,17	312,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	66	22,12	1450,00	18,12	321,90	0,000000	0,00	0,000 (12)

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
- SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	145 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
28	100	67	22,12	1450,00	20,23	331,42	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	68	22,12	1450,00	22,49	341,05	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	69	22,12	1450,00	24,91	350,85	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	70	22,12	1450,00	27,50	360,76	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	71	22,12	1450,00	30,26	370,82	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	72	24,13	1450,00	33,20	384,99	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	73	24,13	1450,00	36,33	395,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	74	24,13	1450,00	39,65	405,89	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	75	24,13	1450,00	43,16	416,55	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	76	24,13	1450,00	46,88	427,35	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	77	24,13	1450,00	50,80	438,28	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	78	26,14	1450,00	54,94	455,81	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	79	26,14	1450,00	59,29	467,11	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	80	26,14	1450,00	63,87	478,55	0,000000	0,00	0,000 (12)
42	100	81	26,14	1450,00	68,67	490,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
43	100	82	26,14	1450,00	73,72	501,84	0,000000	0,00	0,000 (12)
44	100	83	26,14	1450,00	79,00	513,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
45	100	84	26,14	1450,00	84,55	525,66	0,000000	0,00	0,000 (12)
46	100	85	28,15	1450,00	90,37	542,74	0,000000	0,00	0,000 (12)
47	100	86	28,15	1450,00	96,47	555,09	0,000000	0,00	0,000 (12)
48	100	87	28,15	1450,00	102,87	567,54	0,000000	0,00	0,000 (12)
49	100	88	28,15	1450,00	109,58	580,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
50	100	89	28,15	1450,00	116,59	592,88	0,000000	0,00	0,000 (12)
51	100	90	28,15	1450,00	123,93	605,73	0,000000	0,00	0,000 (12)
52	100	91	30,16	1450,00	131,59	626,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
53	100	92	30,16	1450,00	139,58	639,96	0,000000	0,00	0,000 (12)
54	100	93	30,16	1450,00	147,90	653,34	0,000000	0,00	0,000 (12)
55	100	94	30,16	1450,00	156,57	666,87	0,000000	0,00	0,000 (12)
56	100	95	30,16	1450,00	165,58	680,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
57	100	96	30,16	1450,00	174,95	694,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
58	100	97	32,17	1450,00	184,67	714,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
59	100	98	32,17	1450,00	194,76	728,28	0,000000	0,00	0,000 (12)
60	100	99	32,17	1450,00	205,22	742,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
61	100	100	32,17	1450,00	216,06	756,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
62	100	101	32,17	1450,00	227,28	771,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
63	100	102	32,17	1450,00	238,88	786,23	0,000000	0,00	0,000 (12)
64	100	103	32,17	1450,00	250,89	801,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
65	100	104	34,18	1450,00	263,28	828,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
66	100	105	34,18	1450,00	276,09	843,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
67	100	106	34,18	1450,00	289,31	859,17	0,000000	0,00	0,000 (12)
68	100	107	34,18	1450,00	302,94	874,72	0,000000	0,00	0,000 (12)
69	100	108	34,18	1450,00	316,99	890,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
70	100	109	34,18	1450,00	331,48	906,21	0,000000	0,00	0,000 (12)
71	100	110	38,20	1450,00	346,39	935,87	0,000000	0,00	0,000 (12)
72	100	111	38,20	1450,00	361,75	952,11	0,000000	0,00	0,000 (12)
73	100	112	38,20	1450,00	377,55	968,49	0,000000	0,00	0,000 (12)
74	100	113	38,20	1450,00	393,80	985,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
75	100	114	38,20	1450,00	410,51	1001,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
76	100	115	38,20	1450,00	427,68	1018,47	0,000000	0,00	0,000 (12)
77	100	116	38,20	1450,00	445,32	1035,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
78	100	117	38,20	1450,00	463,44	1052,46	0,000000	0,00	0,000 (12)
79	100	118	38,20	1450,00	482,03	1069,67	0,000000	0,00	0,000 (12)
80	100	119	38,20	1450,00	501,11	1086,99	0,000000	0,00	0,000 (12)
81	100	120	38,20	1450,00	520,68	1104,49	0,000000	0,00	0,000 (12)
82	100	121	38,20	1450,00	540,74	1120,42	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	110	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	110	22,12	1450,00	0,82	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	110	22,12	1450,00	3,27	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	110	22,12	1450,00	7,32	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	110	22,12	1450,00	12,95	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	110	22,12	1450,00	20,14	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	110	22,12	1450,00	28,86	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	110	22,12	1450,00	39,09	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	110	22,12	1450,00	50,80	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	110	22,12	1450,00	63,97	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	110	22,12	1450,00	78,58	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	110	22,12	1450,00	94,60	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	110	22,12	1450,00	112,01	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	110	22,12	1450,00	130,78	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	110	22,12	1450,00	150,90	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	110	22,12	1450,00	172,33	858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	110	22,12	1450,00	-159,20	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
18	100	110	22,12	1450,00	-149,07	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	110	22,12	1450,00	-139,07	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	110	22,12	1450,00	-129,23	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	110	22,12	1450,00	-119,55	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	110	22,12	1450,00	-110,07	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	110	22,12	1450,00	-100,82	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	110	22,12	1450,00	-91,81	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	110	22,12	1450,00	-83,08	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	110	22,12	1450,00	-74,64	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	110	22,12	1450,00	-66,52	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	110	22,12	1450,00	-58,75	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	110	22,12	1450,00	-51,35	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	110	22,12	1450,00	-44,34	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	110	22,12	1450,00	-37,76	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	110	22,12	1450,00	-31,61	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	110	22,12	1450,00	-25,94	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	110	22,12	1450,00	-20,76	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	110	22,12	1450,00	-16,09	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	110	22,12	1450,00	-11,97	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	110	22,12	1450,00	-8,41	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	110	22,12	1450,00	-5,45	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	110	22,12	1450,00	-3,10	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	110	22,12	1450,00	-1,40	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	110	22,12	1450,00	-0,35	-858,53	0,000000	0,00	0,000 (12)
42	100	110	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

13 CALCOLO SEZIONE 6 H = 5.80 M (DOPO LO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [MPa]	E [MPa]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [MPa]	f _{uk} [MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	147 di 190

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5,80	[m]
Altezza paramento libero	4,90	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,98	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,10	[m]
Peso sp. rivestimento	0,3334	[kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,10	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,53	[m]
Lunghezza totale	3,61	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,90	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

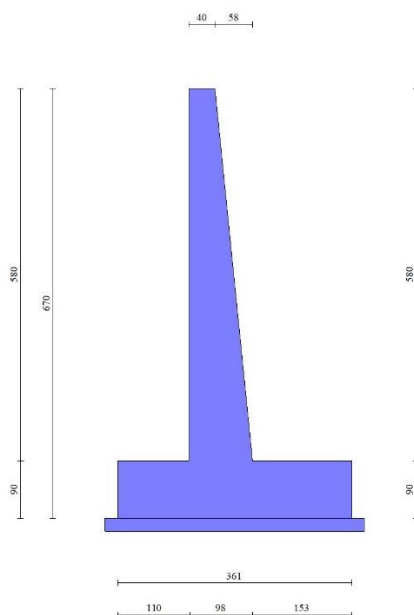


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	148 di 190

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	9,20	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]



Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
 Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
 F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
 F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
 M Momento espresso in [kNm]
 X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
 X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
 Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
 Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Massicciata + armamento) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					17,01	26,00	14,4000	14,4000

Condizione n° 2 (Carichi variabili treno LM71) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.80$ - $\Psi_1=0.80$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Concentrato	20,69	0,0000	156,1610					

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.50	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.30	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - 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
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.50	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - A1-M1-R3 SCOR H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - A1-M1-R3 SCOR H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Massicciata + armamento	1.00	--	Sfavorevole
Carichi variabili treno LM71	1.00	0.20	Sfavorevole

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	152 di 190

Dati sismici

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.065	0.033
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83

	SLU	Eccezionale
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive
Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile
Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per involucro

Spinta 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	156,16	20,00	146,74	53,41	2,11	-4,47
	Peso/Inerzia muro			0,00	231,11/0,00	0,12	-4,63
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,21	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	247,01/0,00	1,19	-2,75
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	23,17	-0,95	-5,35
2	Spinta statica	120,12	20,00	112,88	41,08	2,11	-4,47
	Incremento di spinta sismica		25,67	24,12	8,78	2,11	-3,35
	Peso/Inerzia muro			13,87	177,78/6,94	0,12	-4,63
	Peso/Inerzia rivestimento			0,01	0,16	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			14,83	190,01/7,41	1,19	-2,75
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,39	17,82	-0,95	-5,35

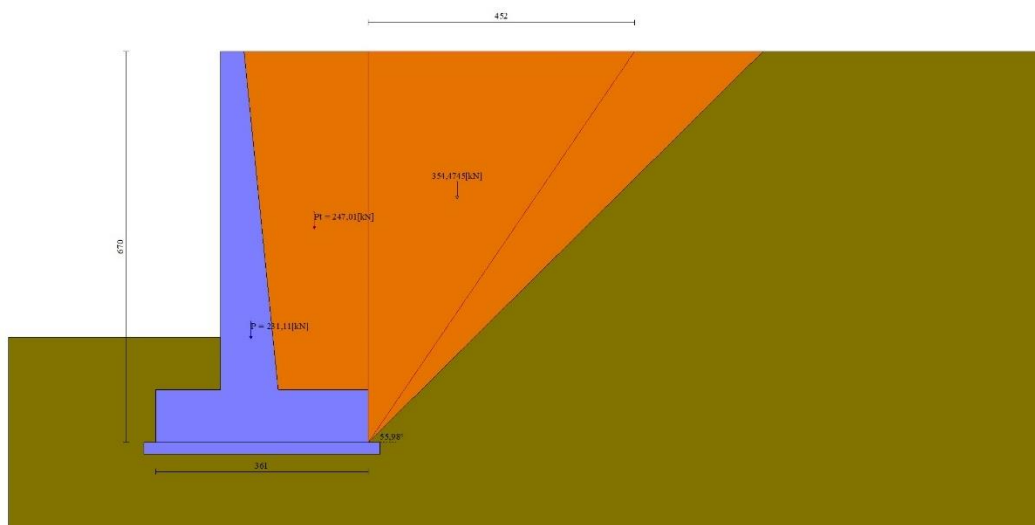


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

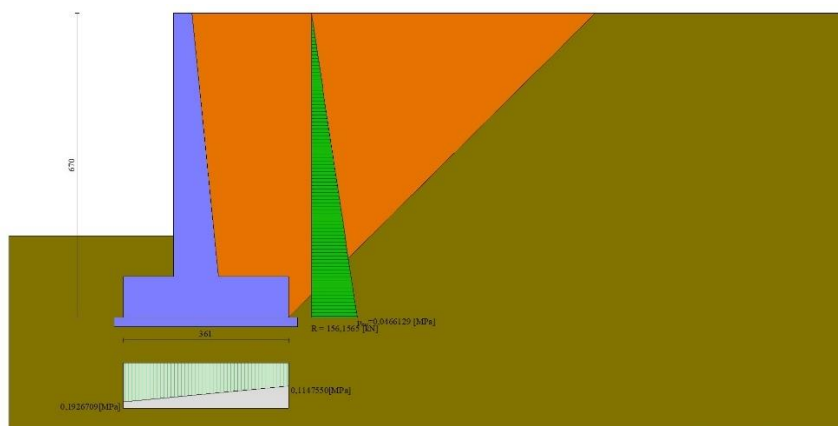


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

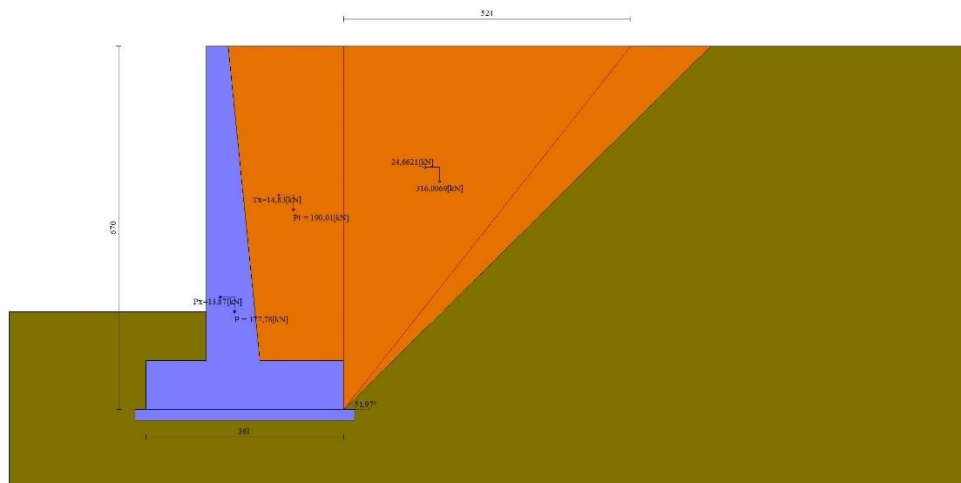


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

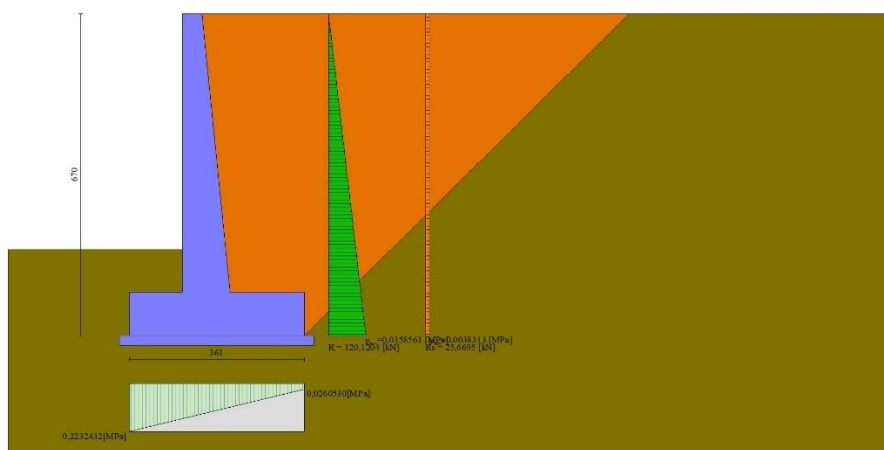


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	554,91	146,74	327,73	1244,74	0,152
2 - STR (A1-M1-R3)	449,98	167,10	422,29	1020,37	0,476
3 - STR (A1-M1-R3)	418,13	158,44	424,45	977,80	0,482
4 - GEO (A2-M2-R2)	426,90	141,24	315,46	957,65	0,301
5 - GEO (A2-M2-R2)	449,98	167,10	422,29	1020,37	0,476
6 - GEO (A2-M2-R2)	418,13	158,44	424,45	977,80	0,482
7 - EQU (A1-M1-R3)	439,18	146,74	327,73	1001,98	0,270
8 - EQU (A1-M1-R3)	449,98	167,10	422,29	1020,37	0,476
9 - EQU (A1-M1-R3)	418,13	158,44	424,45	977,80	0,482
10 - SLER	426,85	112,88	252,10	957,49	0,152
11 - SLEF	426,85	112,88	252,10	957,49	0,152
12 - SLEQ	426,85	112,88	252,10	957,49	0,152

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	156 di 190

Ic	N	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
13 - A1-M1-R3 SCOR	435,50	133,09	315,45	980,87	0,277
14 - A1-M1-R3 SCOR	423,38	129,75	316,11	964,63	0,273

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-R3)		1.790		8.095			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			5.459			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			5.694			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.213		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.363		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.333		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.057				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.416				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.304				
13 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.549					
14 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.545					

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	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	262,66	0,00	0,00	--	--	262,66	146,74	1.790
14 - A1-M1-R3 SCOR H - V	200,40	0,00	0,00	--	--	200,40	129,75	1.545

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	554,91	4491,98	3208,56	8.095
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	449,98	2456,66	2047,22	5.459

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	157 di 190

gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B_γN_γ 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 [MPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	Ir	Irc	Re	r _γ
1	61.352	0.482	1.199	1.000	1.000	--	--	--	--	0.794	0.936
	48.933	0.492	1.115	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.359	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		
2	61.352	0.345	1.199	1.000	1.000	--	--	--	--	0.637	0.936
	48.933	0.358	1.115	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.222	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [MPa]
1	1,80	3,61	3,70	19,00	38.00	0,000
2	1,80	3,61	3,70	19,00	38.00	0,000

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
7 - EQU (A1-M1-R3)	1001,98	327,73	3.057
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	977,80	424,45	2.304

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 0,50	8,06	2.213
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,50; 3,00	10,36	2.333

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Q_y carico sulla striscia espresso in [kN]
Q_f carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]
T_x; T_y Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	12,57	0,00	0,00	6,55 - 0,56	77.244	24.791	0,000	0,0000	
2	30,94	0,00	0,00	0,56	63.762	24.791	0,000	0,0000	
3	41,07	0,00	0,00	0,56	55.693	32.007	0,000	0,0000	
4	48,62	0,00	0,00	0,56	49.095	32.007	0,000	0,0000	
5	54,60	0,00	0,00	0,56	43.297	32.007	0,000	0,0000	
6	59,46	0,00	0,00	0,56	38.015	32.007	0,000	0,0000	
7	63,45	0,00	0,00	0,56	33.094	32.007	0,000	0,0000	
8	70,63	0,00	0,00	0,56	28.437	32.007	0,000	0,0000	
9	72,76	0,00	0,00	0,56	23.978	32.007	0,000	0,0000	
10	75,04	0,00	0,00	0,56	19.670	32.007	0,000	0,0000	
11	78,30	0,00	0,00	0,56	15.475	32.007	0,000	0,0000	
12	95,02	0,00	0,00	0,56	11.364	32.007	0,000	0,0000	
13	55,61	0,00	0,00	0,56	7.312	32.007	0,000	0,0000	
14	30,08	0,00	0,00	0,56	3.296	32.007	0,000	0,0000	
15	27,98	0,00	0,00	0,56	-0.703	32.007	0,000	0,0000	
16	26,64	0,00	0,00	0,56	-4.706	32.007	0,000	0,0000	
17	25,97	0,00	0,00	0,56	-8.732	32.007	0,000	0,0000	
18	24,89	0,00	0,00	0,56	-12.802	32.007	0,000	0,0000	
19	23,37	0,00	0,00	0,56	-16.939	32.007	0,000	0,0000	
20	21,40	0,00	0,00	0,56	-21.170	32.007	0,000	0,0000	
21	18,94	0,00	0,00	0,56	-25.527	32.007	0,000	0,0000	
22	15,94	0,00	0,00	0,56	-30.049	32.007	0,000	0,0000	
23	12,32	0,00	0,00	0,56	-34.791	32.007	0,000	0,0000	
24	7,97	0,00	0,00	0,56	-39.825	32.007	0,000	0,0000	
25	2,72	0,00	0,00	-7,50 - 0,56	-44.501	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	9,97	0,00	0,00	8,43 - 0,67	67.955	38.000	0,000	0,0000	
2	27,08	0,00	0,00	0,67	59.716	38.000	0,000	0,0000	
3	39,43	0,00	0,00	0,67	53.003	38.000	0,000	0,0000	
4	49,13	0,00	0,00	0,67	47.231	38.000	0,000	0,0000	
5	57,03	0,00	0,00	0,67	42.040	38.000	0,000	0,0000	
6	63,58	0,00	0,00	0,67	37.248	38.000	0,000	0,0000	
7	69,05	0,00	0,00	0,67	32.746	38.000	0,000	0,0000	
8	73,59	0,00	0,00	0,67	28.462	38.000	0,000	0,0000	
9	77,34	0,00	0,00	0,67	24.347	38.000	0,000	0,0000	
10	86,49	0,00	0,00	0,67	20.363	38.000	0,000	0,0000	
11	86,93	0,00	0,00	0,67	16.479	38.000	0,000	0,0000	
12	89,65	0,00	0,00	0,67	12.672	38.000	0,000	0,0000	
13	109,42	0,00	0,00	0,67	8.921	38.000	0,000	0,0000	
14	44,15	0,00	0,00	0,67	5.209	38.000	0,000	0,0000	
15	40,00	0,00	0,00	0,67	1.519	38.000	0,000	0,0000	
16	29,32	0,00	0,00	0,67	-2.165	38.000	0,000	0,0000	
17	28,76	0,00	0,00	0,67	-5.858	38.000	0,000	0,0000	
18	27,68	0,00	0,00	0,67	-9.576	38.000	0,000	0,0000	
19	26,06	0,00	0,00	0,67	-13.335	38.000	0,000	0,0000	
20	23,89	0,00	0,00	0,67	-17.154	38.000	0,000	0,0000	
21	21,12	0,00	0,00	0,67	-21.054	38.000	0,000	0,0000	
22	17,72	0,00	0,00	0,67	-25.059	38.000	0,000	0,0000	
23	13,63	0,00	0,00	0,67	-29.200	38.000	0,000	0,0000	
24	8,76	0,00	0,00	0,67	-33.518	38.000	0,000	0,0000	
25	2,99	0,00	0,00	-8,21 - 0,67	-37.480	38.000	0,000	0,0000	

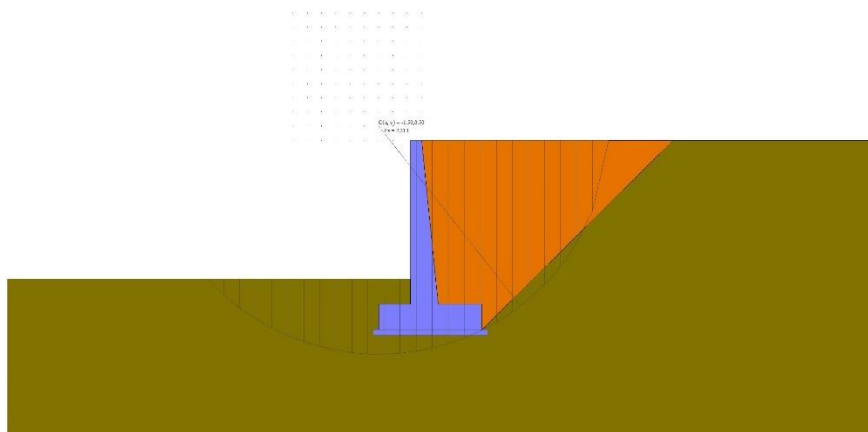


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cercchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

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	0,95	1,29	0,03	0,42	0,00	0,02
3	-0,20	1,93	2,61	0,11	0,91	0,02	0,10
4	-0,30	2,93	3,97	0,25	1,45	0,05	0,23
5	-0,40	3,96	5,35	0,44	2,04	0,10	0,42
6	-0,50	5,01	6,77	0,69	2,69	0,18	0,68
7	-0,60	6,08	8,22	0,99	3,40	0,29	1,01
8	-0,70	7,17	9,71	1,35	4,17	0,44	1,43
9	-0,80	8,29	11,22	1,76	4,99	0,64	1,93
10	-0,90	9,44	12,76	2,23	5,87	0,88	2,52
11	-1,00	10,60	14,34	2,75	6,80	1,18	3,20
12	-1,10	11,79	15,95	3,33	7,80	1,55	3,99
13	-1,20	13,01	17,59	3,96	8,85	1,97	4,89
14	-1,30	14,24	19,27	4,65	9,95	2,47	5,91
15	-1,40	15,50	20,97	5,39	11,12	3,05	7,04
16	-1,50	16,79	22,71	6,19	12,34	3,72	8,30
17	-1,60	18,09	24,48	7,04	13,61	4,47	9,69
18	-1,70	19,43	26,28	7,94	14,95	5,31	11,22
19	-1,80	20,78	28,11	8,91	16,34	6,26	12,89
20	-1,90	22,16	29,98	9,92	17,79	7,31	14,71
21	-2,00	23,56	31,87	10,99	19,29	8,48	16,69
22	-2,10	24,99	33,80	12,12	20,85	9,76	18,83
23	-2,20	26,44	35,76	13,30	22,47	11,16	21,13
24	-2,30	27,91	37,75	14,54	24,15	12,70	23,61
25	-2,40	29,40	39,78	15,83	25,88	14,36	26,27
26	-2,50	30,92	41,83	17,18	27,67	16,17	29,11
27	-2,60	32,47	43,92	18,58	29,51	18,12	32,14
28	-2,70	34,03	46,04	20,04	31,42	20,23	35,36
29	-2,80	35,62	48,19	21,55	33,38	22,49	38,79
30	-2,90	37,24	50,37	23,11	35,39	24,91	42,43
31	-3,00	38,88	52,59	24,74	37,47	27,50	46,27
32	-3,10	40,54	54,84	26,41	39,60	30,26	50,34
33	-3,20	42,22	57,12	28,14	41,78	33,20	54,63
34	-3,30	43,93	59,43	29,93	44,03	36,33	59,16
35	-3,40	45,66	61,77	31,77	46,33	39,65	63,92
36	-3,50	47,42	64,14	33,67	48,69	43,16	68,92
37	-3,60	49,20	66,55	35,62	51,10	46,88	74,17
38	-3,70	51,00	68,99	37,62	53,57	50,80	79,67
39	-3,80	52,82	71,46	39,68	56,10	54,94	85,44
40	-3,90	54,67	73,96	41,80	58,69	59,29	91,47
41	-4,00	56,55	76,49	43,97	61,33	63,87	97,77
42	-4,10	58,44	79,06	46,20	64,03	68,67	104,35
43	-4,20	60,36	81,66	48,48	66,79	73,72	111,21
44	-4,30	62,31	84,29	50,81	69,60	79,00	118,36
45	-4,40	64,27	86,95	53,20	72,47	84,53	125,80
46	-4,50	66,27	89,64	55,65	75,39	90,31	133,55
47	-4,60	68,28	92,37	58,15	78,38	96,35	141,60
48	-4,70	70,32	95,12	60,71	81,42	102,65	149,96
49	-4,80	72,38	97,91	63,32	84,52	109,23	158,65
50	-4,90	74,46	100,73	65,98	87,67	116,07	167,65
51	-5,00	76,57	103,59	68,70	90,88	123,20	176,99
52	-5,10	78,71	106,47	71,48	94,15	130,61	186,66
53	-5,20	80,86	109,39	74,31	97,47	138,32	196,67
54	-5,30	83,04	112,34	77,20	100,85	146,32	207,03
55	-5,40	85,24	115,32	80,14	104,29	154,62	217,74
56	-5,50	87,47	118,33	83,13	108,07	163,23	228,81
57	-5,60	89,72	121,37	86,18	112,04	172,16	240,24
58	-5,70	91,99	124,45	89,29	116,07	181,40	252,05
59	-5,80	94,29	127,56	92,45	120,18	190,98	264,23

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA
NB1D

LOTTO
01

CODIFICA
D26

DOCUMENTO
CLMU0900002

REV.
A

FOGLIO
160 di 190

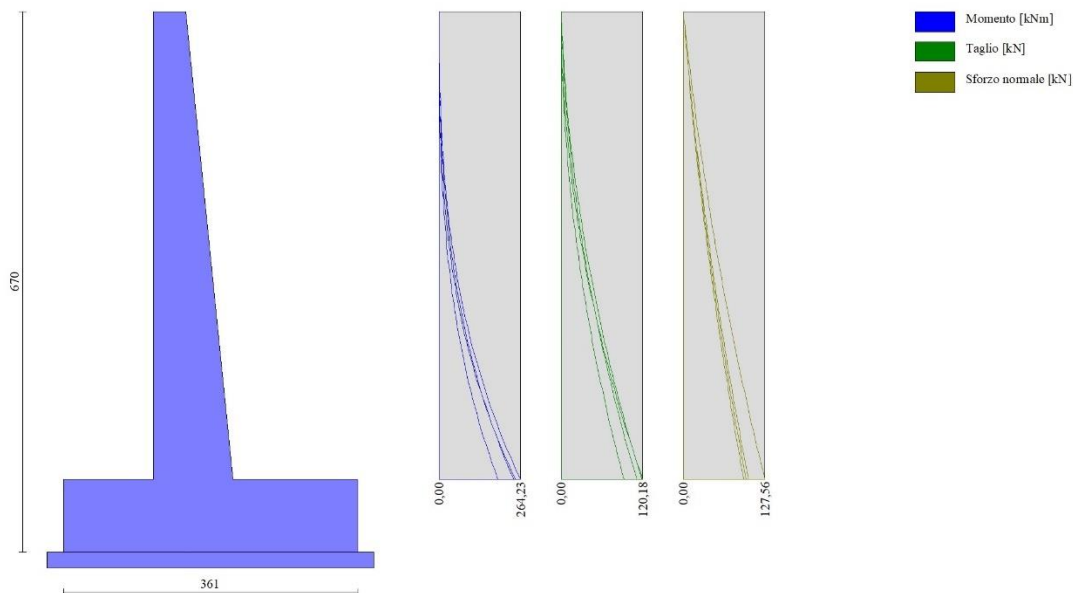


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,40	0,00	0,00	10,82	18,13	0,54	0,91
3	-1,30	0,00	0,00	21,48	35,72	2,16	3,61
4	-1,20	0,00	0,00	31,97	52,77	4,83	8,04
5	-1,10	0,00	0,00	42,29	69,26	8,55	14,14
6	-1,00	0,00	0,00	52,45	85,21	13,28	21,87
7	-0,90	0,00	0,00	62,44	100,61	19,03	31,17
8	-0,80	0,00	0,00	72,26	115,47	25,77	41,98
9	-0,70	0,00	0,00	81,92	129,78	33,48	54,24
10	-0,60	0,00	0,00	91,41	143,55	42,15	67,91
11	-0,50	0,00	0,00	100,74	156,77	51,75	82,94
12	-0,40	0,00	0,00	109,90	169,44	62,29	99,25
13	0,58	0,00	0,00	-98,01	-39,00	-90,31	-34,79
14	0,68	0,00	0,00	-95,41	-37,70	-81,06	-31,12
15	0,77	0,00	0,00	-92,34	-36,25	-72,08	-27,59
16	0,87	0,00	0,00	-88,80	-34,65	-63,42	-24,19
17	0,96	0,00	0,00	-84,78	-32,89	-55,11	-20,96
18	1,06	0,00	0,00	-80,30	-30,99	-47,22	-17,91
19	1,15	0,00	0,00	-75,35	-28,93	-39,77	-15,04
20	1,25	0,00	0,00	-69,93	-26,72	-32,82	-12,38
21	1,35	0,00	0,00	-64,04	-24,36	-26,41	-9,94
22	1,44	0,00	0,00	-57,68	-21,85	-20,59	-7,73
23	1,54	0,00	0,00	-50,85	-19,18	-15,39	-5,76
24	1,63	0,00	0,00	-43,55	-16,36	-10,88	-4,06
25	1,73	0,00	0,00	-35,78	-13,39	-7,08	-2,64
26	1,82	0,00	0,00	-27,54	-10,27	-4,05	-1,51
27	1,92	0,00	0,00	-18,83	-7,00	-1,83	-0,68
28	2,01	0,00	0,00	-9,65	-3,58	-0,47	-0,17
29	2,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

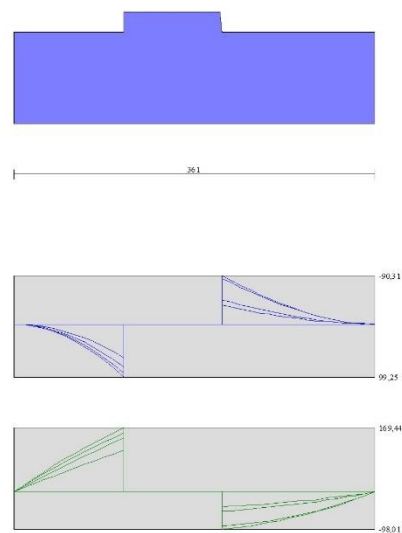


Fig. 9 - Fondazione

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	161 di 190

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	12,06	18,10	0,02	1,03	166,11	7350,93	7125.163
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,61	64,89	7501,45	2870.249
4	100	43	12,06	18,10	0,23	3,17	429,65	5991,09	1889.050
5	100	44	12,06	18,10	0,42	4,28	522,59	5326,34	1244.589
6	100	45	12,06	18,10	0,68	5,41	596,19	4744,14	876.405
7	100	46	12,06	18,10	1,01	6,57	657,34	4258,91	648.014
8	100	47	12,06	18,10	1,43	7,76	708,61	3848,97	496.207
9	100	48	12,06	18,10	1,93	8,97	725,21	3374,38	376.320
10	100	49	12,06	18,10	2,52	10,20	721,80	2925,34	286.734
11	100	50	12,06	18,10	3,20	11,46	709,86	2539,31	221.517
12	100	51	12,06	18,10	3,99	12,75	690,75	2204,70	172.922
13	100	52	12,06	20,11	4,89	14,06	717,66	2062,32	146.663
14	100	53	12,06	20,11	5,91	15,40	700,31	1825,85	118.569
15	100	54	12,06	20,11	7,04	16,76	689,55	1641,84	97.951
16	100	55	12,06	20,11	8,30	18,15	675,47	1477,24	81.390
17	100	56	12,06	20,11	9,69	19,56	663,21	1338,94	68.439
18	100	57	12,06	20,11	11,22	21,00	655,31	1226,77	58.408
19	100	58	12,06	22,12	12,89	22,47	703,12	1225,39	54.539
20	100	59	12,06	22,12	14,71	23,96	698,41	1137,21	47.466
21	100	60	12,06	22,12	16,69	25,47	693,79	1058,88	41.567
22	100	61	12,06	22,12	18,83	27,02	691,17	991,68	36.708
23	100	62	12,06	22,12	21,13	28,58	690,18	933,42	32.658
24	100	63	12,06	22,12	23,61	30,17	690,50	882,43	29.245
25	100	64	12,06	24,13	26,27	31,79	749,56	907,22	28.536
26	100	65	12,06	24,13	29,11	33,43	752,03	863,86	25.837
27	100	66	12,06	24,13	32,14	35,10	755,34	825,07	23.504
28	100	67	12,06	24,13	35,36	36,80	759,37	790,19	21.474
29	100	68	12,06	24,13	38,79	38,52	764,02	758,64	19.696
30	100	69	12,06	26,14	42,43	40,26	828,11	785,89	19.519
31	100	70	14,07	26,14	46,27	42,03	835,21	758,67	18.050
32	100	71	14,07	26,14	50,34	43,83	841,71	732,82	16.720
33	100	72	14,07	26,14	54,63	45,65	848,61	709,07	15.533
34	100	73	14,07	26,14	59,16	47,50	855,85	687,17	14.468
35	100	74	14,07	26,14	63,92	49,37	863,41	666,91	13.509
36	100	75	14,07	28,15	68,92	51,27	932,95	694,01	13.537
37	100	76	14,07	28,15	74,17	53,19	941,57	675,25	12.695
38	100	77	14,07	28,15	79,67	55,14	950,43	657,77	11.929
39	100	78	14,07	28,15	85,44	57,11	959,52	641,43	11.231
40	100	79	14,07	28,15	91,47	59,11	968,82	626,14	10.592
41	100	80	14,07	28,15	97,77	61,14	978,31	611,78	10.007
42	100	81	18,10	30,16	104,35	63,19	1055,76	639,34	10.118
43	100	82	18,10	30,16	111,21	65,27	1066,22	625,74	9.588
44	100	83	18,10	30,16	118,36	67,37	1076,83	612,92	9.098
45	100	84	18,10	30,16	125,80	69,49	1087,59	600,80	8.645
46	100	85	18,10	30,16	133,55	71,65	1098,49	589,33	8.225
47	100	86	18,10	30,16	141,60	73,82	1109,52	578,46	7.836
48	100	87	18,10	32,17	149,96	76,03	1189,58	603,09	7.932
49	100	88	18,10	32,17	158,65	78,26	1201,47	592,67	7.573
50	100	89	18,10	32,17	167,65	80,51	1213,48	582,75	7.238
51	100	90	18,10	32,17	176,99	82,79	1225,59	573,31	6.925
52	100	91	18,10	32,17	186,66	85,10	1237,79	564,31	6.631
53	100	92	18,10	36,19	196,67	87,43	1394,38	619,86	7.090
54	100	93	18,10	36,19	207,03	89,78	1408,08	610,66	6.801
55	100	94	18,10	36,19	217,74	92,17	1421,88	601,86	6.530
56	100	95	18,10	36,19	228,81	94,57	1435,76	593,44	6.275
57	100	96	18,10	36,19	240,24	97,01	1449,73	585,37	6.034

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
58	100	97	18,10	36,19	252,05	99,47	1463,77	577,64	5.807
59	100	98	18,10	36,19	264,23	101,95	1475,89	569,45	5.586

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	90	27,14	27,14	0,91	0,00	849,03	0,00	931.680
3	100	90	27,14	27,14	3,61	0,00	849,03	0,00	235.270
4	100	90	27,14	27,14	8,04	0,00	849,03	0,00	105.630
5	100	90	27,14	27,14	14,14	0,00	849,03	0,00	60.029
6	100	90	27,14	27,14	21,87	0,00	849,03	0,00	38.818
7	100	90	27,14	27,14	31,17	0,00	849,03	0,00	27.241
8	100	90	27,14	27,14	41,98	0,00	849,03	0,00	20.226
9	100	90	27,14	27,14	54,24	0,00	849,03	0,00	15.652
10	100	90	27,14	27,14	67,91	0,00	849,03	0,00	12.501
11	100	90	27,14	27,14	82,94	0,00	849,03	0,00	10.237
12	100	90	27,14	27,14	99,25	0,00	849,03	0,00	8.554
13	100	90	27,14	27,14	-90,31	0,00	-849,03	0,00	9.401
14	100	90	27,14	27,14	-81,06	0,00	-849,03	0,00	10.474
15	100	90	27,14	27,14	-72,08	0,00	-849,03	0,00	11.779
16	100	90	27,14	27,14	-63,42	0,00	-849,03	0,00	13.388
17	100	90	27,14	27,14	-55,11	0,00	-849,03	0,00	15.405
18	100	90	27,14	27,14	-47,22	0,00	-849,03	0,00	17.982
19	100	90	27,14	27,14	-39,77	0,00	-849,03	0,00	21.349
20	100	90	27,14	27,14	-32,82	0,00	-849,03	0,00	25.870
21	100	90	27,14	27,14	-26,41	0,00	-849,03	0,00	32.147
22	100	90	27,14	27,14	-20,59	0,00	-849,03	0,00	41.240
23	100	90	27,14	27,14	-15,39	0,00	-849,03	0,00	55.150
24	100	90	27,14	27,14	-10,88	0,00	-849,03	0,00	78.049
25	100	90	27,14	27,14	-7,08	0,00	-849,03	0,00	119.890
26	100	90	27,14	27,14	-4,05	0,00	-849,03	0,00	209.593
27	100	90	27,14	27,14	-1,83	0,00	-849,03	0,00	463.869
28	100	90	27,14	27,14	-0,47	0,00	-849,03	0,00	1825.610
29	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

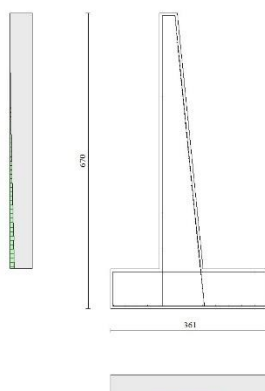


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Asw	area ferri a taglio espresso in [cmq]
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]

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	163 di 190

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	227,18	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	230,23	0,42	542.398
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	233,25	0,91	257.311
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	236,25	1,45	163.446
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	239,21	2,04	117.232
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	242,15	2,69	89.949
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	245,07	3,40	72.066
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	247,96	4,17	59.521
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	250,84	4,99	50.285
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	253,69	5,87	43.237
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	256,52	6,80	37.704
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	259,33	7,80	33.263
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	267,78	8,85	30.271
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	270,60	9,95	27.189
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	273,42	11,12	24.596
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	276,21	12,34	22.390
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	278,99	13,61	20.493
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	281,75	14,95	18.849
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	290,24	16,34	17.763
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	293,02	17,79	16.474
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	295,78	19,29	15.332
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	298,53	20,85	14.316
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	301,27	22,47	13.407
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	304,00	24,15	12.589
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	312,52	25,88	12.076
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	315,27	27,67	11.395
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	318,00	29,51	10.774
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	320,72	31,42	10.208
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	323,43	33,38	9.690
30	100	69	0,00	--	0,00	0,00	331,96	35,39	9.379
31	100	70	0,00	--	0,00	0,00	340,36	37,47	9.084
32	100	71	0,00	--	0,00	0,00	343,12	39,60	8.665
33	100	72	0,00	--	0,00	0,00	345,87	41,78	8.277
34	100	73	0,00	--	0,00	0,00	348,61	44,03	7.918
35	100	74	0,00	--	0,00	0,00	351,34	46,33	7.584
36	100	75	0,00	--	0,00	0,00	359,75	48,69	7.389
37	100	76	0,00	--	0,00	0,00	362,50	51,10	7.094
38	100	77	0,00	--	0,00	0,00	365,24	53,57	6.818
39	100	78	0,00	--	0,00	0,00	367,97	56,10	6.559
40	100	79	0,00	--	0,00	0,00	370,69	58,69	6.316
41	100	80	0,00	--	0,00	0,00	373,41	61,33	6.088
42	100	81	0,00	--	0,00	0,00	392,82	64,03	6.135
43	100	82	0,00	--	0,00	0,00	395,63	66,79	5.924
44	100	83	0,00	--	0,00	0,00	398,42	69,60	5.725
45	100	84	0,00	--	0,00	0,00	401,21	72,47	5.536
46	100	85	0,00	--	0,00	0,00	403,99	75,39	5.358
47	100	86	0,00	--	0,00	0,00	406,76	78,38	5.190
48	100	87	0,00	--	0,00	0,00	414,99	81,42	5.097
49	100	88	0,00	--	0,00	0,00	417,78	84,52	4.943
50	100	89	0,00	--	0,00	0,00	420,56	87,67	4.797
51	100	90	0,00	--	0,00	0,00	423,33	90,88	4.658
52	100	91	0,00	--	0,00	0,00	426,10	94,15	4.526
53	100	92	0,00	--	0,00	0,00	439,68	97,47	4.511
54	100	93	0,00	--	0,00	0,00	442,49	100,85	4.387
55	100	94	0,00	--	0,00	0,00	445,30	104,29	4.270
56	100	95	0,00	--	0,00	0,00	448,10	107,79	4.157
57	100	96	0,00	--	0,00	0,00	450,90	111,34	4.050
58	100	97	0,00	--	0,00	0,00	457,24	116,07	3.939
59	100	98	0,00	--	0,00	0,00	459,87	120,18	3.826

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	0,00	100.000
2	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-18,13	23.286
3	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-35,72	11.821
4	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-52,77	8.003
5	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-69,26	6.097
6	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-85,21	4.956
7	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-100,61	4.197
8	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-115,47	3.657
9	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-129,78	3.254
10	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-143,55	2.942

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
11	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-156,77	2.694
12	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-169,44	2.492
13	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-98,01	4.308
14	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-95,41	4.426
15	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-92,34	4.573
16	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-88,80	4.756
17	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-84,78	4.981
18	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-80,30	5.259
19	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-75,35	5.604
20	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-69,93	6.039
21	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-64,04	6.594
22	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-57,68	7.322
23	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-50,85	8.305
24	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-43,55	9.698
25	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-35,78	11.804
26	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-27,54	15.336
27	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-18,83	22.429
28	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	-9,65	43.767
29	100	90	0,00	--	0,00	0,00	422,29	0,00	100.000

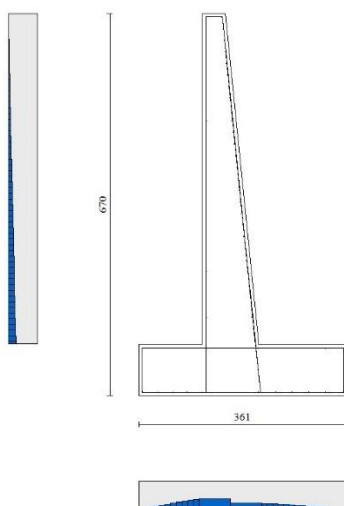


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [MPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [MPa]

Combinazioni SLER

Paramento

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	165 di 190

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,99	0,002 (10)	0,031 (10)	0,035 (10)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,01	0,005 (10)	0,058 (10)	0,072 (10)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,05	0,008 (10)	0,079 (10)	0,114 (10)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,12	0,012 (10)	0,095 (10)	0,161 (10)
6	100	45	12,06	18,10	0,18	5,21	0,016 (10)	0,104 (10)	0,214 (10)
7	100	46	12,06	18,10	0,29	6,33	0,020 (10)	0,104 (10)	0,274 (10)
8	100	47	12,06	18,10	0,44	7,47	0,026 (10)	0,097 (10)	0,342 (10)
9	100	48	12,06	18,10	0,64	8,63	0,032 (10)	0,080 (10)	0,419 (10)
10	100	49	12,06	18,10	0,88	9,82	0,038 (10)	0,053 (10)	0,505 (10)
11	100	50	12,06	18,10	1,18	11,03	0,046 (10)	0,005 (10)	0,603 (10)
12	100	51	12,06	18,10	1,55	12,27	0,056 (10)	0,075 (10)	0,718 (10)
13	100	52	12,06	20,11	1,97	13,53	0,067 (10)	0,193 (10)	0,850 (10)
14	100	53	12,06	20,11	2,47	14,82	0,079 (10)	0,364 (10)	1,000 (10)
15	100	54	12,06	20,11	3,05	16,13	0,094 (10)	0,596 (10)	1,168 (10)
16	100	55	12,06	20,11	3,72	17,47	0,110 (10)	0,894 (10)	1,355 (10)
17	100	56	12,06	20,11	4,47	18,83	0,128 (10)	1,262 (10)	1,559 (10)
18	100	57	12,06	20,11	5,31	20,21	0,148 (10)	1,704 (10)	1,779 (10)
19	100	58	12,06	22,12	6,26	21,62	0,167 (10)	2,073 (10)	1,993 (10)
20	100	59	12,06	22,12	7,31	23,06	0,189 (10)	2,616 (10)	2,240 (10)
21	100	60	12,06	22,12	8,48	24,52	0,213 (10)	3,227 (10)	2,502 (10)
22	100	61	12,06	22,12	9,76	26,00	0,238 (10)	3,907 (10)	2,779 (10)
23	100	62	12,06	22,12	11,16	27,51	0,264 (10)	4,655 (10)	3,071 (10)
24	100	63	12,06	22,12	12,70	29,04	0,292 (10)	5,474 (10)	3,378 (10)
25	100	64	12,06	24,13	14,36	30,60	0,314 (10)	5,915 (10)	3,649 (10)
26	100	65	12,06	24,13	16,17	32,18	0,343 (10)	6,801 (10)	3,979 (10)
27	100	66	12,06	24,13	18,12	33,79	0,374 (10)	7,752 (10)	4,323 (10)
28	100	67	12,06	24,13	20,23	35,42	0,406 (10)	8,768 (10)	4,682 (10)
29	100	68	12,06	24,13	22,49	37,07	0,439 (10)	9,851 (10)	5,055 (10)
30	100	69	12,06	26,14	24,91	38,75	0,463 (10)	10,255 (10)	5,367 (10)
31	100	70	14,07	26,14	27,50	40,45	0,491 (10)	11,345 (10)	5,679 (10)
32	100	71	14,07	26,14	30,26	42,18	0,527 (10)	12,534 (10)	6,082 (10)
33	100	72	14,07	26,14	33,20	43,94	0,563 (10)	13,786 (10)	6,499 (10)
34	100	73	14,07	26,14	36,33	45,71	0,601 (10)	15,101 (10)	6,930 (10)
35	100	74	14,07	26,14	39,65	47,51	0,639 (10)	16,480 (10)	7,374 (10)
36	100	75	14,07	28,15	43,16	49,34	0,664 (10)	16,764 (10)	7,722 (10)
37	100	76	14,07	28,15	46,88	51,19	0,704 (10)	18,169 (10)	8,185 (10)
38	100	77	14,07	28,15	50,80	53,07	0,745 (10)	19,633 (10)	8,661 (10)
39	100	78	14,07	28,15	54,94	54,97	0,787 (10)	21,158 (10)	9,150 (10)
40	100	79	14,07	28,15	59,29	56,89	0,829 (10)	22,743 (10)	9,652 (10)
41	100	80	14,07	28,15	63,87	58,84	0,873 (10)	24,388 (10)	10,167 (10)
42	100	81	18,10	30,16	68,67	60,82	0,878 (10)	24,380 (10)	10,272 (10)
43	100	82	18,10	30,16	73,72	62,81	0,922 (10)	26,031 (10)	10,790 (10)
44	100	83	18,10	30,16	79,00	64,84	0,966 (10)	27,738 (10)	11,321 (10)
45	100	84	18,10	30,16	84,53	66,88	1,012 (10)	29,502 (10)	11,863 (10)
46	100	85	18,10	30,16	90,31	68,96	1,058 (10)	31,323 (10)	12,418 (10)
47	100	86	18,10	30,16	96,35	71,05	1,106 (10)	33,202 (10)	12,984 (10)
48	100	87	18,10	32,17	102,65	73,17	1,130 (10)	33,104 (10)	13,380 (10)
49	100	88	18,10	32,17	109,23	75,32	1,178 (10)	34,980 (10)	13,961 (10)
50	100	89	18,10	32,17	116,07	77,49	1,227 (10)	36,910 (10)	14,552 (10)
51	100	90	18,10	32,17	123,20	79,68	1,277 (10)	38,895 (10)	15,155 (10)
52	100	91	18,10	32,17	130,61	81,90	1,327 (10)	40,933 (10)	15,769 (10)
53	100	92	18,10	36,19	138,32	84,14	1,328 (10)	38,575 (10)	15,979 (10)
54	100	93	18,10	36,19	146,32	86,41	1,378 (10)	40,496 (10)	16,596 (10)
55	100	94	18,10	36,19	154,62	88,71	1,428 (10)	42,466 (10)	17,223 (10)
56	100	95	18,10	36,19	163,23	91,02	1,480 (10)	44,485 (10)	17,861 (10)
57	100	96	18,10	36,19	172,16	93,36	1,532 (10)	46,553 (10)	18,509 (10)
58	100	97	18,10	36,19	181,40	95,73	1,585 (10)	48,670 (10)	19,167 (10)
59	100	98	18,10	36,19	190,98	98,12	1,641 (10)	50,907 (10)	19,865 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19,920	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	90	27,14	27,14	0,54	0,00	0,005 (10)	0,259 (10)	0,057 (10)
3	100	90	27,14	27,14	2,16	0,00	0,022 (10)	1,030 (10)	0,225 (10)
4	100	90	27,14	27,14	4,83	0,00	0,049 (10)	2,306 (10)	0,504 (10)
5	100	90	27,14	27,14	8,55	0,00	0,086 (10)	4,078 (10)	0,892 (10)
6	100	90	27,14	27,14	13,28	0,00	0,134 (10)	6,339 (10)	1,387 (10)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
7	100	90	27,14	27,14	19,03	0,00	0,191 (10)	9,081 (10)	1,986 (10)
8	100	90	27,14	27,14	25,77	0,00	0,259 (10)	12,296 (10)	2,689 (10)
9	100	90	27,14	27,14	33,48	0,00	0,337 (10)	15,975 (10)	3,494 (10)
10	100	90	27,14	27,14	42,15	0,00	0,424 (10)	20,112 (10)	4,399 (10)
11	100	90	27,14	27,14	51,75	0,00	0,520 (10)	24,698 (10)	5,402 (10)
12	100	90	27,14	27,14	62,29	0,00	0,626 (10)	29,724 (10)	6,501 (10)
13	100	90	27,14	27,14	-34,79	0,00	0,350 (10)	3,631 (10)	16,603 (10)
14	100	90	27,14	27,14	-31,12	0,00	0,313 (10)	3,248 (10)	14,852 (10)
15	100	90	27,14	27,14	-27,59	0,00	0,277 (10)	2,879 (10)	13,164 (10)
16	100	90	27,14	27,14	-24,19	0,00	0,243 (10)	2,525 (10)	11,546 (10)
17	100	90	27,14	27,14	-20,96	0,00	0,211 (10)	2,188 (10)	10,004 (10)
18	100	90	27,14	27,14	-17,91	0,00	0,180 (10)	1,869 (10)	8,546 (10)
19	100	90	27,14	27,14	-15,04	0,00	0,151 (10)	1,570 (10)	7,178 (10)
20	100	90	27,14	27,14	-12,38	0,00	0,124 (10)	1,292 (10)	5,908 (10)
21	100	90	27,14	27,14	-9,94	0,00	0,100 (10)	1,037 (10)	4,742 (10)
22	100	90	27,14	27,14	-7,73	0,00	0,078 (10)	0,806 (10)	3,687 (10)
23	100	90	27,14	27,14	-5,76	0,00	0,058 (10)	0,602 (10)	2,750 (10)
24	100	90	27,14	27,14	-4,06	0,00	0,041 (10)	0,424 (10)	1,939 (10)
25	100	90	27,14	27,14	-2,64	0,00	0,027 (10)	0,275 (10)	1,259 (10)
26	100	90	27,14	27,14	-1,51	0,00	0,015 (10)	0,157 (10)	0,719 (10)
27	100	90	27,14	27,14	-0,68	0,00	0,007 (10)	0,071 (10)	0,324 (10)
28	100	90	27,14	27,14	-0,17	0,00	0,002 (10)	0,018 (10)	0,082 (10)
29	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,99	0,002 (11)	0,031 (11)	0,035 (11)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,01	0,005 (11)	0,058 (11)	0,072 (11)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,05	0,008 (11)	0,079 (11)	0,114 (11)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,12	0,012 (11)	0,095 (11)	0,161 (11)
6	100	45	12,06	18,10	0,18	5,21	0,016 (11)	0,104 (11)	0,214 (11)
7	100	46	12,06	18,10	0,29	6,33	0,020 (11)	0,104 (11)	0,274 (11)
8	100	47	12,06	18,10	0,44	7,47	0,026 (11)	0,097 (11)	0,342 (11)
9	100	48	12,06	18,10	0,64	8,63	0,032 (11)	0,080 (11)	0,419 (11)
10	100	49	12,06	18,10	0,88	9,82	0,038 (11)	0,053 (11)	0,505 (11)
11	100	50	12,06	18,10	1,18	11,03	0,046 (11)	0,005 (11)	0,603 (11)
12	100	51	12,06	18,10	1,55	12,27	0,056 (11)	0,075 (11)	0,718 (11)
13	100	52	12,06	20,11	1,97	13,53	0,067 (11)	0,193 (11)	0,850 (11)
14	100	53	12,06	20,11	2,47	14,82	0,079 (11)	0,364 (11)	1,000 (11)
15	100	54	12,06	20,11	3,05	16,13	0,094 (11)	0,596 (11)	1,168 (11)
16	100	55	12,06	20,11	3,72	17,47	0,110 (11)	0,894 (11)	1,355 (11)
17	100	56	12,06	20,11	4,47	18,83	0,128 (11)	1,262 (11)	1,559 (11)
18	100	57	12,06	20,11	5,31	20,21	0,148 (11)	1,704 (11)	1,779 (11)
19	100	58	12,06	22,12	6,26	21,62	0,167 (11)	2,073 (11)	1,993 (11)
20	100	59	12,06	22,12	7,31	23,06	0,189 (11)	2,616 (11)	2,240 (11)
21	100	60	12,06	22,12	8,48	24,52	0,213 (11)	3,227 (11)	2,502 (11)
22	100	61	12,06	22,12	9,76	26,00	0,238 (11)	3,907 (11)	2,779 (11)
23	100	62	12,06	22,12	11,16	27,51	0,264 (11)	4,655 (11)	3,071 (11)
24	100	63	12,06	22,12	12,70	29,04	0,292 (11)	5,474 (11)	3,378 (11)
25	100	64	12,06	24,13	14,36	30,60	0,314 (11)	5,915 (11)	3,649 (11)
26	100	65	12,06	24,13	16,17	32,18	0,343 (11)	6,801 (11)	3,979 (11)
27	100	66	12,06	24,13	18,12	33,79	0,374 (11)	7,752 (11)	4,323 (11)
28	100	67	12,06	24,13	20,23	35,42	0,406 (11)	8,768 (11)	4,682 (11)
29	100	68	12,06	24,13	22,49	37,07	0,439 (11)	9,851 (11)	5,055 (11)
30	100	69	12,06	26,14	24,91	38,75	0,463 (11)	10,255 (11)	5,367 (11)
31	100	70	14,07	26,14	27,50	40,45	0,491 (11)	11,345 (11)	5,679 (11)
32	100	71	14,07	26,14	30,26	42,18	0,527 (11)	12,534 (11)	6,082 (11)
33	100	72	14,07	26,14	33,20	43,94	0,563 (11)	13,786 (11)	6,499 (11)
34	100	73	14,07	26,14	36,33	45,71	0,601 (11)	15,101 (11)	6,930 (11)
35	100	74	14,07	26,14	39,65	47,51	0,639 (11)	16,480 (11)	7,374 (11)
36	100	75	14,07	28,15	43,16	49,34	0,664 (11)	16,764 (11)	7,722 (11)
37	100	76	14,07	28,15	46,88	51,19	0,704 (11)	18,169 (11)	8,185 (11)
38	100	77	14,07	28,15	50,80	53,07	0,745 (11)	19,633 (11)	8,661 (11)
39	100	78	14,07	28,15	54,94	54,97	0,787 (11)	21,158 (11)	9,150 (11)
40	100	79	14,07	28,15	59,29	56,89	0,829 (11)	22,743 (11)	9,652 (11)
41	100	80	14,07	28,15	63,87	58,84	0,873 (11)	24,388 (11)	10,167 (11)
42	100	81	18,10	30,16	68,67	60,82	0,878 (11)	24,380 (11)	10,272 (11)
43	100	82	18,10	30,16	73,72	62,81	0,922 (11)	26,031 (11)	10,790 (11)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	167 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
44	100	83	18,10	30,16	79,00	64,84	0,966 (11)	27,738 (11)	11,321 (11)
45	100	84	18,10	30,16	84,53	66,88	1,012 (11)	29,502 (11)	11,863 (11)
46	100	85	18,10	30,16	90,31	68,96	1,058 (11)	31,323 (11)	12,418 (11)
47	100	86	18,10	30,16	96,35	71,05	1,106 (11)	33,202 (11)	12,984 (11)
48	100	87	18,10	32,17	102,65	73,17	1,130 (11)	33,104 (11)	13,380 (11)
49	100	88	18,10	32,17	109,23	75,32	1,178 (11)	34,980 (11)	13,961 (11)
50	100	89	18,10	32,17	116,07	77,49	1,227 (11)	36,910 (11)	14,552 (11)
51	100	90	18,10	32,17	123,20	79,68	1,277 (11)	38,895 (11)	15,155 (11)
52	100	91	18,10	32,17	130,61	81,90	1,327 (11)	40,933 (11)	15,769 (11)
53	100	92	18,10	36,19	138,32	84,14	1,328 (11)	38,575 (11)	15,979 (11)
54	100	93	18,10	36,19	146,32	86,41	1,378 (11)	40,496 (11)	16,596 (11)
55	100	94	18,10	36,19	154,62	88,71	1,428 (11)	42,466 (11)	17,223 (11)
56	100	95	18,10	36,19	163,23	91,02	1,480 (11)	44,485 (11)	17,861 (11)
57	100	96	18,10	36,19	172,16	93,36	1,532 (11)	46,553 (11)	18,509 (11)
58	100	97	18,10	36,19	181,40	95,73	1,585 (11)	48,670 (11)	19,167 (11)
59	100	98	18,10	36,19	190,98	98,12	1,641 (11)	50,907 (11)	19,865 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	33,200	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)
2	100	90	27,14	27,14	0,54	0,00	0,005 (11)	0,259 (11)	0,057 (11)
3	100	90	27,14	27,14	2,16	0,00	0,022 (11)	1,030 (11)	0,225 (11)
4	100	90	27,14	27,14	4,83	0,00	0,049 (11)	2,306 (11)	0,504 (11)
5	100	90	27,14	27,14	8,55	0,00	0,086 (11)	4,078 (11)	0,892 (11)
6	100	90	27,14	27,14	13,28	0,00	0,134 (11)	6,339 (11)	1,387 (11)
7	100	90	27,14	27,14	19,03	0,00	0,191 (11)	9,081 (11)	1,986 (11)
8	100	90	27,14	27,14	25,77	0,00	0,259 (11)	12,296 (11)	2,689 (11)
9	100	90	27,14	27,14	33,48	0,00	0,337 (11)	15,975 (11)	3,494 (11)
10	100	90	27,14	27,14	42,15	0,00	0,424 (11)	20,112 (11)	4,399 (11)
11	100	90	27,14	27,14	51,75	0,00	0,520 (11)	24,698 (11)	5,402 (11)
12	100	90	27,14	27,14	62,29	0,00	0,626 (11)	29,724 (11)	6,501 (11)
13	100	90	27,14	27,14	-34,79	0,00	0,350 (11)	3,631 (11)	16,603 (11)
14	100	90	27,14	27,14	-31,12	0,00	0,313 (11)	3,248 (11)	14,852 (11)
15	100	90	27,14	27,14	-27,59	0,00	0,277 (11)	2,879 (11)	13,164 (11)
16	100	90	27,14	27,14	-24,19	0,00	0,243 (11)	2,525 (11)	11,546 (11)
17	100	90	27,14	27,14	-20,96	0,00	0,211 (11)	2,188 (11)	10,004 (11)
18	100	90	27,14	27,14	-17,91	0,00	0,180 (11)	1,869 (11)	8,546 (11)
19	100	90	27,14	27,14	-15,04	0,00	0,151 (11)	1,570 (11)	7,178 (11)
20	100	90	27,14	27,14	-12,38	0,00	0,124 (11)	1,292 (11)	5,908 (11)
21	100	90	27,14	27,14	-9,94	0,00	0,100 (11)	1,037 (11)	4,742 (11)
22	100	90	27,14	27,14	-7,73	0,00	0,078 (11)	0,806 (11)	3,687 (11)
23	100	90	27,14	27,14	-5,76	0,00	0,058 (11)	0,602 (11)	2,750 (11)
24	100	90	27,14	27,14	-4,06	0,00	0,041 (11)	0,424 (11)	1,939 (11)
25	100	90	27,14	27,14	-2,64	0,00	0,027 (11)	0,275 (11)	1,259 (11)
26	100	90	27,14	27,14	-1,51	0,00	0,015 (11)	0,157 (11)	0,719 (11)
27	100	90	27,14	27,14	-0,68	0,00	0,007 (11)	0,071 (11)	0,324 (11)
28	100	90	27,14	27,14	-0,17	0,00	0,002 (11)	0,018 (11)	0,082 (11)
29	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (11)	0,000 (11)	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ
Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14,940	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	41	12,06	18,10	0,00	0,99	0,002 (12)	0,031 (12)	0,035 (12)
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,01	0,005 (12)	0,058 (12)	0,072 (12)
4	100	43	12,06	18,10	0,05	3,05	0,008 (12)	0,079 (12)	0,114 (12)
5	100	44	12,06	18,10	0,10	4,12	0,012 (12)	0,095 (12)	0,161 (12)
6	100	45	12,06	18,10	0,18	5,21	0,016 (12)	0,104 (12)	0,214 (12)
7	100	46	12,06	18,10	0,29	6,33	0,020 (12)	0,104 (12)	0,274 (12)
8	100	47	12,06	18,10	0,44	7,47	0,026 (12)	0,097 (12)	0,342 (12)

PROGETTO DEFINITIVO
**LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP
 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI
 - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE**
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	168 di 190

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
9	100	48	12,06	18,10	0,64	8,63	0,032 (12)	0,080 (12)	0,419 (12)
10	100	49	12,06	18,10	0,88	9,82	0,038 (12)	0,053 (12)	0,505 (12)
11	100	50	12,06	18,10	1,18	11,03	0,046 (12)	0,005 (12)	0,603 (12)
12	100	51	12,06	18,10	1,55	12,27	0,056 (12)	0,075 (12)	0,718 (12)
13	100	52	12,06	20,11	1,97	13,53	0,067 (12)	0,193 (12)	0,850 (12)
14	100	53	12,06	20,11	2,47	14,82	0,079 (12)	0,364 (12)	1,000 (12)
15	100	54	12,06	20,11	3,05	16,13	0,094 (12)	0,596 (12)	1,168 (12)
16	100	55	12,06	20,11	3,72	17,47	0,110 (12)	0,894 (12)	1,355 (12)
17	100	56	12,06	20,11	4,47	18,83	0,128 (12)	1,262 (12)	1,559 (12)
18	100	57	12,06	20,11	5,31	20,21	0,148 (12)	1,704 (12)	1,779 (12)
19	100	58	12,06	22,12	6,26	21,62	0,167 (12)	2,073 (12)	1,993 (12)
20	100	59	12,06	22,12	7,31	23,06	0,189 (12)	2,616 (12)	2,240 (12)
21	100	60	12,06	22,12	8,48	24,52	0,213 (12)	3,227 (12)	2,502 (12)
22	100	61	12,06	22,12	9,76	26,00	0,238 (12)	3,907 (12)	2,779 (12)
23	100	62	12,06	22,12	11,16	27,51	0,264 (12)	4,655 (12)	3,071 (12)
24	100	63	12,06	22,12	12,70	29,04	0,292 (12)	5,474 (12)	3,378 (12)
25	100	64	12,06	24,13	14,36	30,60	0,314 (12)	5,915 (12)	3,649 (12)
26	100	65	12,06	24,13	16,17	32,18	0,343 (12)	6,801 (12)	3,979 (12)
27	100	66	12,06	24,13	18,12	33,79	0,374 (12)	7,752 (12)	4,323 (12)
28	100	67	12,06	24,13	20,23	35,42	0,406 (12)	8,768 (12)	4,682 (12)
29	100	68	12,06	24,13	22,49	37,07	0,439 (12)	9,851 (12)	5,055 (12)
30	100	69	12,06	26,14	24,91	38,75	0,463 (12)	10,255 (12)	5,367 (12)
31	100	70	14,07	26,14	27,50	40,45	0,491 (12)	11,345 (12)	5,679 (12)
32	100	71	14,07	26,14	30,26	42,18	0,527 (12)	12,534 (12)	6,082 (12)
33	100	72	14,07	26,14	33,20	43,94	0,563 (12)	13,786 (12)	6,499 (12)
34	100	73	14,07	26,14	36,33	45,71	0,601 (12)	15,101 (12)	6,930 (12)
35	100	74	14,07	26,14	39,65	47,51	0,639 (12)	16,480 (12)	7,374 (12)
36	100	75	14,07	28,15	43,16	49,34	0,664 (12)	16,764 (12)	7,722 (12)
37	100	76	14,07	28,15	46,88	51,19	0,704 (12)	18,169 (12)	8,185 (12)
38	100	77	14,07	28,15	50,80	53,07	0,745 (12)	19,633 (12)	8,661 (12)
39	100	78	14,07	28,15	54,94	54,97	0,787 (12)	21,158 (12)	9,150 (12)
40	100	79	14,07	28,15	59,29	56,89	0,829 (12)	22,743 (12)	9,652 (12)
41	100	80	14,07	28,15	63,87	58,84	0,873 (12)	24,388 (12)	10,167 (12)
42	100	81	18,10	30,16	68,67	60,82	0,878 (12)	24,380 (12)	10,272 (12)
43	100	82	18,10	30,16	73,72	62,81	0,922 (12)	26,031 (12)	10,790 (12)
44	100	83	18,10	30,16	79,00	64,84	0,966 (12)	27,738 (12)	11,321 (12)
45	100	84	18,10	30,16	84,53	66,88	1,012 (12)	29,502 (12)	11,863 (12)
46	100	85	18,10	30,16	90,31	68,96	1,058 (12)	31,323 (12)	12,418 (12)
47	100	86	18,10	30,16	96,35	71,05	1,106 (12)	33,202 (12)	12,984 (12)
48	100	87	18,10	32,17	102,65	73,17	1,130 (12)	33,104 (12)	13,380 (12)
49	100	88	18,10	32,17	109,23	75,32	1,178 (12)	34,980 (12)	13,961 (12)
50	100	89	18,10	32,17	116,07	77,49	1,227 (12)	36,910 (12)	14,552 (12)
51	100	90	18,10	32,17	123,20	79,68	1,277 (12)	38,895 (12)	15,155 (12)
52	100	91	18,10	32,17	130,61	81,90	1,327 (12)	40,933 (12)	15,769 (12)
53	100	92	18,10	36,19	138,32	84,14	1,328 (12)	38,575 (12)	15,979 (12)
54	100	93	18,10	36,19	146,32	86,41	1,378 (12)	40,496 (12)	16,596 (12)
55	100	94	18,10	36,19	154,62	88,71	1,428 (12)	42,466 (12)	17,223 (12)
56	100	95	18,10	36,19	163,23	91,02	1,480 (12)	44,485 (12)	17,861 (12)
57	100	96	18,10	36,19	172,16	93,36	1,532 (12)	46,553 (12)	18,509 (12)
58	100	97	18,10	36,19	181,40	95,73	1,585 (12)	48,670 (12)	19,167 (12)
59	100	98	18,10	36,19	190,98	98,12	1,641 (12)	50,907 (12)	19,865 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14,940	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450,000	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [MPa]	σfi [MPa]	σfs [MPa]
1	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	90	27,14	27,14	0,54	0,00	0,005 (12)	0,259 (12)	0,057 (12)
3	100	90	27,14	27,14	2,16	0,00	0,022 (12)	1,030 (12)	0,225 (12)
4	100	90	27,14	27,14	4,83	0,00	0,049 (12)	2,306 (12)	0,504 (12)
5	100	90	27,14	27,14	8,55	0,00	0,086 (12)	4,078 (12)	0,892 (12)
6	100	90	27,14	27,14	13,28	0,00	0,134 (12)	6,339 (12)	1,387 (12)
7	100	90	27,14	27,14	19,03	0,00	0,191 (12)	9,081 (12)	1,986 (12)
8	100	90	27,14	27,14	25,77	0,00	0,259 (12)	12,296 (12)	2,689 (12)
9	100	90	27,14	27,14	33,48	0,00	0,337 (12)	15,975 (12)	3,494 (12)
10	100	90	27,14	27,14	42,15	0,00	0,424 (12)	20,112 (12)	4,399 (12)
11	100	90	27,14	27,14	51,75	0,00	0,520 (12)	24,698 (12)	5,402 (12)
12	100	90	27,14	27,14	62,29	0,00	0,626 (12)	29,724 (12)	6,501 (12)
13	100	90	27,14	27,14	-34,79	0,00	0,350 (12)	3,631 (12)	16,603 (12)
14	100	90	27,14	27,14	-31,12	0,00	0,313 (12)	3,248 (12)	14,852 (12)
15	100	90	27,14	27,14	-27,59	0,00	0,277 (12)	2,879 (12)	13,164 (12)
16	100	90	27,14	27,14	-24,19	0,00	0,243 (12)	2,525 (12)	11,546 (12)
17	100	90	27,14	27,14	-20,96	0,00	0,211 (12)	2,188 (12)	10,004 (12)
18	100	90	27,14	27,14	-17,91	0,00	0,180 (12)	1,869 (12)	8,546 (12)
19	100	90	27,14	27,14	-15,04	0,00	0,151 (12)	1,570 (12)	7,178 (12)

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 169 di 190
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle						

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
20	100	90	27,14	27,14	-12,38	0,00	0,124 (12)	1,292 (12)	5,908 (12)
21	100	90	27,14	27,14	-9,94	0,00	0,100 (12)	1,037 (12)	4,742 (12)
22	100	90	27,14	27,14	-7,73	0,00	0,078 (12)	0,806 (12)	3,687 (12)
23	100	90	27,14	27,14	-5,76	0,00	0,058 (12)	0,602 (12)	2,750 (12)
24	100	90	27,14	27,14	-4,06	0,00	0,041 (12)	0,424 (12)	1,939 (12)
25	100	90	27,14	27,14	-2,64	0,00	0,027 (12)	0,275 (12)	1,259 (12)
26	100	90	27,14	27,14	-1,51	0,00	0,015 (12)	0,157 (12)	0,719 (12)
27	100	90	27,14	27,14	-0,68	0,00	0,007 (12)	0,071 (12)	0,324 (12)
28	100	90	27,14	27,14	-0,17	0,00	0,002 (12)	0,018 (12)	0,082 (12)
29	100	90	27,14	27,14	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)

Verifica a fessurazione

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

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure w_{lim}=0.40

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,68	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,74	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,93	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,25	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	45	18,10	1450,00	0,18	148,70	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	46	18,10	1450,00	0,29	155,29	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	47	18,10	1450,00	0,44	162,01	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	48	18,10	1450,00	0,64	168,85	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	49	18,10	1450,00	0,88	175,84	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	50	18,10	1450,00	1,18	182,94	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	51	18,10	1450,00	1,55	190,19	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	52	20,11	1450,00	1,97	200,10	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	53	20,11	1450,00	2,47	207,69	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	54	20,11	1450,00	3,05	215,40	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	55	20,11	1450,00	3,72	223,26	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	56	20,11	1450,00	4,47	231,23	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	57	20,11	1450,00	5,31	239,35	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	58	22,12	1450,00	6,26	250,56	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	59	22,12	1450,00	7,31	259,01	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	60	22,12	1450,00	8,48	267,59	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	61	22,12	1450,00	9,76	276,31	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	62	22,12	1450,00	11,16	285,16	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	63	22,12	1450,00	12,70	294,14	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	64	24,13	1450,00	14,36	306,66	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	65	24,13	1450,00	16,17	315,99	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	66	24,13	1450,00	18,12	325,45	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	67	24,13	1450,00	20,23	335,04	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	68	24,13	1450,00	22,49	344,75	0,000000	0,00	0,000 (10)
30	100	69	26,14	1450,00	24,91	358,38	0,000000	0,00	0,000 (10)
31	100	70	26,14	1450,00	27,50	370,16	0,000000	0,00	0,000 (10)
32	100	71	26,14	1450,00	30,26	380,40	0,000000	0,00	0,000 (10)
33	100	72	26,14	1450,00	33,20	390,77	0,000000	0,00	0,000 (10)
34	100	73	26,14	1450,00	36,33	401,27	0,000000	0,00	0,000 (10)
35	100	74	26,14	1450,00	39,65	411,91	0,000000	0,00	0,000 (10)
36	100	75	28,15	1450,00	43,16	426,89	0,000000	0,00	0,000 (10)
37	100	76	28,15	1450,00	46,88	437,89	0,000000	0,00	0,000 (10)
38	100	77	28,15	1450,00	50,80	448,99	0,000000	0,00	0,000 (10)
39	100	78	28,15	1450,00	54,94	460,23	0,000000	0,00	0,000 (10)
40	100	79	28,15	1450,00	59,29	471,63	0,000000	0,00	0,000 (10)
41	100	80	28,15	1450,00	63,87	483,15	0,000000	0,00	0,000 (10)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
42	100	81	30,16	1450,00	68,67	503,74	0,000000	0,00	0,000 (10)
43	100	82	30,16	1450,00	73,72	515,67	0,000000	0,00	0,000 (10)
44	100	83	30,16	1450,00	79,00	527,74	0,000000	0,00	0,000 (10)
45	100	84	30,16	1450,00	84,53	539,95	0,000000	0,00	0,000 (10)
46	100	85	30,16	1450,00	90,31	552,30	0,000000	0,00	0,000 (10)
47	100	86	30,16	1450,00	96,35	564,78	0,000000	0,00	0,000 (10)
48	100	87	32,17	1450,00	102,65	582,52	0,000000	0,00	0,000 (10)
49	100	88	32,17	1450,00	109,23	595,35	0,000000	0,00	0,000 (10)
50	100	89	32,17	1450,00	116,07	608,31	0,000000	0,00	0,000 (10)
51	100	90	32,17	1450,00	123,20	621,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
52	100	91	32,17	1450,00	130,61	634,63	0,000000	0,00	0,000 (10)
53	100	92	36,19	1450,00	138,32	659,00	0,000000	0,00	0,000 (10)
54	100	93	36,19	1450,00	146,32	672,67	0,000000	0,00	0,000 (10)
55	100	94	36,19	1450,00	154,62	686,45	0,000000	0,00	0,000 (10)
56	100	95	36,19	1450,00	163,23	700,39	0,000000	0,00	0,000 (10)
57	100	96	36,19	1450,00	172,16	714,44	0,000000	0,00	0,000 (10)
58	100	97	36,19	1450,00	181,40	728,63	0,000000	0,00	0,000 (10)
59	100	98	36,19	1450,00	190,98	741,57	0,000000	0,00	0,000 (10)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	90	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)
2	100	90	27,14	1550,00	0,54	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
3	100	90	27,14	1550,00	2,16	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
4	100	90	27,14	1550,00	4,83	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
5	100	90	27,14	1550,00	8,55	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
6	100	90	27,14	1550,00	13,28	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
7	100	90	27,14	1550,00	19,03	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
8	100	90	27,14	1550,00	25,77	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
9	100	90	27,14	1550,00	33,48	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
10	100	90	27,14	1550,00	42,15	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
11	100	90	27,14	1550,00	51,75	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
12	100	90	27,14	1550,00	62,29	603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
13	100	90	27,14	1550,00	-34,79	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
14	100	90	27,14	1550,00	-31,12	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
15	100	90	27,14	1550,00	-27,59	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
16	100	90	27,14	1550,00	-24,19	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
17	100	90	27,14	1550,00	-20,96	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
18	100	90	27,14	1550,00	-17,91	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
19	100	90	27,14	1550,00	-15,04	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
20	100	90	27,14	1550,00	-12,38	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
21	100	90	27,14	1550,00	-9,94	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
22	100	90	27,14	1550,00	-7,73	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
23	100	90	27,14	1550,00	-5,76	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
24	100	90	27,14	1550,00	-4,06	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
25	100	90	27,14	1550,00	-2,64	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
26	100	90	27,14	1550,00	-1,51	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
27	100	90	27,14	1550,00	-0,68	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
28	100	90	27,14	1550,00	-0,17	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (10)
29	100	90	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,74	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,93	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	45	18,10	1450,00	0,18	148,70	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	46	18,10	1450,00	0,29	155,29	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	47	18,10	1450,00	0,44	162,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	48	18,10	1450,00	0,64	168,85	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	49	18,10	1450,00	0,88	175,84	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	18,10	1450,00	1,18	182,94	0,000000	0,00	0,000 (11)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
12	100	51	18,10	1450,00	1,55	190,19	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	52	20,11	1450,00	1,97	200,10	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	53	20,11	1450,00	2,47	207,69	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	54	20,11	1450,00	3,05	215,40	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	55	20,11	1450,00	3,72	223,26	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	56	20,11	1450,00	4,47	231,23	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	57	20,11	1450,00	5,31	239,35	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	58	22,12	1450,00	6,26	250,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	59	22,12	1450,00	7,31	259,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	60	22,12	1450,00	8,48	267,59	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	61	22,12	1450,00	9,76	276,31	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	62	22,12	1450,00	11,16	285,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	63	22,12	1450,00	12,70	294,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	64	24,13	1450,00	14,36	306,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	65	24,13	1450,00	16,17	315,99	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	66	24,13	1450,00	18,12	325,45	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	67	24,13	1450,00	20,23	335,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	68	24,13	1450,00	22,49	344,75	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	69	26,14	1450,00	24,91	358,38	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	70	26,14	1450,00	27,50	370,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	71	26,14	1450,00	30,26	380,40	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	72	26,14	1450,00	33,20	390,77	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	73	26,14	1450,00	36,33	401,27	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	74	26,14	1450,00	39,65	411,91	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	75	28,15	1450,00	43,16	426,89	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	76	28,15	1450,00	46,88	437,89	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	77	28,15	1450,00	50,80	448,99	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	78	28,15	1450,00	54,94	460,23	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	79	28,15	1450,00	59,29	471,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	80	28,15	1450,00	63,87	483,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	81	30,16	1450,00	68,67	503,74	0,000000	0,00	0,000 (11)
43	100	82	30,16	1450,00	73,72	515,67	0,000000	0,00	0,000 (11)
44	100	83	30,16	1450,00	79,00	527,74	0,000000	0,00	0,000 (11)
45	100	84	30,16	1450,00	84,53	539,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
46	100	85	30,16	1450,00	90,31	552,30	0,000000	0,00	0,000 (11)
47	100	86	30,16	1450,00	96,35	564,78	0,000000	0,00	0,000 (11)
48	100	87	32,17	1450,00	102,65	582,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
49	100	88	32,17	1450,00	109,23	595,35	0,000000	0,00	0,000 (11)
50	100	89	32,17	1450,00	116,07	608,31	0,000000	0,00	0,000 (11)
51	100	90	32,17	1450,00	123,20	621,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
52	100	91	32,17	1450,00	130,61	634,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
53	100	92	36,19	1450,00	138,32	659,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
54	100	93	36,19	1450,00	146,32	672,67	0,000000	0,00	0,000 (11)
55	100	94	36,19	1450,00	154,62	686,45	0,000000	0,00	0,000 (11)
56	100	95	36,19	1450,00	163,23	700,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
57	100	96	36,19	1450,00	172,16	714,44	0,000000	0,00	0,000 (11)
58	100	97	36,19	1450,00	181,40	728,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
59	100	98	36,19	1450,00	190,98	741,57	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	90	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	90	27,14	1550,00	0,54	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	90	27,14	1550,00	2,16	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	90	27,14	1550,00	4,83	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	90	27,14	1550,00	8,55	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	90	27,14	1550,00	13,28	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	90	27,14	1550,00	19,03	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	90	27,14	1550,00	25,77	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	90	27,14	1550,00	33,48	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	90	27,14	1550,00	42,15	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	90	27,14	1550,00	51,75	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	90	27,14	1550,00	62,29	603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	90	27,14	1550,00	-34,79	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	90	27,14	1550,00	-31,12	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	90	27,14	1550,00	-27,59	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	90	27,14	1550,00	-24,19	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	90	27,14	1550,00	-20,96	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	90	27,14	1550,00	-17,91	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	90	27,14	1550,00	-15,04	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	90	27,14	1550,00	-12,38	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	90	27,14	1550,00	-9,94	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	90	27,14	1550,00	-7,73	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	90	27,14	1550,00	-5,76	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	90	27,14	1550,00	-4,06	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
25	100	90	27,14	1550,00	-2,64	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	90	27,14	1550,00	-1,51	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	90	27,14	1550,00	-0,68	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	90	27,14	1550,00	-0,17	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	90	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	41	18,10	1450,00	0,00	123,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	42	18,10	1450,00	0,02	129,74	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	43	18,10	1450,00	0,05	135,93	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	44	18,10	1450,00	0,10	142,25	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	45	18,10	1450,00	0,18	148,70	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	46	18,10	1450,00	0,29	155,29	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	47	18,10	1450,00	0,44	162,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	48	18,10	1450,00	0,64	168,85	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	49	18,10	1450,00	0,88	175,84	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	18,10	1450,00	1,18	182,94	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	51	18,10	1450,00	1,55	190,19	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	52	20,11	1450,00	1,97	200,10	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	53	20,11	1450,00	2,47	207,69	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	54	20,11	1450,00	3,05	215,40	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	55	20,11	1450,00	3,72	223,26	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	56	20,11	1450,00	4,47	231,23	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	57	20,11	1450,00	5,31	239,35	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	58	22,12	1450,00	6,26	250,56	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	59	22,12	1450,00	7,31	259,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	60	22,12	1450,00	8,48	267,59	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	61	22,12	1450,00	9,76	276,31	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	62	22,12	1450,00	11,16	285,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	63	22,12	1450,00	12,70	294,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	64	24,13	1450,00	14,36	306,66	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	65	24,13	1450,00	16,17	315,99	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	66	24,13	1450,00	18,12	325,45	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	67	24,13	1450,00	20,23	335,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	68	24,13	1450,00	22,49	344,75	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	69	26,14	1450,00	24,91	358,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	70	26,14	1450,00	27,50	370,16	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	71	26,14	1450,00	30,26	380,40	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	72	26,14	1450,00	33,20	390,77	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	73	26,14	1450,00	36,33	401,27	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	74	26,14	1450,00	39,65	411,91	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	75	28,15	1450,00	43,16	426,89	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	76	28,15	1450,00	46,88	437,89	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	77	28,15	1450,00	50,80	448,99	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	78	28,15	1450,00	54,94	460,23	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	79	28,15	1450,00	59,29	471,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	80	28,15	1450,00	63,87	483,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
42	100	81	30,16	1450,00	68,67	503,74	0,000000	0,00	0,000 (12)
43	100	82	30,16	1450,00	73,72	515,67	0,000000	0,00	0,000 (12)
44	100	83	30,16	1450,00	79,00	527,74	0,000000	0,00	0,000 (12)
45	100	84	30,16	1450,00	84,53	539,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
46	100	85	30,16	1450,00	90,31	552,30	0,000000	0,00	0,000 (12)
47	100	86	30,16	1450,00	96,35	564,78	0,000000	0,00	0,000 (12)
48	100	87	32,17	1450,00	102,65	582,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
49	100	88	32,17	1450,00	109,23	595,35	0,000000	0,00	0,000 (12)
50	100	89	32,17	1450,00	116,07	608,31	0,000000	0,00	0,000 (12)
51	100	90	32,17	1450,00	123,20	621,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
52	100	91	32,17	1450,00	130,61	634,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
53	100	92	36,19	1450,00	138,32	659,00	0,000000	0,00	0,000 (12)
54	100	93	36,19	1450,00	146,32	672,67	0,000000	0,00	0,000 (12)
55	100	94	36,19	1450,00	154,62	686,45	0,000000	0,00	0,000 (12)
56	100	95	36,19	1450,00	163,23	700,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
57	100	96	36,19	1450,00	172,16	714,44	0,000000	0,00	0,000 (12)
58	100	97	36,19	1450,00	181,40	728,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
59	100	98	36,19	1450,00	190,98	741,57	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	s [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	90	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	90	27,14	1550,00	0,54	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	90	27,14	1550,00	2,16	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	90	27,14	1550,00	4,83	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	90	27,14	1550,00	8,55	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	90	27,14	1550,00	13,28	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	90	27,14	1550,00	19,03	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	90	27,14	1550,00	25,77	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	90	27,14	1550,00	33,48	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	90	27,14	1550,00	42,15	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	90	27,14	1550,00	51,75	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	90	27,14	1550,00	62,29	603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	90	27,14	1550,00	-34,79	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	90	27,14	1550,00	-31,12	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	90	27,14	1550,00	-27,59	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	90	27,14	1550,00	-24,19	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	90	27,14	1550,00	-20,96	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	90	27,14	1550,00	-17,91	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	90	27,14	1550,00	-15,04	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	90	27,14	1550,00	-12,38	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	90	27,14	1550,00	-9,94	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	90	27,14	1550,00	-7,73	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	90	27,14	1550,00	-5,76	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	90	27,14	1550,00	-4,06	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	90	27,14	1550,00	-2,64	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	90	27,14	1550,00	-1,51	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	90	27,14	1550,00	-0,68	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	90	27,14	1550,00	-0,17	-603,33	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	90	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

14 CALCOLO SEZIONE 7 H = 4.50 M (DOPO LO SCATOLARE)

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [MPa]
E	Modulo elastico, espresso in [MPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [MPa]	E [MPa]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24,5170	24,517	30073,4	0.30	15.00	0.50
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40,000	33642,6	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [MPa]	f _{uk} [MPa]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	174 di 190

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000
3	10,00	0,00	0.000
4	26,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5,00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4,50	[m]
Altezza paramento libero	3,80	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,85	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]
Spessore rivestimento	0,10	[m]
Peso sp. rivestimento	0,3334	[kN/mc]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,90	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,20	[m]
Lunghezza totale	2,95	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,70	[m]
Spessore magrone	0,20	[m]

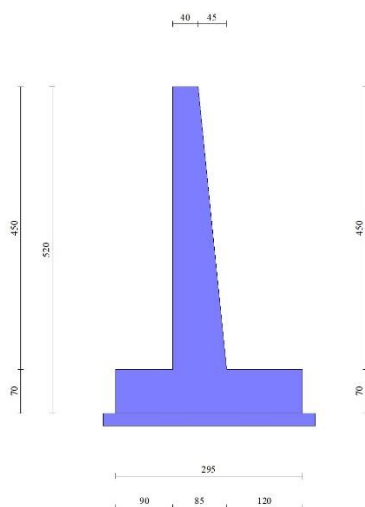


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A FOGLIO 175 di 190

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [MPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [MPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [MPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [MPa]	ca [MPa]	Cesp	τ_l [MPa]
1	Riempimento	18,0000	19,6136	30.000	20.000	0,000	0,000	---	---
2	Fondazione	19,0000	19,6136	38.000	25.330	0,000	0,000	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	7,20	0.000	Fondazione	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 45.00 [°]



Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 5 - 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

Combinazione n° 6 - 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

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 10 - A1-M1-R3 SCOR H + V

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

Combinazione n° 11 - A1-M1-R3 SCOR H - V

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

Dati sismici

Comune	Bolzano/bozen
Provincia	Bolzano
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.495167
Longitudine	11.354103
Indice punti di interpolazione	7852 - 7851 - 8073 - 8074
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	0.638	0.324
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.065	0.033

MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	178 di 190

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.709	2.492
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.387	0.245
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	2.966	1.483
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	7.804	3.902
Ultimo - Ribaltamento	1.000	7.804	3.902
Esercizio	1.000	3.963	1.982

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Risultati per inviluppo

Spinta 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	94,06	20,00	88,39	32,17	1,65	-3,47
	Peso/Inerzia muro			0,00	155,46/0,00	0,03	-3,51
	Peso/Inerzia rivestimento			0,00	0,16	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	150,05/0,00	0,93	-2,13
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	14,74	-0,85	-4,15
2	Spinta statica	72,36	20,00	67,99	24,75	1,65	-3,47
	Incremento di spinta sismica		15,46	14,53	5,29	1,65	-2,60
	Peso/Inerzia muro			9,33	119,58/4,67	0,03	-3,51
	Peso/Inerzia rivestimento			0,01	0,13	0,00	0,00
	Peso/Inerzia terrapieno			9,01	115,43/4,50	0,93	-2,13
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,89	11,34	-0,85	-4,15

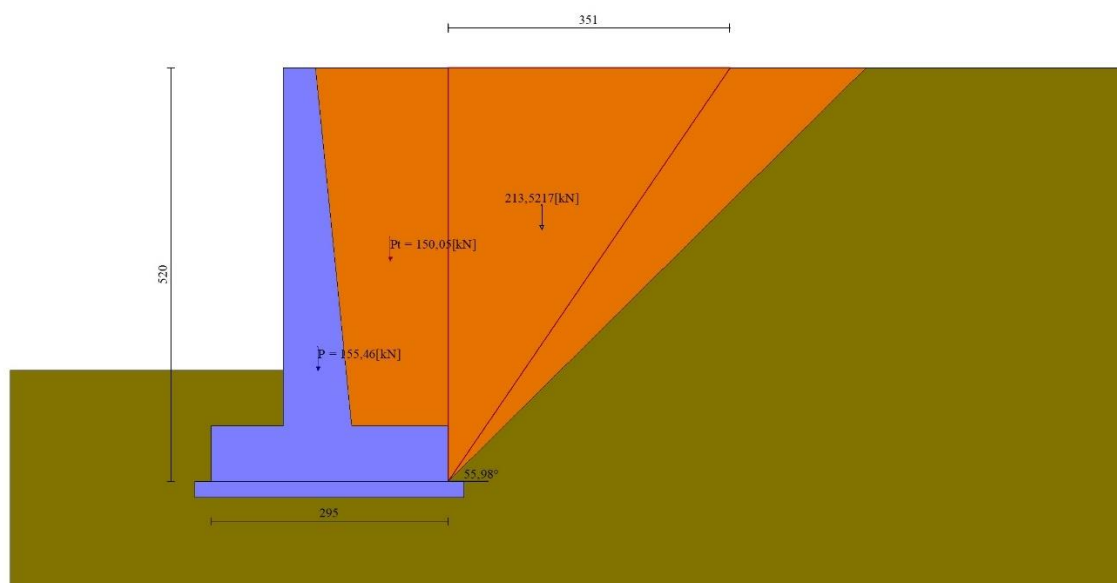


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

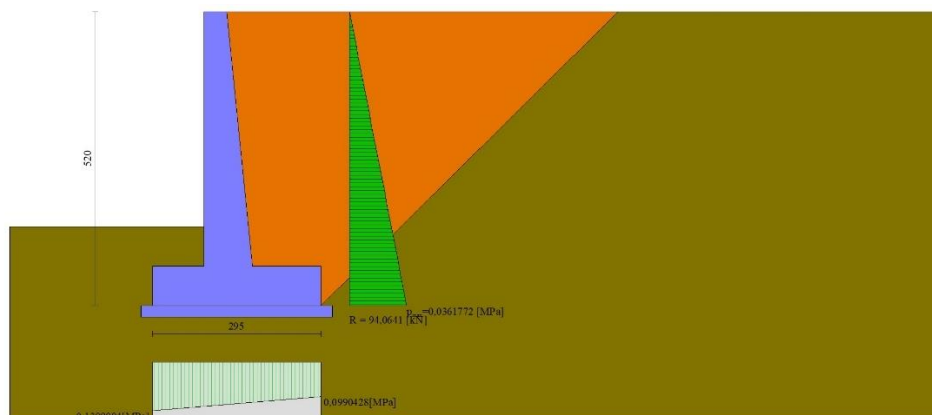


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

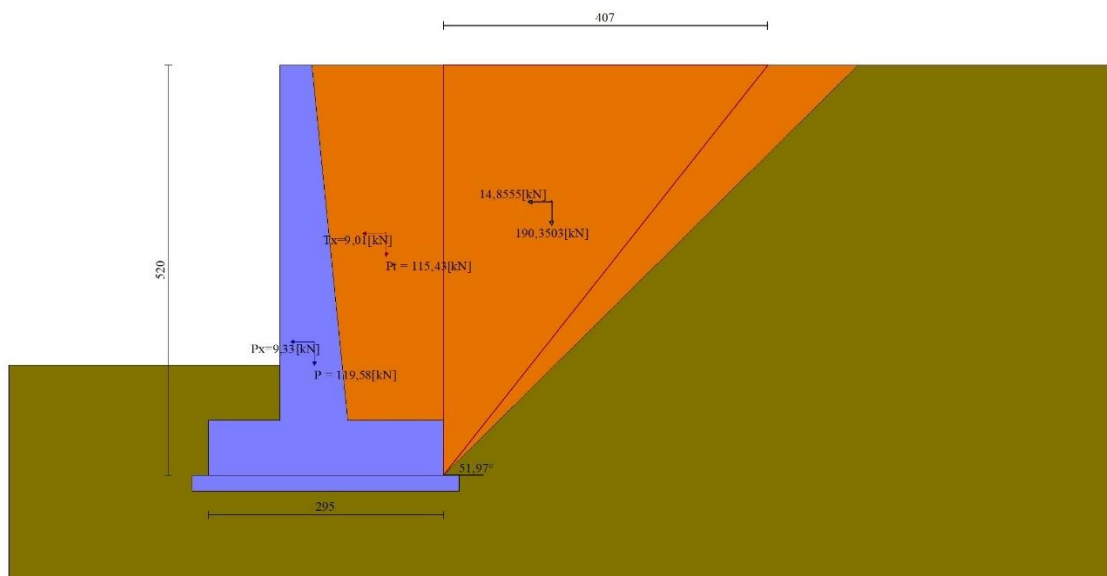


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

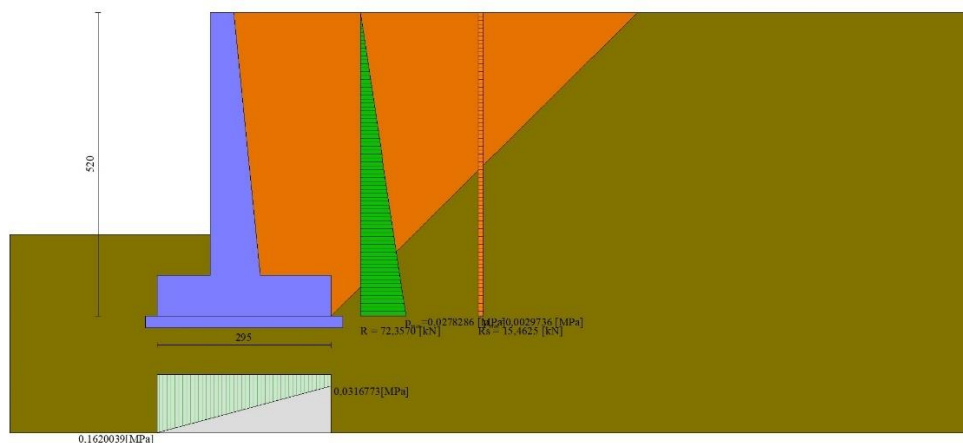


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	181 di 190

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	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	352,59	88,39	153,22	643,59	0,084
2 - STR (A1-M1-R3)	285,68	101,76	200,07	526,93	0,331
3 - STR (A1-M1-R3)	265,44	96,54	202,76	505,06	0,336
4 - GEO (A2-M2-R2)	271,25	85,08	147,48	495,14	0,193
5 - GEO (A2-M2-R2)	285,68	101,76	200,07	526,93	0,331
6 - GEO (A2-M2-R2)	265,44	96,54	202,76	505,06	0,336
7 - EQU (A1-M1-R3)	278,65	88,39	153,22	516,97	0,170
8 - EQU (A1-M1-R3)	285,68	101,76	200,07	526,93	0,331
9 - EQU (A1-M1-R3)	265,44	96,54	202,76	505,06	0,336
10 - A1-M1-R3 SCOR	276,63	80,59	148,48	506,92	0,179
11 - A1-M1-R3 SCOR	268,93	78,58	149,43	498,58	0,177

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 _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.888		9.135			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			6.189			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			6.452			
4 - GEO (A2-M2-R2)					2.238		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.389		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.358		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.374				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.634				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.491				
10 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.625					
11 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.620					

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	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	166,89	0,00	0,00	--	--	166,89	88,39	1.888
11 - A1-M1-R3 SCOR H - V	127,29	0,00	0,00	--	--	127,29	78,58	1.620

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	182 di 190

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 limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	352,59	3220,92	2300,66	9.135
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	285,68	1767,95	1473,29	6.189

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata	
n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ 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 [MPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).	

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	Ir	Irc	Re	r _γ
1	61.352	0.502	1.190	1.000	1.000	--	--	--	--	0.831	0.958
	48.933	0.512	1.110	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.381	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		
2	61.352	0.362	1.190	1.000	1.000	--	--	--	--	0.665	0.958
	48.933	0.375	1.110	1.000	1.000	--	--	--	--		
	56.174	0.238	1.000	1.000	1.000	--	--	--	--		

n°	D	B'	H	γ	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[MPa]
1	1,40	2,95	3,02	19,00	38.00	0,000
2	1,40	2,95	3,02	19,00	38.00	0,000

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]	
7 - EQU (A1-M1-R3)	516,97	153,22	3.374
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	505,06	202,76	2.491

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]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,00; 0,50	6,30	2.238
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,50; 2,50	8,33	2.358

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [MPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	7,17	0,00	0,00	5,29 - 0,44	76.582	24.791	0,000	0,0000	
2	17,85	0,00	0,00	0,44	63.807	32.007	0,000	0,0000	
3	23,97	0,00	0,00	0,44	55.779	32.007	0,000	0,0000	
4	28,53	0,00	0,00	0,44	49.212	32.007	0,000	0,0000	
5	32,14	0,00	0,00	0,44	43.441	32.007	0,000	0,0000	
6	35,08	0,00	0,00	0,44	38.184	32.007	0,000	0,0000	
7	37,50	0,00	0,00	0,44	33.286	32.007	0,000	0,0000	
8	39,48	0,00	0,00	0,44	28.651	32.007	0,000	0,0000	
9	44,47	0,00	0,00	0,44	24.215	32.007	0,000	0,0000	
10	44,48	0,00	0,00	0,44	19.929	32.007	0,000	0,0000	
11	45,58	0,00	0,00	0,44	15.757	32.007	0,000	0,0000	
12	51,51	0,00	0,00	0,44	11.670	32.007	0,000	0,0000	
13	59,69	0,00	0,00	0,44	7.642	32.007	0,000	0,0000	
14	16,82	0,00	0,00	0,44	3.652	32.007	0,000	0,0000	
15	17,62	0,00	0,00	0,44	-0.320	32.007	0,000	0,0000	
16	15,71	0,00	0,00	0,44	-4.293	32.007	0,000	0,0000	
17	15,12	0,00	0,00	0,44	-8.288	32.007	0,000	0,0000	
18	14,49	0,00	0,00	0,44	-12.324	32.007	0,000	0,0000	
19	13,61	0,00	0,00	0,44	-16.423	32.007	0,000	0,0000	
20	12,47	0,00	0,00	0,44	-20.611	32.007	0,000	0,0000	
21	11,03	0,00	0,00	0,44	-24.919	32.007	0,000	0,0000	
22	9,27	0,00	0,00	0,44	-29.383	32.007	0,000	0,0000	
23	7,15	0,00	0,00	0,44	-34.055	32.007	0,000	0,0000	
24	4,61	0,00	0,00	0,44	-39.004	32.007	0,000	0,0000	
25	1,56	0,00	0,00	-5,61 - 0,44	-43.327	32.007	0,000	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [MPa]	u [MPa]	Tx; Ty [kN]
1	6,26	0,00	0,00	6,46 - 0,54	67.351	30.000	0,000	0,0000	
2	17,08	0,00	0,00	0,54	59.343	38.000	0,000	0,0000	
3	25,00	0,00	0,00	0,54	52.676	38.000	0,000	0,0000	
4	31,22	0,00	0,00	0,54	46.927	38.000	0,000	0,0000	
5	36,30	0,00	0,00	0,54	41.749	38.000	0,000	0,0000	
6	40,52	0,00	0,00	0,54	36.964	38.000	0,000	0,0000	
7	44,03	0,00	0,00	0,54	32.465	38.000	0,000	0,0000	
8	46,94	0,00	0,00	0,54	28.183	38.000	0,000	0,0000	
9	52,09	0,00	0,00	0,54	24.067	38.000	0,000	0,0000	
10	53,82	0,00	0,00	0,54	20.080	38.000	0,000	0,0000	
11	55,52	0,00	0,00	0,54	16.192	38.000	0,000	0,0000	
12	62,96	0,00	0,00	0,54	12.380	38.000	0,000	0,0000	
13	61,80	0,00	0,00	0,54	8.623	38.000	0,000	0,0000	
14	21,71	0,00	0,00	0,54	4.904	38.000	0,000	0,0000	
15	20,65	0,00	0,00	0,54	1.205	38.000	0,000	0,0000	
16	19,48	0,00	0,00	0,54	-2.489	38.000	0,000	0,0000	
17	19,09	0,00	0,00	0,54	-6.194	38.000	0,000	0,0000	
18	18,36	0,00	0,00	0,54	-9.925	38.000	0,000	0,0000	
19	17,27	0,00	0,00	0,54	-13.699	38.000	0,000	0,0000	
20	15,82	0,00	0,00	0,54	-17.534	38.000	0,000	0,0000	
21	13,98	0,00	0,00	0,54	-21.454	38.000	0,000	0,0000	
22	11,73	0,00	0,00	0,54	-25.482	38.000	0,000	0,0000	
23	9,02	0,00	0,00	0,54	-29.651	38.000	0,000	0,0000	
24	5,80	0,00	0,00	0,54	-34.002	38.000	0,000	0,0000	
25	1,98	0,00	0,00	-6,96 - 0,54	-37.984	38.000	0,000	0,0000	

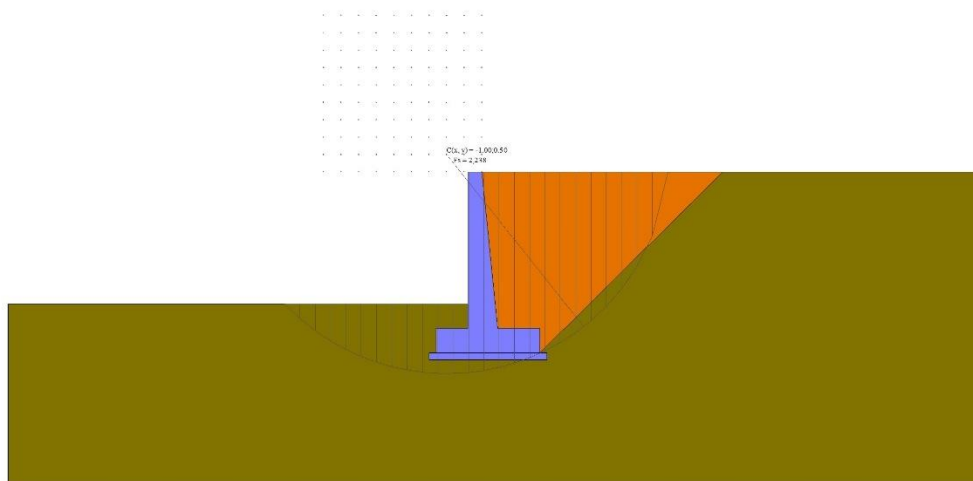


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

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)

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	0,95	1,29	0,04	0,35	0,00	0,02
3	-0,20	1,93	2,61	0,14	0,76	0,02	0,08
4	-0,30	2,93	3,97	0,32	1,23	0,06	0,20
5	-0,40	3,96	5,35	0,58	1,75	0,13	0,36
6	-0,50	5,01	6,77	0,90	2,33	0,23	0,59
7	-0,60	6,08	8,22	1,29	2,97	0,38	0,89
8	-0,70	7,17	9,71	1,75	3,67	0,58	1,25
9	-0,80	8,29	11,22	2,29	4,42	0,83	1,70
10	-0,90	9,44	12,76	2,90	5,22	1,15	2,23
11	-1,00	10,60	14,34	3,58	6,09	1,54	2,85
12	-1,10	11,79	15,95	4,33	7,01	2,01	3,56
13	-1,20	13,01	17,59	5,15	7,99	2,57	4,38
14	-1,30	14,24	19,27	6,04	9,02	3,22	5,30
15	-1,40	15,50	20,97	7,01	10,11	3,97	6,34
16	-1,50	16,79	22,71	8,04	11,26	4,83	7,49
17	-1,60	18,09	24,48	9,15	12,47	5,81	8,77
18	-1,70	19,43	26,28	10,33	13,73	6,91	10,19
19	-1,80	20,78	28,11	11,58	15,05	8,14	11,73
20	-1,90	22,16	29,98	12,90	16,43	9,51	13,42
21	-2,00	23,56	31,87	14,29	17,86	11,02	15,26
22	-2,10	24,99	33,80	15,76	19,35	12,69	17,25
23	-2,20	26,43	35,76	17,29	20,90	14,51	19,40
24	-2,30	27,91	37,75	18,90	22,50	16,51	21,72
25	-2,40	29,40	39,78	20,58	24,16	18,67	24,21
26	-2,50	30,92	41,83	22,33	25,88	21,02	26,87
27	-2,60	32,47	43,92	24,15	27,65	23,56	29,72
28	-2,70	34,03	46,04	26,05	29,49	26,29	32,75
29	-2,80	35,62	48,19	28,01	31,37	29,23	35,99
30	-2,90	37,24	50,37	30,05	33,32	32,38	39,42
31	-3,00	38,87	52,59	32,16	35,32	35,75	43,05
32	-3,10	40,54	54,84	34,33	37,38	39,34	46,90
33	-3,20	42,22	57,11	36,44	39,50	43,17	50,97
34	-3,30	43,93	59,43	38,52	41,67	47,23	55,26
35	-3,40	45,66	61,77	40,65	43,90	51,54	59,78
36	-3,50	47,42	64,14	42,84	46,18	56,11	64,54

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
37	-3,60	49,19	66,55	45,09	48,53	60,94	69,53
38	-3,70	51,00	68,99	47,39	50,93	66,04	74,77
39	-3,80	52,82	71,46	49,76	53,38	71,41	80,27
40	-3,90	54,67	73,96	52,17	55,90	77,07	86,02
41	-4,00	56,54	76,49	54,65	58,47	83,02	92,04
42	-4,10	58,44	79,06	57,18	61,10	89,27	98,33
43	-4,20	60,36	81,66	59,77	63,78	95,83	104,90
44	-4,30	62,31	84,29	62,42	66,52	102,43	111,74
45	-4,40	64,27	86,95	65,12	69,32	109,13	118,88
46	-4,50	66,26	89,64	67,88	72,35	116,10	126,30

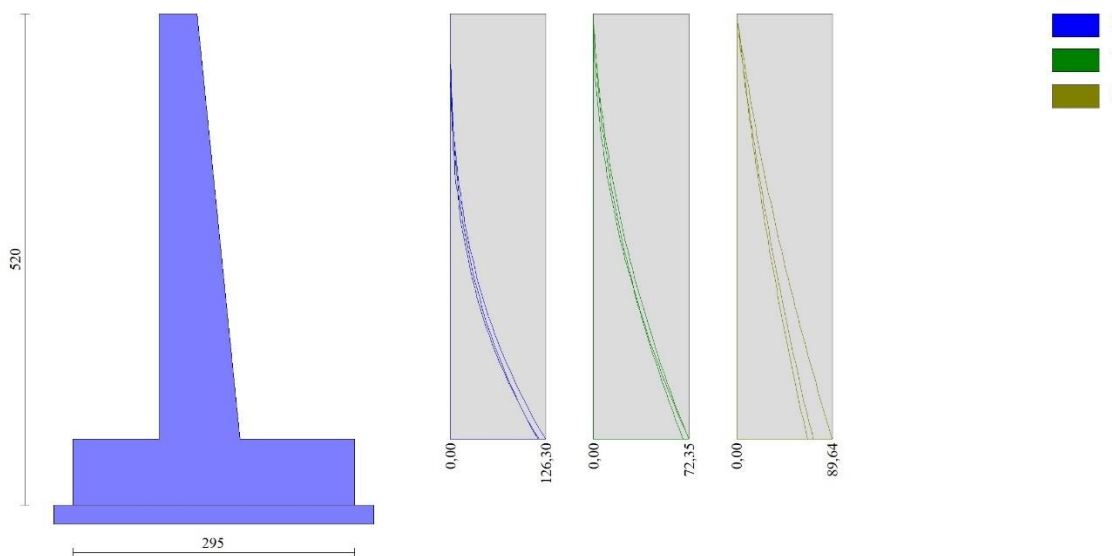


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,20	0,00	0,00	9,97	12,93	0,50	0,65
3	-1,10	0,00	0,00	19,80	25,42	1,99	2,57
4	-1,00	0,00	0,00	29,49	37,47	4,46	5,72
5	-0,90	0,00	0,00	39,05	49,08	7,88	10,05
6	-0,80	0,00	0,00	48,46	60,25	12,26	15,52
7	-0,70	0,00	0,00	57,74	70,97	17,57	22,09
8	-0,60	0,00	0,00	66,88	81,26	23,80	29,70
9	-0,50	0,00	0,00	75,88	91,10	30,94	38,32
10	-0,40	0,00	0,00	84,74	100,50	38,97	47,91
11	0,45	0,00	0,00	-53,61	-24,29	-38,17	-16,57
12	0,55	0,00	0,00	-51,44	-23,02	-32,92	-14,20
13	0,65	0,00	0,00	-48,85	-21,63	-27,90	-11,97
14	0,75	0,00	0,00	-45,84	-20,09	-23,16	-9,88
15	0,85	0,00	0,00	-42,41	-18,41	-18,74	-7,96
16	0,95	0,00	0,00	-38,57	-16,60	-14,69	-6,21
17	1,05	0,00	0,00	-34,31	-14,64	-11,04	-4,64
18	1,15	0,00	0,00	-29,64	-12,55	-7,84	-3,28
19	1,25	0,00	0,00	-24,54	-10,32	-5,13	-2,14
20	1,35	0,00	0,00	-19,03	-7,95	-2,95	-1,22
21	1,45	0,00	0,00	-13,11	-5,44	-1,34	-0,55
22	1,55	0,00	0,00	-6,76	-2,79	-0,34	-0,14
23	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

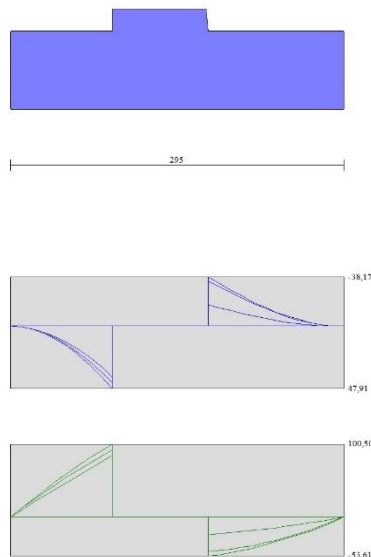


Fig. 9 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	12,06	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	12,06	18,10	0,02	1,03	140,62	7350,92	7125.159
3	100	42	12,06	18,10	0,02	2,61	64,89	7501,43	2870.246
4	100	43	12,06	18,10	0,06	3,97	119,42	7651,93	1928.372
5	100	44	12,06	18,10	0,36	4,28	486,31	5738,76	1340.962
6	100	45	12,06	18,10	0,59	5,41	565,23	5178,50	956.650
7	100	46	12,06	18,10	0,89	6,57	631,57	4686,92	713.142
8	100	47	12,06	18,10	1,25	7,76	688,56	4263,32	549.628
9	100	48	12,06	18,10	1,70	8,97	738,21	3897,95	434.711
10	100	49	12,06	18,10	2,23	10,20	752,29	3445,44	337.715
11	100	50	12,06	18,10	2,85	11,46	751,32	3025,31	263.916
12	100	51	12,06	18,10	3,56	12,75	740,04	2649,04	207.775
13	100	52	12,06	20,11	4,38	14,06	763,17	2451,11	174.314
14	100	53	12,06	20,11	5,30	15,40	750,56	2179,96	141.566
15	100	54	12,06	20,11	6,34	16,76	735,54	1945,05	116.041
16	100	55	12,06	20,11	7,49	18,15	723,36	1751,86	96.521
17	100	56	12,06	20,11	8,77	19,56	711,25	1585,78	81.057
18	100	57	12,06	20,11	10,19	21,00	696,89	1436,99	68.418
19	100	58	12,06	22,12	11,73	22,47	742,63	1422,07	63.294
20	100	59	12,06	22,12	13,42	23,96	735,77	1313,27	54.816

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
21	100	60	12,06	22,12	15,26	25,47	731,62	1221,30	47.943
22	100	61	12,06	22,12	17,25	27,01	725,35	1135,86	42.046
23	100	62	12,06	22,12	19,40	28,58	721,31	1062,57	37.177
24	100	63	12,06	22,12	21,72	30,17	719,08	999,02	33.109
25	100	64	12,06	24,13	24,21	31,79	778,17	1022,01	32.148
26	100	65	12,06	24,13	26,87	33,43	778,62	968,80	28.976
27	100	66	12,06	24,13	29,72	35,10	780,17	921,52	26.252
28	100	67	12,06	24,13	32,75	36,80	782,66	879,24	23.894
29	100	68	12,06	24,13	35,99	38,52	785,95	841,22	21.841
30	100	69	12,06	26,14	39,42	40,26	850,42	868,64	21.575
31	100	70	16,08	26,14	43,05	42,03	857,53	837,17	19.918
32	100	71	16,08	26,14	46,90	43,83	863,00	806,41	18.400
33	100	72	16,08	26,14	50,97	45,65	868,97	778,25	17.049
34	100	73	16,08	26,14	55,26	47,50	875,37	752,37	15.841
35	100	74	16,08	26,14	59,78	49,37	882,17	728,51	14.757
36	100	75	16,08	30,16	64,54	51,27	1015,33	806,56	15.733
37	100	76	16,08	30,16	69,53	53,19	1023,74	783,12	14.723
38	100	77	16,08	30,16	74,77	55,14	1032,47	761,33	13.808
39	100	78	16,08	30,16	80,27	57,11	1041,50	741,02	12.975
40	100	79	16,08	30,16	86,02	59,11	1050,79	722,05	12.215
41	100	80	16,08	30,16	92,04	61,14	1060,33	704,29	11.520
42	100	81	16,08	30,16	98,33	63,19	1070,09	687,64	10.882
43	100	82	16,08	30,16	104,90	65,26	1080,05	671,98	10.296
44	100	83	16,08	30,16	111,74	67,37	1090,21	657,24	9.756
45	100	84	16,08	30,16	118,88	69,49	1100,54	643,35	9.258
46	100	85	16,08	30,16	126,30	71,64	1109,19	629,18	8.782

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	70	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	70	27,14	27,14	0,65	0,00	639,65	0,00	983.548
3	100	70	27,14	27,14	2,57	0,00	639,65	0,00	248.703
4	100	70	27,14	27,14	5,72	0,00	639,65	0,00	111.815
5	100	70	27,14	27,14	10,05	0,00	639,65	0,00	63.633
6	100	70	27,14	27,14	15,52	0,00	639,65	0,00	41.208
7	100	70	27,14	27,14	22,09	0,00	639,65	0,00	28.960
8	100	70	27,14	27,14	29,70	0,00	639,65	0,00	21.535
9	100	70	27,14	27,14	38,32	0,00	639,65	0,00	16.691
10	100	70	27,14	27,14	47,91	0,00	639,65	0,00	13.352
11	100	70	27,14	27,14	-38,17	0,00	-639,65	0,00	16.757
12	100	70	27,14	27,14	-32,92	0,00	-639,65	0,00	19.433
13	100	70	27,14	27,14	-27,90	0,00	-639,65	0,00	22.928
14	100	70	27,14	27,14	-23,16	0,00	-639,65	0,00	27.618
15	100	70	27,14	27,14	-18,74	0,00	-639,65	0,00	34.125
16	100	70	27,14	27,14	-14,69	0,00	-639,65	0,00	43.538
17	100	70	27,14	27,14	-11,04	0,00	-639,65	0,00	57.917
18	100	70	27,14	27,14	-7,84	0,00	-639,65	0,00	81.553
19	100	70	27,14	27,14	-5,13	0,00	-639,65	0,00	124.664
20	100	70	27,14	27,14	-2,95	0,00	-639,65	0,00	216.924
21	100	70	27,14	27,14	-1,34	0,00	-639,65	0,00	477.939
22	100	70	27,14	27,14	-0,34	0,00	-639,65	0,00	1872.847
23	100	70	27,14	27,14	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

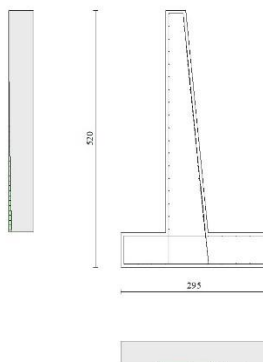


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	NB1D	01	D26	CLMU0900002	A	188 di 190

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
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 [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	227,18	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	230,23	0,35	652.313
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	233,25	0,76	305.518
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	236,25	1,23	191.944
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	239,21	1,75	136.356
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	242,15	2,33	103.732
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	245,07	2,97	82.477
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	247,96	3,67	67.653
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	250,83	4,42	56.802
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	253,68	5,22	48.566
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	256,51	6,09	42.134
12	100	51	0,00	--	0,00	0,00	259,32	7,01	36.997
13	100	52	0,00	--	0,00	0,00	267,77	7,99	33.524
14	100	53	0,00	--	0,00	0,00	270,60	9,02	29.991
15	100	54	0,00	--	0,00	0,00	273,41	10,11	27.031
16	100	55	0,00	--	0,00	0,00	276,21	11,26	24.522
17	100	56	0,00	--	0,00	0,00	278,98	12,47	22.374
18	100	57	0,00	--	0,00	0,00	281,74	13,73	20.518
19	100	58	0,00	--	0,00	0,00	290,23	15,05	19.283
20	100	59	0,00	--	0,00	0,00	293,01	16,43	17.837
21	100	60	0,00	--	0,00	0,00	295,78	17,86	16.560
22	100	61	0,00	--	0,00	0,00	298,53	19,35	15.427
23	100	62	0,00	--	0,00	0,00	301,27	20,90	14.416
24	100	63	0,00	--	0,00	0,00	303,99	22,50	13.510
25	100	64	0,00	--	0,00	0,00	312,52	24,16	12.934
26	100	65	0,00	--	0,00	0,00	315,26	25,88	12.182
27	100	66	0,00	--	0,00	0,00	318,00	27,65	11.499
28	100	67	0,00	--	0,00	0,00	320,72	29,49	10.877
29	100	68	0,00	--	0,00	0,00	323,43	31,37	10.309
30	100	69	0,00	--	0,00	0,00	331,95	33,32	9.963
31	100	70	0,00	--	0,00	0,00	345,84	35,32	9.791
32	100	71	0,00	--	0,00	0,00	348,64	37,38	9.327
33	100	72	0,00	--	0,00	0,00	351,43	39,50	8.898
34	100	73	0,00	--	0,00	0,00	354,21	41,67	8.501
35	100	74	0,00	--	0,00	0,00	356,98	43,90	8.132
36	100	75	0,00	--	0,00	0,00	370,60	46,18	8.024
37	100	76	0,00	--	0,00	0,00	373,43	48,53	7.695
38	100	77	0,00	--	0,00	0,00	376,24	50,93	7.388
39	100	78	0,00	--	0,00	0,00	379,05	53,38	7.100
40	100	79	0,00	--	0,00	0,00	381,84	55,90	6.831
41	100	80	0,00	--	0,00	0,00	384,63	58,47	6.578
42	100	81	0,00	--	0,00	0,00	387,41	61,10	6.341
43	100	82	0,00	--	0,00	0,00	390,18	63,78	6.118
44	100	83	0,00	--	0,00	0,00	392,94	66,52	5.907
45	100	84	0,00	--	0,00	0,00	395,69	69,32	5.708
46	100	85	0,00	--	0,00	0,00	398,19	72,17	5.517

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	0,00	100.000
2	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-12,93	28.584
3	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-25,42	14.541
4	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-37,47	9.865
5	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-49,08	7.532
6	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-60,25	6.136

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
7	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-70,97	5.209
8	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-81,26	4.550
9	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-91,10	4.058
10	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-100,50	3.679
11	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-53,61	6.896
12	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-51,44	7.187
13	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-48,85	7.569
14	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-45,84	8.065
15	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-42,41	8.717
16	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-38,57	9.585
17	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-34,31	10.775
18	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-29,64	12.475
19	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-24,54	15.063
20	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-19,03	19.424
21	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-13,11	28.209
22	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	-6,76	54.678
23	100	70	0,00	--	0,00	0,00	369,69	0,00	100.000

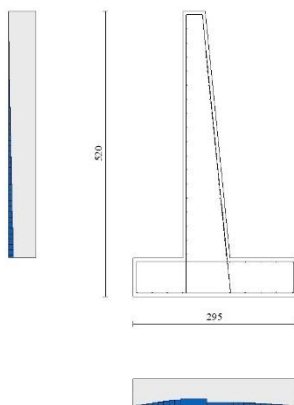


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

15 CALCOLO SEZIONE 8 H = 3.40 M (DOPO LO SCATOLARE)

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA BOLZANO - MERANO: ADEGUAMENTO/INTEGRAZIONE PP 2013 REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI - SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
MU09 – Relazione di calcolo opere di sostegno lato valle	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLMU0900002	REV. A	FOGLIO 190 di 190

16 INCIDENZA DI ARMATURA

Incidenza totale Paramenti 95 kg/m³

Incidenza totale Fondazioni 115 kg/m³