



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

COMUNE DI MASONE



CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA

**REALIZZAZIONE DI UNA SCUOLA MATERNA
PIANO REGIONALE TRIENNALE
INTERVENTI DI EDILIZIA
SCOLASTICA 2015/2017**

LOCALITÀ RONCO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE OPERE DI SOSTEGNO

Agosto 2017



INDICE	PAG.
INDICE	PAG.....2
<u>1. GENERALITÀ.....</u>	<u>4</u>
1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
1.2 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELL'OPERA	5
1.2.1 VITA NOMINALE DELL'OPERA.....	5
1.2.2 CLASSE D'USO	5
1.2.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	6
1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
1.4 UNITÀ DI MISURA	7
<u>2. CRITERI DI CALCOLO</u>	<u>8</u>
2.1 METODOLOGIA DI VERIFICA	8
2.2 METODO DI CALCOLO	8
2.3 CARATTERISTICHE DEI PROGRAMMI DI CALCOLO.....	8
2.3.1 AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	8
2.3.2 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	8
2.3.3 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	9
<u>3. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO</u>	<u>10</u>
3.1 ZONIZZAZIONE SISMICA.....	10
<u>4. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</u>	<u>11</u>
4.1 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO.....	11
4.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	11
<u>5. Analisi delle opere di sostegno</u>	<u>12</u>
5.1 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO.....	12
5.2 VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	13
5.3 VERIFICA A SCORRIMENTO	14
5.4 VERIFICA AL CARICO LIMITE	14
5.5 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE.....	17
5.6 COEFFICIENTI NORMATIVA	19
<u>6. MURO TIPO 1</u>	<u>20</u>
GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE	20
MATERIALI UTILIZZATI PER LA STRUTTURA	21
GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO	21
TERRENO A VALLE DEL MURO	21
DESCRIZIONE TERRENI	21
STRATIGRAFIA	22



CONDIZIONI DI CARICO	22
DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO	22
IMPOSTAZIONI DI ANALISI	26
QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI	27
ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE	28
INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO	58
INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI VALLE	58
INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI MONTE	59
INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO	59
INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE	60
<u>7. MURO TIPO 2</u>	<u>62</u>
GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE	62
MATERIALI UTILIZZATI PER LA STRUTTURA	63
GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO	63
TERRENO A VALLE DEL MURO	63
DESCRIZIONE TERRENI	63
STRATIGRAFIA	64
CONDIZIONI DI CARICO	64
DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO	64
IMPOSTAZIONI DI ANALISI	68
QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI	69
ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE	70
INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO	99
INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI VALLE	99
INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI MONTE	100
INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO	100
<u>8. MURO TIPO 3</u>	<u>103</u>
GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE	103
MATERIALI UTILIZZATI PER LA STRUTTURA	104
GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO	104
TERRENO A VALLE DEL MURO	104
DESCRIZIONE TERRENI	104
STRATIGRAFIA	105
CONDIZIONI DI CARICO	105
DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO	106
QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI	111
ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE	112
INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI MONTE	141
INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO	142
INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE	143
<u>9. CONCLUSIONI</u>	<u>143</u>

1. GENERALITÀ

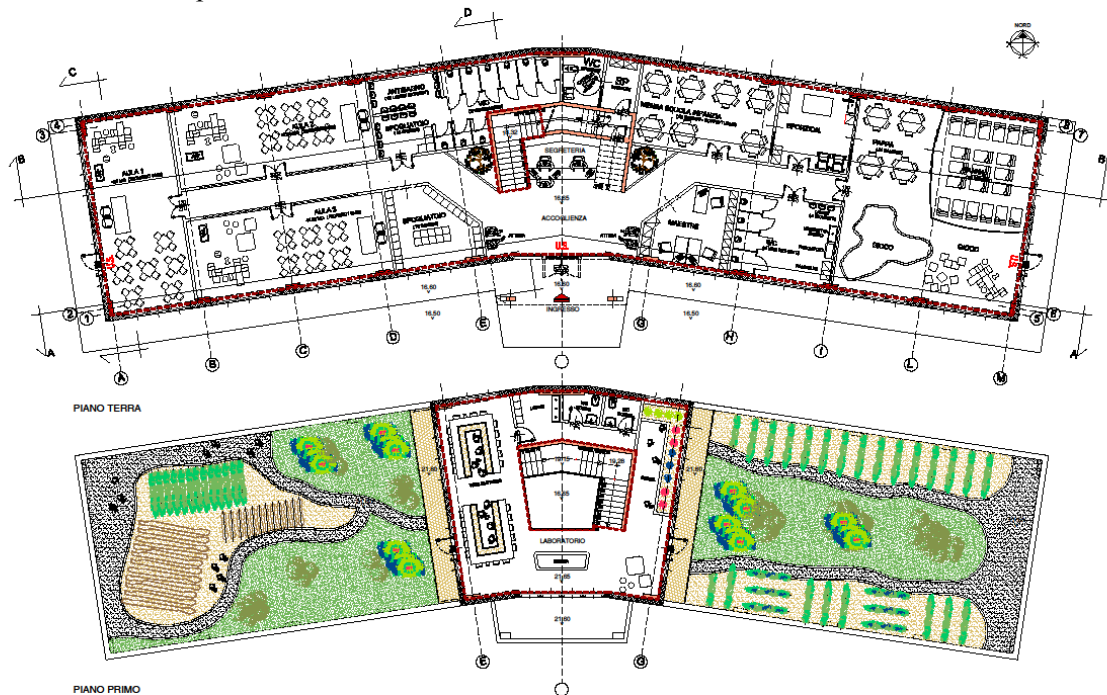
La presente relazione illustra i calcoli strutturali svolti per la verifica ed il dimensionamento delle opere di sostegno a contorno del progetto di un nuovo edificio destinato ad ospitare una scuola materna nel comune di Masone (GE) in località Ronco.

1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo volume destinato a Scuola dell'Infanzia, su di un'area situata immediatamente a Nord della scuola media esistente "Carlo Pastorino".

Il volume si compone di un corpo centrale di ingresso e di due "ali" laterali che, da un lato, seguono l'andamento naturale del terreno, dall'altro rispettano il parallelismo agli assi visivi principali ed al campo da gioco esistente.

Come si evince dall'esame delle planimetrie allegate, si tratta di un edificio a due piani, uno destinato alle attività propriamente didattiche e di accoglienza dei bambini, l'altro adibito a laboratorio di osservazione dei processi botanici mediante l'allestimento di due vivai di studio e di una serra.



La superficie agibile in pianta del piano terra è pari a circa 542,50 mq per un'altezza interna "sotto trave" di 3,50 metri (ridotta con controsoffittature a 3,20 mt) ; il piano primo è pari a circa 104 mq per un'altezza utile di 3,20 mt.

La struttura portante è stata prevista in plinti e pilastri in calcestruzzo armato gettato in opera, il solaio in tegoli prefabbricati per permettere la realizzazione di un "tetto verde", concepito non solo per scopi estetici e didattici ma anche per le alte prestazioni tecnologiche. Per quanto riguarda le chiusure perimetrali, dette saranno realizzate in pannelli prefabbricati a taglio termico, intervallati da ampie superfici finestrate a tutta altezza.

Le opere di sostegno si compongono di tre tipologie di muri in c.a. a mensola da realizzarsi a tergo della struttura dell'asilo.



1.2 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELL'OPERA

Le specifiche prestazionali utilizzate per la valutazione della sicurezza dell'edificio sono conformi alle disposizioni delle NTC 2008 e vengono riportate nei paragrafi seguenti.

1.2.1 VITA NOMINALE DELL'OPERA

Per vita nominale V_N di un'opera strutturale si intende il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è destinata.

La tabella seguente indica la vita nominale per i diversi tipi di opera.

Tabella 1.1 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

Tipi di costruzione		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

La struttura oggetto della presente relazione è un'opera di tipo ordinario e, pertanto, si assume una:

Vita Nominale $V_N = 50$ anni

1.2.2 CLASSE D'USO

Con riferimento a quanto al § 2.4.2 delle NTC 08, le costruzioni, in relazione alle conseguenze di eventuali interruzioni di operatività dovute ad azioni sismiche vengono suddivise nelle seguenti classi d'uso:

Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni d'emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni d'emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 05.11.2001, n° 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade di tipo A o B". Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.



Le opere in oggetto sono da considerarsi con affollamenti significativi e, pertanto, ricadono nella

Classe d'uso III

1.2.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Con riferimento a quanto al § 2.4.3 delle NTC 08, l'azione sismica su ciascuna struttura viene valutata in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U dedotto dalla tabella 2.4.II:

Classe d'Uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

$$V_R = V_N C_U = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La verifica degli elementi strutturali è effettuata secondo i dettami delle vigenti:

- **D.M. 14.01.2008.** Norme Tecniche per le Costruzioni (**NTC 08**);
- **Circ. C.S. LL.PP. 02.02.2009 n° 617:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008;
- **Eurocodice 2** (UNI EN 1992 -1-1:2005): Progettazione delle strutture di calcestruzzo, parte 1-1, regole generali e regole per gli edifici;
- **Eurocodice 3** (UNI ENV 1993 -1-1): Progettazione delle strutture di acciaio, parte 1-1, regole generali e regole per gli edifici;
- **Legge 05.11.1971 n° 1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- **Legge 02.02.1974 n° 64:** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

Le normative nazionali previgenti e comunque considerate, sono:

- D.M. 14.09.2005. Norme Tecniche per le Costruzioni
- O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003 e s.m.i.: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. 16.01.1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- D.M. LL.PP. 16.01.1996: Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. LL.PP. 09.01.1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- Circ. Min. LL.PP. 15.10.1996 n° 252 : Istruzioni per l'applicazione del D.M. 09.01.1996;
- Circ. Min. LL.PP. 10.04.1997 n° 156AA.GG/STC : Istruzioni per l'applicazione del D.M. 16.01.1996;
- D.M. 14.02.1992 (G.U. 18-3-1992, N. 65): Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 11.03.1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circ. Min. LL.PP. 24.11.1988 n° 30483: Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la



progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

- D.M. 03.12.1987: Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. 04.05.1990: Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali.

1.4 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura utilizzate nell'elaborazione di calcoli e delle verifiche nonché nell'esportazione dei grafici sono:

- metri per le lunghezze
- daN per le forze



2. CRITERI DI CALCOLO

2.1 METODOLOGIA DI VERIFICA

La verifica degli elementi strutturali è effettuata con il **METODO DEGLI STATI LIMITE**.

L'analisi condotta è stata calibrata per la **Classe di Duttilità bassa (CD“B”)**.

Il calcolo dei muri di sostegno è stato 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 del pendio
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

2.2 METODO DI CALCOLO

Le strutture sono state studiate nel loro insieme con un programma di calcolo automatico agli elementi finiti per poter meglio cogliere la ripartizione delle sollecitazioni tra i vari elementi.

Ciò ha permesso infatti una analisi più raffinata del modello strutturale in grado di definire in maniera più corretta il comportamento complessivo delle strutture esaminate.

2.3 CARATTERISTICHE DEI PROGRAMMI DI CALCOLO

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.0
Produttore	AZTEC INFORMATICA s.r.l. - Casole Bruzio (CS)
Utente	STUDIO CANEPA ASSOCIATI
Licenza	AIU00971Y

2.3.1 AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO

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

2.3.2 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

La presente Relazione di Calcolo strutturale presenta i dati di calcolo in formato tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità, illustrando in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati finali delle analisi in forma tabellare.

In ragione di quanto sopra per quanto concerne l'esposizione dei risultati delle analisi eseguite si è privilegiata un'esposizione in “forma grafica” con differenziazione cromatica dei diversi stati sollecitativi, tensionali e deformativi, includendo solo la parte maggiormente significativa dei “tabulati” prodotti dai programmi di calcolo, ferma restando la disponibilità di detta documentazione in forma “completa” su supporto digitale.

2.3.3 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto progettista utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il sottoscritto progettista asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

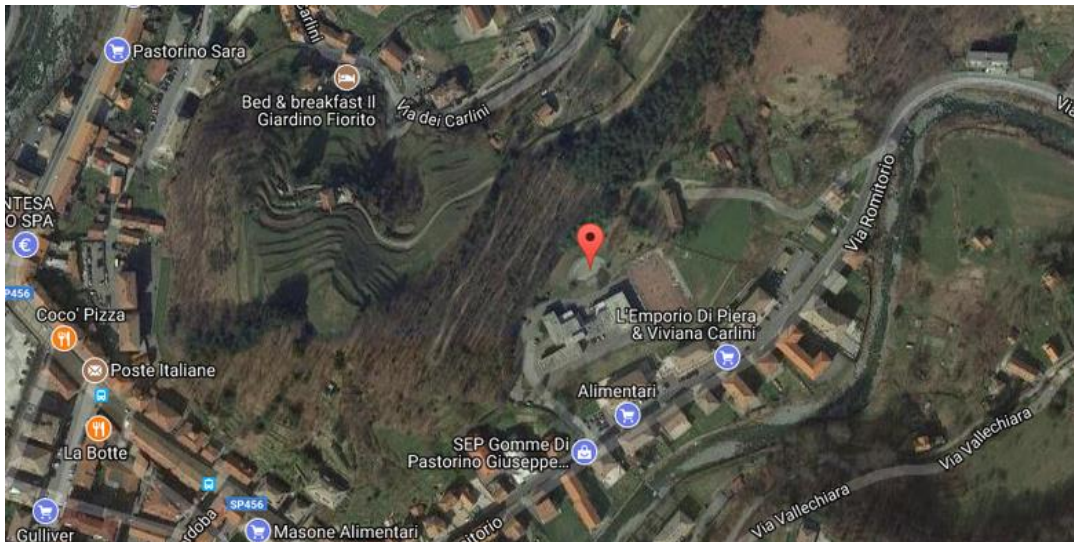


3. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO

3.1 ZONIZZAZIONE SISMICA

Le strutture di cui trattasi, secondo la vigente classificazione sismica di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale n° 1362 del 19.11.2010 (B.U.R. n° 50 – 15.12.2010) e risultano ubicate in

“Zona 3 – SISMICITÀ BASSA”



I valori dei parametri sismici sono riportati nel paragrafo dedicato valutando l'esatta localizzazione geografica come previsto dalla vigente normativa (NTC 08):

Latitudine 44.50367

Longitudine 8.71838

Nella seguente tabella vengono esposti i valori dell'accelerazione orizzontale massima convenzionale (a_g), ed i corrispondenti F_0 e T_C^* associati ad un periodo di ritorno per ciascuno stato limite.

STATO LIMITE		Probabilità di superamento della Vita di Riferimento	T_R (anni)	a_g/g (m/sec ²)	F_0 (-)	T_C^* (sec)
Stato Limite di Esercizio SLE	SLO	81 %	45	0,0254	2,54	0,19
	SLD	63 %	75	0,032	2,53	0,22
Stato Limite Ultimo SLU	SLV	10 %	712	0,0727	2,54	0,29
	SLC	5 %	1462	0,0929	2,54	0,30

In cui:

SLO = Stato Limite di Operatività;

SLD = Stato Limite di Danno;

SLE = Stato Limite di Esercizio;

SLV = Stato Limite di Salvaguardia della vita;

SLC = Stato Limite di Collasso.



ed

a_g/g = Accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

4. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

4.1 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO

In base alle indicazioni contenute nella Relazione Geologica Esecutiva a firma della Dott.ssa Geologa Elisabetta Barboro del Gennaio 2016 con riferimento a quanto previsto dalla Tabella 3.2.II delle NTC 08, la tipologia del terreno di fondazione, ai fini della determinazione dell'azione sismica, è individuato nella tipologia nel seguito riportata:

Categoria Sottosuolo	Descrizione
B	Rocce tenere e Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 mt/s e 800 mt/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa)

4.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Con riferimento a quanto alla Tabella 3.2.IV della NTC 08 il sito in cui è prevista la realizzazione degli interventi in progetto è caratterizzato da:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Cui competono i Coefficienti di amplificazione topografica come desunti dalla Tabella 3.2.VI delle NTC 08 e di seguito riportati:

Categoria Topografica	Ubicazione dell'Opera e dell'Intervento	S_T
T1	---	1,0



5. Analisi delle opere di sostegno

5.1 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

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.

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.

Spinta in presenza di sisma

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 parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1\pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1\pm k_v))]$$

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.

5.2 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 .

Eseguito il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

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.

5.3 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 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 . Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$.

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

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 reagenti, 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.

5.4 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:

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$.

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

Caso generale

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



Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

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

in cui d_c, d_q, d_γ , sono i fattori di profondità; s_c, s_q, s_γ , sono i fattori di forma; i_c, i_q, i_γ , sono i fattori di inclinazione del carico; b_c, b_q, b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa; g_c, g_q, g_γ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c, N_q, N_γ sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$$

Vediamo ora come si esprimono i vari fattori che compaiono nella espressione del carico ultimo.

Fattori di forma

$$\text{per } \phi=0 \quad s_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come



$$\text{per } \phi=0 \quad d_c = 0.4k$$

$$\text{per } \phi>0 \quad d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2\text{tg}\phi(1 - \sin\phi)^2 k$$

$$\gamma = 1$$

Fattori di inclinazione del carico

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).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

$$\text{per } \phi = 0 \quad i_c = 1/2(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}})$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = (1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \text{tg}\phi})^5$$

$$\text{per } \eta = 0 \quad i_\gamma = (1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \text{tg}\phi})^5$$

$$\text{per } \eta > 0 \quad i_\gamma = (1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ/450^\circ)H}{V + A_f c_a \text{tg}\phi})^5$$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

$$\text{per } \phi=0 \quad b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$



$$b_q = e^{-2\eta \tan \phi}$$

$$b_\gamma = e^{-2.7\eta \tan \phi}$$

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori g si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.05 \tan \beta)^\beta$$

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

$$H < V \tan \delta + A_f C_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

5.5 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\text{tg}\phi_i \text{tg}\alpha_i}{\eta} \right) \cos\alpha_i$$

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 finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.



5.6 COEFFICIENTI NORMATIVA

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

$\gamma_{Gs\text{fav}}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G\text{fav}}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qs\text{fav}}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Q\text{fav}}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{\tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G\text{fav}}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs\text{fav}}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q\text{fav}}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs\text{fav}}$	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q\text{fav}}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

**6. MURO TIPO 1****GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE****Descrizione****Muro a mensola in c.a.**

Altezza del paramento	1,35 [m]
Spessore in sommità	0,20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,20 [m]
Lunghezza totale fondazione	0,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]



MATERIALI UTILIZZATI PER LA STRUTTURA

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(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
1	1,50	0,00	0,00
2	6,00	1,00	12,53
3	7,00	1,00	0,00

TERRENO A VALLE DEL MURO

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

DESCRIZIONE TERRENI

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
coltre detritica	1900	2000	27.50	18.33	0,070	0,020
Terreno 2	1800	2000	30.00	0.00	0,000	0,000



STRATIGRAFIA

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K _w	K _s	Terreno
1	3,00	0,00	2,34	0,00	coltre detritica

CONDIZIONI DI CARICO

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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 [kg]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
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 [kg/m]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	X _i =0,00	X _f =6,00	Q _i =100,00	Q _f =100,00
---	---------	----------------------	----------------------	------------------------	------------------------

DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00



Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00



Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1.00	1,00



Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)



	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

IMPOSTAZIONI DI ANALISI

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00



QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	8,34	--	13,81	--
2	A2-M2 - [1]	--	6,23	--	7,79	--
3	EQU - [1]	--	--	11,34	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	4,11
5	A1-M1 - [2]	--	7,12	--	13,04	--
6	A2-M2 - [2]	--	5,27	--	7,37	--
7	EQU - [2]	--	--	9,17	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	3,83
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	16,70	--	15,82	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	17,74	--	16,20	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	5,01	--	7,50	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	5,21	--	7,70	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	12,51	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	11,72	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,88
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,90
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	14,32	--	15,25	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	15,20	--	15,63	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	4,48	--	7,17	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	4,65	--	7,37	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	10,37	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	10,94	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,68
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,70
25	SLEQ - [1]	--	23,50	--	15,68	--
26	SLEF - [1]	--	23,50	--	15,68	--
27	SLER - [1]	--	23,50	--	15,68	--

**ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE**

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Hansen

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo a_g

0.73 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.60$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.80$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.32 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.70$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.35$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

50,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

1275,00 [kg]

Baricentro del muro

X=-0,15 Y=-1,06

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 0,20

Y = -1,65

Punto superiore superficie di spinta

X = 0,20

Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

1,65 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0,00 [°]



COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	202,02	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	191,77	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	63,55	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,41
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,12	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	191,77	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1851,55	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1851,55	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	191,77	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1861,45	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	5,91	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-200,89	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	25565,31	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0431	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4198	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,77$	$i_q = 0,79$	$i_\gamma = 0,72$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,24$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25.25$	$N'_q = 13.61$	$N'_\gamma = 7.23$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	8.34
---	------



Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.81

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	215,89	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	208,68	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	55,32	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,39
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,51	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	208,68	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1843,32	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1843,32	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	208,68	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1855,09	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,46	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-190,13	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	14362,22	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0522	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4087	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,74$	$i_q = 0,77$	$i_\gamma = 0,69$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.12$	$N'_q = 8.02$	$N'_\gamma = 3.17$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	6.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.79

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	290,95	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	281,24	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	74,55	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,37
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,26	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	461,70	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	281,24	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1683,75	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-615,36	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	79,61	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	902,58	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1683,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	281,24	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1707,08	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,48	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-149,47	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	11.34
--	-------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,25 Y[m]= 1,15

Raggio del cerchio R[m]= 2,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,43

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 4.11

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	64,50	64.94	58,43	0,44	22.61	0,06	0,00
2	175,60	58.11	149,10	0,36	22.61	0,06	0,00
3	256,97	51.45	200,96	0,30	22.61	0,06	0,00
4	318,69	45.67	227,96	0,27	22.61	0,06	0,00
5	366,90	40.44	238,00	0,25	22.61	0,06	0,00
6	413,20	35.60	240,52	0,23	22.61	0,06	0,00
7	457,54	31.03	235,89	0,22	22.61	0,06	0,00
8	494,71	26.68	222,14	0,21	22.61	0,06	0,00
9	525,55	22.49	201,03	0,20	22.61	0,06	0,00
10	550,70	18.42	174,03	0,20	22.61	0,06	0,00
11	570,58	14.45	142,38	0,19	22.61	0,06	0,00
12	591,02	10.55	108,18	0,19	22.61	0,06	0,00
13	644,82	6.69	75,16	0,19	22.61	0,06	0,00
14	770,74	2.87	38,60	0,19	22.61	0,06	0,00
15	332,41	-0.94	-5,45	0,19	22.61	0,06	0,00
16	329,06	-4.75	-27,27	0,19	22.61	0,06	0,00
17	290,28	-8.59	-43,36	0,19	22.61	0,06	0,00
18	274,77	-12.47	-59,31	0,19	22.61	0,06	0,00
19	257,43	-16.40	-72,68	0,20	22.61	0,06	0,00
20	235,00	-20.42	-81,97	0,20	22.61	0,06	0,00
21	207,10	-24.54	-86,02	0,21	22.61	0,06	0,00
22	173,23	-28.81	-83,47	0,21	22.61	0,06	0,00
23	132,65	-33.26	-72,74	0,23	22.61	0,06	0,00



24	84,34	-37.95	-51,86	0,24	22.61	0,06	0,00
25	26,75	-42.96	-18,23	0,26	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 8544,53$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1709,99$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 3558,40$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.31$

COMBINAZIONE n° 5

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	238,50	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	226,39	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	75,02	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,39
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	543,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
	[m]				

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	226,39	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1893,02	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1893,02	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	226,39	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagent	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1906,51	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-201,62	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	24689,46	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagent	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0476	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4256	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,74$	$i_q = 0,76$	$i_\gamma = 0,68$



Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,24$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 24.21$	$N'_q = 13.10$	$N'_\gamma = 6.85$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	7.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.04

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	256,98	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	248,40	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	65,85	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	= -1,37
		[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	539,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	= -0,68
		[m]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	248,40	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1879,85	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1879,85	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	248,40	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1896,19	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-186,26	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	13848,39	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0604	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4096	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
---------------------------------	---------------	--------------	-------------------



Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,70$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,65$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.24$	$N'_q = 7.67$	$N'_\gamma = 2.98$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.27
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.37

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	343,27	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	331,81	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	87,96	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,34
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	491,70	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	331,81	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1727,16	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-615,36	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	101,91	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	934,31	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1727,16	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	331,81	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1758,74	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-141,53	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.17
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,25 Y[m]= 1,15

Raggio del cerchio R[m]= 2,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,43

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 3.83

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	88,97	64.94	80,59	0,44	22.61	0,06	0,00
2	200,07	58.11	169,87	0,36	22.61	0,06	0,00
3	281,44	51.45	220,10	0,30	22.61	0,06	0,00
4	343,16	45.67	245,46	0,27	22.61	0,06	0,00
5	391,37	40.44	253,87	0,25	22.61	0,06	0,00
6	437,67	35.60	254,76	0,23	22.61	0,06	0,00
7	482,01	31.03	248,50	0,22	22.61	0,06	0,00
8	519,17	26.68	233,12	0,21	22.61	0,06	0,00
9	550,02	22.49	210,39	0,20	22.61	0,06	0,00
10	575,16	18.42	181,76	0,20	22.61	0,06	0,00
11	595,05	14.45	148,48	0,19	22.61	0,06	0,00
12	615,49	10.55	112,66	0,19	22.61	0,06	0,00
13	666,85	6.69	77,73	0,19	22.61	0,06	0,00
14	770,74	2.87	38,60	0,19	22.61	0,06	0,00
15	332,41	-0.94	-5,45	0,19	22.61	0,06	0,00
16	329,06	-4.75	-27,27	0,19	22.61	0,06	0,00
17	290,28	-8.59	-43,36	0,19	22.61	0,06	0,00
18	274,77	-12.47	-59,31	0,19	22.61	0,06	0,00
19	257,43	-16.40	-72,68	0,20	22.61	0,06	0,00
20	235,00	-20.42	-81,97	0,20	22.61	0,06	0,00
21	207,10	-24.54	-86,02	0,21	22.61	0,06	0,00
22	173,23	-28.81	-83,47	0,21	22.61	0,06	0,00
23	132,65	-33.26	-72,74	0,23	22.61	0,06	0,00



24	84,34	-37,95	-51,86	0,24	22,61	0,06	0,00
25	26,75	-42,96	-18,23	0,26	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 8860,18$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1873,53$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 3689,86$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.31$

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	56,21	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	53,35	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	17,68	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,50
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,94	[°]			
Incremento sismico della spinta	13,95	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,50
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	59,44	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
	[m]				
Inerzia del muro	20,41	[kg]			
Inerzia verticale del muro	10,20	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,21	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,11	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	95,22	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1824,38	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1824,38	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	95,22	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1826,86	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,99	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-202,29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	28867,32	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0384	[kg/cm ²]



Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4177 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,88$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,85$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,24$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.75$	$N'_q = 15.32$	$N'_\gamma = 8.56$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	16.70
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.82

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	56,21	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	53,35	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	17,68	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,50
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	7,48	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,50
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	59,50	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y =	-0,68
	[m]			
Inerzia del muro	20,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-10,20	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,21	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,11	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	89,07	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1793,72	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1793,72	[kg]



Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	89,07	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1795,93	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,84	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-198,83	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	29059,68	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0378	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4106	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,89$	$i_q = 0,89$	$i_\gamma = 0,85$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,24$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.94$	$N'_q = 15.42$	$N'_\gamma = 8.63$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	17.74
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	16.20

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	215,89	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	208,68	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	55,32	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	$X = 0,20$	[m]	Y	= -1,39
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,51	[°]		
Incremento sismico della spinta	24,26	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	$X = 0,20$	[m]	Y	= -1,39
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,95	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]		



Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y = -0,68
	[m]		
Inerzia del muro	20,41	[kg]	
Inerzia verticale del muro	10,20	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,21	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,11	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	260,75	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1863,85	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1863,85	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	260,75	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1882,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-168,41	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	13980,94	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0751	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3909	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,63$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.91$	$N'_q = 7.54$	$N'_\gamma = 2.90$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.50

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	215,89	[kg]
Componente orizzontale della spinta statica	208,68	[kg]
Componente verticale della spinta statica	55,32	[kg]



Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,39 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,51 [°]	
Incremento sismico della spinta	12,37 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,39 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,01 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -0,68 [m]
Inerzia del muro	20,41 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-10,20 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,21 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,11 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	249,26 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1832,18 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1832,18 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	249,26 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09 [m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80 [m]
Risultante in fondazione	1849,06 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,75 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-166,58 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	14107,22 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0728 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3852 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,70$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,64$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.09$	$N'_q = 7.61$	$N'_\gamma = 2.94$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.21
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.70

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	215,89	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	208,68	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	55,32	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,39
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,51	[°]			
Incremento sismico della spinta	24,26	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,39
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,95	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
Inerzia del muro	20,41	[kg]			
Inerzia verticale del muro	10,20	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,21	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,11	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	260,75	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1863,85	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	79,38	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	993,32	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1863,85	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	260,75	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1882,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-168,41	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	12.51
--	-------

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	215,89	[kg]
-----------------------------	--------	------



Componente orizzontale della spinta statica	208,68	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	55,32	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,39
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,51	[°]			
Incremento sismico della spinta	12,37	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,39
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	513,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
	[m]				
Inerzia del muro	20,41	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-10,20	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,21	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,11	[kg]			
<u>Risultanti</u>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	249,26	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1832,18	[kg]			
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	83,94	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	983,39	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1832,18	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	249,26	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]			
Risultante in fondazione	1849,06	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,75	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-166,58	[kgm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	11.72
--	-------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 15

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,25 Y[m]= 1,15

Raggio del cerchio R[m]= 2,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,43

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 3.88

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	64,50	64.94	58,43	0,44	22.61	0,06	0,00
2	175,60	58.11	149,10	0,36	22.61	0,06	0,00
3	256,97	51.45	200,96	0,30	22.61	0,06	0,00
4	318,69	45.67	227,96	0,27	22.61	0,06	0,00
5	366,90	40.44	238,00	0,25	22.61	0,06	0,00
6	413,20	35.60	240,52	0,23	22.61	0,06	0,00
7	457,54	31.03	235,89	0,22	22.61	0,06	0,00
8	494,71	26.68	222,14	0,21	22.61	0,06	0,00
9	525,55	22.49	201,03	0,20	22.61	0,06	0,00
10	550,70	18.42	174,03	0,20	22.61	0,06	0,00
11	570,58	14.45	142,38	0,19	22.61	0,06	0,00
12	591,02	10.55	108,18	0,19	22.61	0,06	0,00
13	644,82	6.69	75,16	0,19	22.61	0,06	0,00
14	770,74	2.87	38,60	0,19	22.61	0,06	0,00
15	332,41	-0.94	-5,45	0,19	22.61	0,06	0,00
16	329,06	-4.75	-27,27	0,19	22.61	0,06	0,00
17	290,28	-8.59	-43,36	0,19	22.61	0,06	0,00
18	274,77	-12.47	-59,31	0,19	22.61	0,06	0,00
19	257,43	-16.40	-72,68	0,20	22.61	0,06	0,00
20	235,00	-20.42	-81,97	0,20	22.61	0,06	0,00
21	207,10	-24.54	-86,02	0,21	22.61	0,06	0,00
22	173,23	-28.81	-83,47	0,21	22.61	0,06	0,00
23	132,65	-33.26	-72,74	0,23	22.61	0,06	0,00



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

24	84,34	-37.95	-51,86	0,24	22.61	0,06	0,00
25	26,75	-42.96	-18,23	0,26	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 8544,53$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1709,99$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 3558,40$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.31$



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 16

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,25 Y[m]= 1,15

Raggio del cerchio R[m]= 2,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,43

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 3.90

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	64,50	64.94	58,43	0,44	22.61	0,06	0,00
2	175,60	58.11	149,10	0,36	22.61	0,06	0,00
3	256,97	51.45	200,96	0,30	22.61	0,06	0,00
4	318,69	45.67	227,96	0,27	22.61	0,06	0,00
5	366,90	40.44	238,00	0,25	22.61	0,06	0,00
6	413,20	35.60	240,52	0,23	22.61	0,06	0,00
7	457,54	31.03	235,89	0,22	22.61	0,06	0,00
8	494,71	26.68	222,14	0,21	22.61	0,06	0,00
9	525,55	22.49	201,03	0,20	22.61	0,06	0,00
10	550,70	18.42	174,03	0,20	22.61	0,06	0,00
11	570,58	14.45	142,38	0,19	22.61	0,06	0,00
12	591,02	10.55	108,18	0,19	22.61	0,06	0,00
13	644,82	6.69	75,16	0,19	22.61	0,06	0,00
14	770,74	2.87	38,60	0,19	22.61	0,06	0,00
15	332,41	-0.94	-5,45	0,19	22.61	0,06	0,00
16	329,06	-4.75	-27,27	0,19	22.61	0,06	0,00
17	290,28	-8.59	-43,36	0,19	22.61	0,06	0,00
18	274,77	-12.47	-59,31	0,19	22.61	0,06	0,00
19	257,43	-16.40	-72,68	0,20	22.61	0,06	0,00
20	235,00	-20.42	-81,97	0,20	22.61	0,06	0,00
21	207,10	-24.54	-86,02	0,21	22.61	0,06	0,00
22	173,23	-28.81	-83,47	0,21	22.61	0,06	0,00
23	132,65	-33.26	-72,74	0,23	22.61	0,06	0,00



24	84,34	-37,95	-51,86	0,24	22,61	0,06	0,00
25	26,75	-42,96	-18,23	0,26	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 8544,53$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1709,99$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 3558,40$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2,31$

COMBINAZIONE n° 17

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	71,37	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	67,74	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	22,45	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,49
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,75	[°]			
Incremento sismico della spinta	15,72	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,49
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	59,25	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	533,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
	[m]				
Inerzia del muro	20,41	[kg]			
Inerzia verticale del muro	10,20	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,53	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,27	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	111,61	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1849,86	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1849,86	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	111,61	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1853,23	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,45	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-206,29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	28218,21	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
-------------------------------	------	-----



Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0378	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4246	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,86$	$i_q = 0,87$	$i_\gamma = 0,83$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,24$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.17$	$N'_q = 15.04$	$N'_\gamma = 8.33$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	14.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.25

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	71,37	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	67,74	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	22,45	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	$X = 0,20$	[m]	Y	= -1,49
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,75	[°]		
Incremento sismico della spinta	8,22	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	$X = 0,20$	[m]	Y	= -1,49
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	59,31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	533,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	$X = 0,10$	[m]	Y	= -0,68
	[m]			
Inerzia del muro	20,41	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-10,20	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,53	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,27	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	104,48	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1818,56	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]



Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1818,56	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	104,48	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1821,56	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-202,88	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	28425,15	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0371	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4175	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,87$	$i_q = 0,88$	$i_\gamma = 0,83$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,24$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 28.38$	$N'_q = 15.14$	$N'_\gamma = 8.42$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	15.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.63

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	247,26	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	239,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	63,36	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,38
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]		
Incremento sismico della spinta	26,33	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,38
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,76	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	533,00	[kg]		



Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -0,68 [m]
Inerzia del muro	20,41 [kg]	
Inerzia verticale del muro	10,20 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,53 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,27 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	293,39 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1892,57 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1892,57 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	293,39 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09 [m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80 [m]
Risultante in fondazione	1915,18 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,81 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-164,58 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	13573,37 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0823 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3909 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,66$	$i_q = 0,70$	$i_\gamma = 0,60$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.23$	$N'_q = 7.27$	$N'_\gamma = 2.76$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.48
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.17

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	247,26 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	239,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	63,36 [kg]



Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,38 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32 [°]	
Incremento sismico della spinta	13,24 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,38 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,82 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	533,00 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -0,68 [m]
Inerzia del muro	20,41 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-10,20 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,53 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,27 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	280,75 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1860,28 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1860,28 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	280,75 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09 [m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80 [m]
Risultante in fondazione	1881,35 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,58 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-163,06 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	13702,31 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	0,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0797 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3854 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17,58$	$N_q = 8,32$	$N_\gamma = 4,57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,71$	$i_\gamma = 0,61$
Fattori profondità	$d_c = 1,31$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15,43$	$N'_q = 7,35$	$N'_\gamma = 2,80$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.65
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.37

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	247,26	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	239,00	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	63,36	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,38
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]			
Incremento sismico della spinta	13,24	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,38
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,82	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	533,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
Inerzia del muro	20,41	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-10,20	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,53	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4,27	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	280,75	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1860,28	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	96,83	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1004,00	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1860,28	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	280,75	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]
Risultante in fondazione	1881,35	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,58	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-163,06	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.37
--	-------

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	247,26	[kg]
-----------------------------	--------	------



Componente orizzontale della spinta statica	239,00	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	63,36	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,38
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,32	[°]			
Incremento sismico della spinta	26,33	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,38
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,76	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	533,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-0,68
	[m]				
Inerzia del muro	20,41	[kg]			
Inerzia verticale del muro	10,20	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	8,53	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4,27	[kg]			
<u>Risultanti</u>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	293,39	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1892,57	[kg]			
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	92,68	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1014,29	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1892,57	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	293,39	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	0,80	[m]			
Risultante in fondazione	1915,18	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,81	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-164,58	[kgm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.94
--	-------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 23

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,25 Y[m]= 1,15

Raggio del cerchio R[m]= 2,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,43

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 3.68

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	83,32	64.94	75,48	0,44	22.61	0,06	0,00
2	194,43	58.11	165,08	0,36	22.61	0,06	0,00
3	275,79	51.45	215,68	0,30	22.61	0,06	0,00
4	337,51	45.67	241,42	0,27	22.61	0,06	0,00
5	385,73	40.44	250,21	0,25	22.61	0,06	0,00
6	432,02	35.60	251,48	0,23	22.61	0,06	0,00
7	476,36	31.03	245,59	0,22	22.61	0,06	0,00
8	513,53	26.68	230,59	0,21	22.61	0,06	0,00
9	544,37	22.49	208,23	0,20	22.61	0,06	0,00
10	569,52	18.42	179,98	0,20	22.61	0,06	0,00
11	589,40	14.45	147,07	0,19	22.61	0,06	0,00
12	609,84	10.55	111,63	0,19	22.61	0,06	0,00
13	661,77	6.69	77,14	0,19	22.61	0,06	0,00
14	770,74	2.87	38,60	0,19	22.61	0,06	0,00
15	332,41	-0.94	-5,45	0,19	22.61	0,06	0,00
16	329,06	-4.75	-27,27	0,19	22.61	0,06	0,00
17	290,28	-8.59	-43,36	0,19	22.61	0,06	0,00
18	274,77	-12.47	-59,31	0,19	22.61	0,06	0,00
19	257,43	-16.40	-72,68	0,20	22.61	0,06	0,00
20	235,00	-20.42	-81,97	0,20	22.61	0,06	0,00
21	207,10	-24.54	-86,02	0,21	22.61	0,06	0,00
22	173,23	-28.81	-83,47	0,21	22.61	0,06	0,00
23	132,65	-33.26	-72,74	0,23	22.61	0,06	0,00



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

24	84,34	-37.95	-51,86	0,24	22.61	0,06	0,00
25	26,75	-42.96	-18,23	0,26	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 8787,34$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1835,79$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 3659,52$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.31$



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 24

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,25 Y[m]= 1,15

Raggio del cerchio R[m]= 2,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,43

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 3.70

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	83,32	64.94	75,48	0,44	22.61	0,06	0,00
2	194,43	58.11	165,08	0,36	22.61	0,06	0,00
3	275,79	51.45	215,68	0,30	22.61	0,06	0,00
4	337,51	45.67	241,42	0,27	22.61	0,06	0,00
5	385,73	40.44	250,21	0,25	22.61	0,06	0,00
6	432,02	35.60	251,48	0,23	22.61	0,06	0,00
7	476,36	31.03	245,59	0,22	22.61	0,06	0,00
8	513,53	26.68	230,59	0,21	22.61	0,06	0,00
9	544,37	22.49	208,23	0,20	22.61	0,06	0,00
10	569,52	18.42	179,98	0,20	22.61	0,06	0,00
11	589,40	14.45	147,07	0,19	22.61	0,06	0,00
12	609,84	10.55	111,63	0,19	22.61	0,06	0,00
13	661,77	6.69	77,14	0,19	22.61	0,06	0,00
14	770,74	2.87	38,60	0,19	22.61	0,06	0,00
15	332,41	-0.94	-5,45	0,19	22.61	0,06	0,00
16	329,06	-4.75	-27,27	0,19	22.61	0,06	0,00
17	290,28	-8.59	-43,36	0,19	22.61	0,06	0,00
18	274,77	-12.47	-59,31	0,19	22.61	0,06	0,00
19	257,43	-16.40	-72,68	0,20	22.61	0,06	0,00
20	235,00	-20.42	-81,97	0,20	22.61	0,06	0,00
21	207,10	-24.54	-86,02	0,21	22.61	0,06	0,00
22	173,23	-28.81	-83,47	0,21	22.61	0,06	0,00
23	132,65	-33.26	-72,74	0,23	22.61	0,06	0,00



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

24	84,34	-37.95	-51,86	0,24	22.61	0,06	0,00
25	26,75	-42.96	-18,23	0,26	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 8787,34$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1835,79$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 3659,52$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.31$

**INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,14	67,50	67,50	0,00	0,07	0,00	1,08
2	0,34	168,75	168,75	0,00	0,46	0,00	2,70
3	0,54	270,00	270,00	0,00	1,17	0,00	4,32
4	0,74	371,25	371,25	0,00	2,21	0,00	5,94
5	0,95	472,50	472,50	0,00	3,80	0,27	12,95
6	1,15	573,75	573,75	1,22	9,60	9,18	49,97
7	1,35	675,00	675,00	7,63	26,32	17,51	120,36

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,14	67,50	67,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,34	168,75	168,75	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,54	270,00	270,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,74	371,25	371,25	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,95	472,50	472,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1,15	573,75	573,75	0,00	0,00	0,02	0,02
7	1,35	675,00	675,00	0,64	0,64	9,57	9,57

INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI VALLE

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,04	-0,25	0,10	-11,35	6,00
2	0,16	-1,60	3,56	0,15	61,02
3	0,28	2,47	16,97	78,56	171,58
4	0,40	19,96	46,97	224,06	337,70

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,04	-0,40	-0,40	-18,72	-18,72
2	0,16	-3,74	-3,74	-24,20	-24,20
3	0,28	-3,17	-3,17	46,34	46,34
4	0,40	10,43	10,43	192,90	192,90

**INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI MONTE**

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,02	0,00	0,17	-0,51	16,29
2	0,08	-0,33	2,35	-13,37	53,78
3	0,14	-1,95	6,28	-43,24	74,20
4	0,20	-5,86	10,92	-90,12	77,56

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,02	0,19	0,19	18,64	18,64
2	0,08	2,70	2,70	61,88	61,88
3	0,14	7,24	7,24	86,12	86,12
4	0,20	12,65	12,65	91,35	91,35

INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,14	100, 20	3,93	2,51	254934	0	3776,80	8662	--	--
2	0,34	100, 20	3,93	2,51	253497	0	1502,20	8675	--	--
3	0,54	100, 20	3,93	2,51	252075	0	933,61	8688	--	--
4	0,74	100, 20	7,85	5,03	274976	0	740,68	9507	--	--
5	0,95	100, 20	7,85	5,03	272714	-3	577,17	9520	--	--
6	1,15	100, 20	3,93	2,51	241703	-541	421,27	8726	--	--
7	1,35	100, 20	3,93	2,51	187622	-2783	277,96	8739	--	--

Inviluppo SLE



Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,14	100, 20	3,93	2,51	0,03	0,00	-0,48	-0,49
2	0,34	100, 20	3,93	2,51	0,08	0,00	-1,19	-1,23
3	0,54	100, 20	3,93	2,51	0,13	0,00	-1,90	-1,96
4	0,74	100, 20	7,85	5,03	0,18	0,00	-2,47	-2,61
5	0,95	100, 20	7,85	5,03	0,22	0,00	-3,15	-3,32
6	1,15	100, 20	3,93	2,51	0,28	0,00	-4,05	-4,17
7	1,35	100, 20	3,93	2,51	0,34	0,01	-4,67	-4,99

INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,04	100, 30	2,51	6,44	0	-2702	10711,84	12332	--	--
2	0,16	100, 30	2,51	3,93	0	-2684	1151,25	12332	--	--
3	0,28	100, 30	2,51	3,93	0	4104	241,90	12332	--	--
4	0,40	100, 30	2,51	3,93	0	4104	87,38	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
5	0,04	100, 30	2,51	6,44	0,01	-0,01	-0,03	0,63
6	0,16	100, 30	2,51	3,93	0,07	-0,01	-0,26	5,82
7	0,28	100, 30	2,51	3,93	0,06	0,02	-0,22	4,94
8	0,40	100, 30	2,51	3,93	0,16	0,08	10,50	-0,93

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,02	100, 30	2,51	6,44	0	0	1000,00	12332	--	--



2	0,08	100, 30	2,51	3,93	0	-2684	1743,73	12332	--	--
3	0,14	100, 30	2,51	3,93	0	-2684	653,65	12332	--	--
4	0,20	100, 30	2,51	3,93	0	-2684	375,93	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,02	100, 30	2,51	6,44	0,00	0,01	0,12	-0,02
6	0,08	100, 30	2,51	3,93	0,04	0,03	2,72	-0,24
7	0,14	100, 30	2,51	3,93	0,11	0,04	7,29	-0,64
8	0,20	100, 30	2,51	3,93	0,19	0,04	12,75	-1,13



7. MURO TIPO 2

GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE



Descrizione

Altezza del paramento	2,40 [m]
Spessore in sommità	0,20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,20 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]



MATERIALI UTILIZZATI PER LA STRUTTURA

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(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
1	1,50	0,00	0,00
2	6,00	1,30	16,11
3	7,00	1,30	0,00

TERRENO A VALLE DEL MURO

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

DESCRIZIONE TERRENI

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
coltre detritica	1900	2000	27.50	18.33	0,070	0,020
coltre profonda	1900	2000	27.50	18.33	0,200	0,060



STRATIGRAFIA

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K _w	K _s	Terreno
1	2,50	20,00	2,44	0,00	coltre detritica
2	1,00	20,00	4,21	0,00	coltre profonda

CONDIZIONI DI CARICO

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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 [kg]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
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 [kg/m]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	X _i =0,00	X _f =6,00	Q _i =100,00	Q _f =100,00
---	---------	----------------------	----------------------	------------------------	------------------------

DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00



Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Condizione 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00



Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1.00	1,00



Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------



Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

IMPOSTAZIONI DI ANALISI

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00



QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	3,26	--	17,76	--
2	A2-M2 - [1]	--	2,65	--	10,22	--
3	EQU - [1]	--	--	3,26	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2,73
5	A1-M1 - [2]	--	3,02	--	17,34	--
6	A2-M2 - [2]	--	2,42	--	9,97	--
7	EQU - [2]	--	--	2,96	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	2,65
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	5,29	--	19,17	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	5,47	--	19,59	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,35	--	9,97	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,41	--	10,22	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,91	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,88	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,62
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,64
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	4,92	--	18,85	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	5,09	--	19,28	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,20	--	9,76	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,26	--	10,00	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,62	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,64	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,56
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,58
25	SLEQ - [1]	--	5,90	--	19,10	--
26	SLEF - [1]	--	5,90	--	19,10	--
27	SLER - [1]	--	5,90	--	19,10	--

**ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE**

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Hansen

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo a_g

0.73 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.60$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.80$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.32 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.70$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.35$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

50,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

2100,00 [kg]

Baricentro del muro

X=-0,23 Y=-1,78

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 0,20

Y = -2,70

Punto superiore superficie di spinta

X = 0,20

Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

2,70 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]



COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	849,81	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	806,68	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	267,30	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,91
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,81	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	806,68	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3279,30	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3279,30	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	806,68	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3377,07	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-342,42	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	58239,36	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1306	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4160	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,59$	$i_q = 0,62$	$i_\gamma = 0,51$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,20$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.59$	$N'_q = 10.38$	$N'_\gamma = 5.10$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.26
---	------



Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 17.76

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	826,66	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	799,06	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	211,82	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,89
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	799,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3223,82	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3223,82	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	799,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3321,38	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,92	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-296,23	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	32952,70	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1452	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3921	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,57$	$i_q = 0,62$	$i_\gamma = 0,51$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,21$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.68$	$N'_q = 6.25$	$N'_\gamma = 2.32$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.65
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.22

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	1017,48	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	983,51	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	260,72	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,87
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,38	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	820,80	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	983,51	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2971,52	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-615,36	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	819,39	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2673,74	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2971,52	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	983,51	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3130,05	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-71,45	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.26
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,84

Raggio del cerchio R[m]= 4,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 2.73

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	193,15	70.36	181,91	0,85	22.61	0,06	0,00
2	506,81	61.69	446,21	0,60	22.61	0,06	0,00
3	714,29	54.85	584,05	0,49	22.61	0,06	0,00
4	867,62	49.05	655,27	0,43	22.61	0,06	0,00
5	985,66	43.87	683,05	0,39	22.61	0,09	0,00
6	1077,62	39.11	679,75	0,37	22.61	0,16	0,00
7	1148,83	34.65	653,25	0,35	22.61	0,16	0,00
8	1202,70	30.43	609,14	0,33	22.61	0,16	0,00
9	1241,64	26.38	551,72	0,32	22.61	0,16	0,00
10	1291,83	22.47	493,79	0,31	22.61	0,16	0,00
11	1349,60	18.67	432,05	0,30	22.61	0,16	0,00
12	1396,10	14.95	360,23	0,29	22.61	0,16	0,00
13	1431,99	11.30	280,56	0,29	22.61	0,16	0,00
14	1482,67	7.69	198,43	0,29	22.61	0,16	0,00
15	1729,66	4.11	124,08	0,29	22.61	0,16	0,00
16	504,25	0.55	4,86	0,28	22.61	0,16	0,00
17	500,95	-3.01	-26,28	0,28	22.61	0,06	0,00
18	474,30	-6.58	-54,33	0,29	22.61	0,06	0,00
19	414,19	-10.17	-73,17	0,29	22.61	0,06	0,00
20	381,50	-13.81	-91,08	0,29	22.61	0,06	0,00
21	338,35	-17.51	-101,79	0,30	22.61	0,06	0,00
22	284,17	-21.28	-103,14	0,31	22.61	0,06	0,00
23	218,13	-25.15	-92,72	0,31	22.61	0,06	0,00



24	139,15	-29,16	-67,79	0,33	22,61	0,06	0,00
25	45,74	-33,32	-25,13	0,34	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 19920,90$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6302,91$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 8296,13$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3,84$

COMBINAZIONE n° 5

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	924,80	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	877,86	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	290,89	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,89
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,37	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	942,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
	[m]				

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	877,86	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3332,89	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3332,89	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	877,86	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3446,56	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-296,88	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	57804,18	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1540	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4014	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24,85$	$N_q = 13,94$	$N_\gamma = 10,10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,57$	$i_q = 0,60$	$i_\gamma = 0,48$



Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,20$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.89$	$N'_q = 10.03$	$N'_\gamma = 4.86$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	17.34

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	909,62	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	879,25	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	233,08	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	$X = 0,20$	[m]	Y	=	-1,87
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,51	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	938,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	$X = 0,10$	[m]	Y	=	-1,20
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	879,25	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3271,08	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3271,08	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	879,25	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3387,19	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-239,80	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	32596,74	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1727	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3725	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
---------------------------------	---------------	--------------	-------------------



Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,54$	$i_q = 0,60$	$i_\gamma = 0,48$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,21$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.07$	$N'_q = 6.01$	$N'_\gamma = 2.19$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.42
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.97

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	1120,27	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	1082,87	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	287,06	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,85
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,82	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	850,80	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1082,87	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3027,86	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-615,36	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	925,24	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2738,35	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3027,86	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1082,87	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3215,67	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3,61	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.96
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,84

Raggio del cerchio R[m]= 4,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 2.65

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	230,13	70.36	216,74	0,85	22.61	0,06	0,00
2	543,79	61.69	478,77	0,60	22.61	0,06	0,00
3	751,26	54.85	614,28	0,49	22.61	0,06	0,00
4	904,60	49.05	683,20	0,43	22.61	0,06	0,00
5	1022,64	43.87	708,68	0,39	22.61	0,09	0,00
6	1114,60	39.11	703,07	0,37	22.61	0,16	0,00
7	1185,80	34.65	674,27	0,35	22.61	0,16	0,00
8	1239,67	30.43	627,87	0,33	22.61	0,16	0,00
9	1278,61	26.38	568,16	0,32	22.61	0,16	0,00
10	1328,81	22.47	507,92	0,31	22.61	0,16	0,00
11	1386,58	18.67	443,88	0,30	22.61	0,16	0,00
12	1433,08	14.95	369,77	0,29	22.61	0,16	0,00
13	1468,96	11.30	287,81	0,29	22.61	0,16	0,00
14	1519,65	7.69	203,37	0,29	22.61	0,16	0,00
15	1737,65	4.11	124,65	0,29	22.61	0,16	0,00
16	504,25	0.55	4,86	0,28	22.61	0,16	0,00
17	500,95	-3.01	-26,28	0,28	22.61	0,06	0,00
18	474,30	-6.58	-54,33	0,29	22.61	0,06	0,00
19	414,19	-10.17	-73,17	0,29	22.61	0,06	0,00
20	381,50	-13.81	-91,08	0,29	22.61	0,06	0,00
21	338,35	-17.51	-101,79	0,30	22.61	0,06	0,00
22	284,17	-21.28	-103,14	0,31	22.61	0,06	0,00
23	218,13	-25.15	-92,72	0,31	22.61	0,06	0,00



24	139,15	-29,16	-67,79	0,33	22,61	0,06	0,00
25	45,74	-33,32	-25,13	0,34	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 20446,58$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6581,87$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 8515,05$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3,84$

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	426,21	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	404,57	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	134,06	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,01
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,44	[°]			
Incremento sismico della spinta	40,88	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,01
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,87	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
	[m]				
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,60	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,30	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	491,59	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3183,03	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3183,03	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	491,59	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3220,76	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-550,48	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	61013,46	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0359	[kg/cm ²]



Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4946 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,65$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,20$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 22.59$	$N'_q = 12.35$	$N'_\gamma = 6.56$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.17

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	426,21	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	404,57	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	134,06	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,01
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,44	[°]			
Incremento sismico della spinta	19,90	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,01
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,94	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
	[m]				
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,60	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,30	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	471,68	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3128,21	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3128,21	[kg]



Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	471,68	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3163,57	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,57	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-547,26	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	61293,93	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0327	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4887	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,72$	$i_q = 0,74$	$i_\gamma = 0,66$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,20$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 22.80$	$N'_q = 12.45$	$N'_\gamma = 6.64$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.47
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.59

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	826,66	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	799,06	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	211,82	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,89
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,01	[°]		
Incremento sismico della spinta	58,89	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,89
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]		



Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,20 [m]
Inerzia del muro	33,62 [kg]	
Inerzia verticale del muro	16,81 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,60 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,30 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	904,20 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3263,02 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3263,02 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	904,20 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Risultante in fondazione	3385,98 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,49 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-212,86 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	32541,81 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1832 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3606 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,53$	$i_q = 0,59$	$i_\gamma = 0,47$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,21$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.86$	$N'_q = 5.93$	$N'_\gamma = 2.14$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.35
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.97

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	826,66 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	799,06 [kg]
Componente verticale della spinta statica	211,82 [kg]



Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,89 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,01 [°]	
Incremento sismico della spinta	28,51 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,89 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,38 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,20 [m]
Inerzia del muro	33,62 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-16,81 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,60 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,30 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	874,84 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3207,02 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3207,02 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	874,84 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Risultante in fondazione	3324,20 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,26 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-218,90 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	32765,41 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1760 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3585 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17,58$	$N_q = 8,32$	$N_\gamma = 4,57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,54$	$i_q = 0,59$	$i_\gamma = 0,48$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,21$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12,01$	$N'_q = 5,99$	$N'_\gamma = 2,17$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.41
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.22

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	826,66	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	799,06	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	211,82	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,89
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,01	[°]			
Incremento sismico della spinta	58,89	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,89
		[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,26	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
		[m]			
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,60	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,30	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	904,20	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3263,02	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	745,82	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2916,49	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3263,02	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	904,20	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3385,98	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-212,86	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.91
--	------

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	826,66	[kg]
-----------------------------	--------	------



Componente orizzontale della spinta statica	799,06	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	211,82	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,89
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,01	[°]			
Incremento sismico della spinta	28,51	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,89
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,38	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	912,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
	[m]				
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,60	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,30	[kg]			
<u>Risultanti</u>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	874,84	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3207,02	[kg]			
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	743,04	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2886,16	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3207,02	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	874,84	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]			
Risultante in fondazione	3324,20	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,26	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-218,90	[kgm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.88
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 15

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,84

Raggio del cerchio R[m]= 4,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 2.62

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	193,15	70.36	181,91	0,85	22.61	0,06	0,00
2	506,81	61.69	446,21	0,60	22.61	0,06	0,00
3	714,29	54.85	584,05	0,49	22.61	0,06	0,00
4	867,62	49.05	655,27	0,43	22.61	0,06	0,00
5	985,66	43.87	683,05	0,39	22.61	0,09	0,00
6	1077,62	39.11	679,75	0,37	22.61	0,16	0,00
7	1148,83	34.65	653,25	0,35	22.61	0,16	0,00
8	1202,70	30.43	609,14	0,33	22.61	0,16	0,00
9	1241,64	26.38	551,72	0,32	22.61	0,16	0,00
10	1291,83	22.47	493,79	0,31	22.61	0,16	0,00
11	1349,60	18.67	432,05	0,30	22.61	0,16	0,00
12	1396,10	14.95	360,23	0,29	22.61	0,16	0,00
13	1431,99	11.30	280,56	0,29	22.61	0,16	0,00
14	1482,67	7.69	198,43	0,29	22.61	0,16	0,00
15	1729,66	4.11	124,08	0,29	22.61	0,16	0,00
16	504,25	0.55	4,86	0,28	22.61	0,16	0,00
17	500,95	-3.01	-26,28	0,28	22.61	0,06	0,00
18	474,30	-6.58	-54,33	0,29	22.61	0,06	0,00
19	414,19	-10.17	-73,17	0,29	22.61	0,06	0,00
20	381,50	-13.81	-91,08	0,29	22.61	0,06	0,00
21	338,35	-17.51	-101,79	0,30	22.61	0,06	0,00
22	284,17	-21.28	-103,14	0,31	22.61	0,06	0,00
23	218,13	-25.15	-92,72	0,31	22.61	0,06	0,00



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

24	139,15	-29.16	-67,79	0,33	22.61	0,06	0,00
25	45,74	-33.32	-25,13	0,34	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 19920,90$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6302,91$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 8296,13$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.84$



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 16

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,84

Raggio del cerchio R[m]= 4,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 2.64

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	193,15	70.36	181,91	0,85	22.61	0,06	0,00
2	506,81	61.69	446,21	0,60	22.61	0,06	0,00
3	714,29	54.85	584,05	0,49	22.61	0,06	0,00
4	867,62	49.05	655,27	0,43	22.61	0,06	0,00
5	985,66	43.87	683,05	0,39	22.61	0,09	0,00
6	1077,62	39.11	679,75	0,37	22.61	0,16	0,00
7	1148,83	34.65	653,25	0,35	22.61	0,16	0,00
8	1202,70	30.43	609,14	0,33	22.61	0,16	0,00
9	1241,64	26.38	551,72	0,32	22.61	0,16	0,00
10	1291,83	22.47	493,79	0,31	22.61	0,16	0,00
11	1349,60	18.67	432,05	0,30	22.61	0,16	0,00
12	1396,10	14.95	360,23	0,29	22.61	0,16	0,00
13	1431,99	11.30	280,56	0,29	22.61	0,16	0,00
14	1482,67	7.69	198,43	0,29	22.61	0,16	0,00
15	1729,66	4.11	124,08	0,29	22.61	0,16	0,00
16	504,25	0.55	4,86	0,28	22.61	0,16	0,00
17	500,95	-3.01	-26,28	0,28	22.61	0,06	0,00
18	474,30	-6.58	-54,33	0,29	22.61	0,06	0,00
19	414,19	-10.17	-73,17	0,29	22.61	0,06	0,00
20	381,50	-13.81	-91,08	0,29	22.61	0,06	0,00
21	338,35	-17.51	-101,79	0,30	22.61	0,06	0,00
22	284,17	-21.28	-103,14	0,31	22.61	0,06	0,00
23	218,13	-25.15	-92,72	0,31	22.61	0,06	0,00



24	139,15	-29,16	-67,79	0,33	22,61	0,06	0,00
25	45,74	-33,32	-25,13	0,34	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 19920,90$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6302,91$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 8296,13$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3,84$

COMBINAZIONE n° 17

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	463,84	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	440,29	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	145,90	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,99
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,06	[°]			
Incremento sismico della spinta	44,71	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,99
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,44	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	932,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
	[m]				
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,92	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,46	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	531,27	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3216,23	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3216,23	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	531,27	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3259,81	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-532,19	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	60625,14	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
-------------------------------	------	-----



Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0463	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4898	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,70$	$i_q = 0,72$	$i_\gamma = 0,63$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,20$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 22.06$	$N'_q = 12.09$	$N'_\gamma = 6.37$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.92
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	18.85

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	463,84	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	440,29	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	145,90	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,99
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,06	[°]		
Incremento sismico della spinta	21,69	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,99
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	932,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y =	-1,20
	[m]			
Inerzia del muro	33,62	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-16,81	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,92	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,46	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	509,41	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3160,45	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]



Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3160,45	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	509,41	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3201,24	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,16	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-530,15	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	60921,71	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0425	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4843	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,71$	$i_q = 0,73$	$i_\gamma = 0,64$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,20$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 22.28$	$N'_q = 12.20$	$N'_\gamma = 6.45$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	19.28

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	889,82	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	860,11	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	228,01	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,88
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	63,78	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-1,88
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	932,00	[kg]		



Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,20 [m]
Inerzia del muro	33,62 [kg]	
Inerzia verticale del muro	16,81 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,92 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,46 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	970,30 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3300,62 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3300,62 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	970,30 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Risultante in fondazione	3440,28 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,38 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-166,02 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	32209,29 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2059 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3442 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,51$	$i_q = 0,57$	$i_\gamma = 0,45$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,21$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.40$	$N'_q = 5.75$	$N'_\gamma = 2.05$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.76

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	889,82 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	860,11 [kg]
Componente verticale della spinta statica	228,01 [kg]



Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,88 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,63 [°]	
Incremento sismico della spinta	31,06 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20 [m]	Y = -1,88 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,01 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	932,00 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,20 [m]
Inerzia del muro	33,62 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-16,81 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,92 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,46 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	938,67 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3243,70 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3243,70 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	938,67 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Risultante in fondazione	3376,79 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,14 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-173,84 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	32447,29 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,20 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1979 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3427 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,52$	$i_q = 0,58$	$i_\gamma = 0,45$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,21$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.56$	$N'_q = 5.81$	$N'_\gamma = 2.08$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.26
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.00

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	889,82	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	860,11	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	228,01	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,88
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,63	[°]			
Incremento sismico della spinta	31,06	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,88
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	932,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,92	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,46	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	938,67	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3243,70	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	808,30	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2928,36	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3243,70	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	938,67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagent	1,20	[m]
Risultante in fondazione	3376,79	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,14	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-173,84	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.62
--	------

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	889,82	[kg]
-----------------------------	--------	------



Componente orizzontale della spinta statica	860,11	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	228,01	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,88
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,63	[°]			
Incremento sismico della spinta	63,78	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-1,88
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,88	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	932,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,20
	[m]				
Inerzia del muro	33,62	[kg]			
Inerzia verticale del muro	16,81	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,92	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,46	[kg]			
<u>Risultanti</u>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	970,30	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	3300,62	[kg]			
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	813,20	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2959,59	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	3300,62	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	970,30	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	1,20	[m]			
Risultante in fondazione	3440,28	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,38	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-166,02	[kgm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.64
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 23

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,84

Raggio del cerchio R[m]= 4,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 2.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	221,59	70.36	208,70	0,85	22.61	0,06	0,00
2	535,26	61.69	471,25	0,60	22.61	0,06	0,00
3	742,73	54.85	607,30	0,49	22.61	0,06	0,00
4	896,06	49.05	676,76	0,43	22.61	0,06	0,00
5	1014,11	43.87	702,76	0,39	22.61	0,09	0,00
6	1106,06	39.11	697,69	0,37	22.61	0,16	0,00
7	1177,27	34.65	669,42	0,35	22.61	0,16	0,00
8	1231,14	30.43	623,55	0,33	22.61	0,16	0,00
9	1270,08	26.38	564,36	0,32	22.61	0,16	0,00
10	1320,28	22.47	504,66	0,31	22.61	0,16	0,00
11	1378,04	18.67	441,15	0,30	22.61	0,16	0,00
12	1424,55	14.95	367,57	0,29	22.61	0,16	0,00
13	1460,43	11.30	286,14	0,29	22.61	0,16	0,00
14	1511,12	7.69	202,23	0,29	22.61	0,16	0,00
15	1735,81	4.11	124,52	0,29	22.61	0,16	0,00
16	504,25	0.55	4,86	0,28	22.61	0,16	0,00
17	500,95	-3.01	-26,28	0,28	22.61	0,06	0,00
18	474,30	-6.58	-54,33	0,29	22.61	0,06	0,00
19	414,19	-10.17	-73,17	0,29	22.61	0,06	0,00
20	381,50	-13.81	-91,08	0,29	22.61	0,06	0,00
21	338,35	-17.51	-101,79	0,30	22.61	0,06	0,00
22	284,17	-21.28	-103,14	0,31	22.61	0,06	0,00
23	218,13	-25.15	-92,72	0,31	22.61	0,06	0,00



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

24	139,15	-29.16	-67,79	0,33	22.61	0,06	0,00
25	45,74	-33.32	-25,13	0,34	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 20325,27$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6517,50$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 8464,53$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.84$



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 24

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,84

Raggio del cerchio R[m]= 4,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 2.58

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	221,59	70.36	208,70	0,85	22.61	0,06	0,00
2	535,26	61.69	471,25	0,60	22.61	0,06	0,00
3	742,73	54.85	607,30	0,49	22.61	0,06	0,00
4	896,06	49.05	676,76	0,43	22.61	0,06	0,00
5	1014,11	43.87	702,76	0,39	22.61	0,09	0,00
6	1106,06	39.11	697,69	0,37	22.61	0,16	0,00
7	1177,27	34.65	669,42	0,35	22.61	0,16	0,00
8	1231,14	30.43	623,55	0,33	22.61	0,16	0,00
9	1270,08	26.38	564,36	0,32	22.61	0,16	0,00
10	1320,28	22.47	504,66	0,31	22.61	0,16	0,00
11	1378,04	18.67	441,15	0,30	22.61	0,16	0,00
12	1424,55	14.95	367,57	0,29	22.61	0,16	0,00
13	1460,43	11.30	286,14	0,29	22.61	0,16	0,00
14	1511,12	7.69	202,23	0,29	22.61	0,16	0,00
15	1735,81	4.11	124,52	0,29	22.61	0,16	0,00
16	504,25	0.55	4,86	0,28	22.61	0,16	0,00
17	500,95	-3.01	-26,28	0,28	22.61	0,06	0,00
18	474,30	-6.58	-54,33	0,29	22.61	0,06	0,00
19	414,19	-10.17	-73,17	0,29	22.61	0,06	0,00
20	381,50	-13.81	-91,08	0,29	22.61	0,06	0,00
21	338,35	-17.51	-101,79	0,30	22.61	0,06	0,00
22	284,17	-21.28	-103,14	0,31	22.61	0,06	0,00
23	218,13	-25.15	-92,72	0,31	22.61	0,06	0,00
24	139,15	-29.16	-67,79	0,33	22.61	0,06	0,00
25	45,74	-33.32	-25,13	0,34	22.61	0,06	0,00



$\Sigma W_i = 20325,27$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6517,50$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 8464,53$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.84$

INVILUPPO SOLLECITAZIONI PARAMENTO

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,24	120,00	120,00	0,00	0,23	0,00	1,92
2	0,60	300,00	300,00	0,00	1,44	0,00	4,80
3	0,96	480,00	480,00	0,04	4,11	1,25	15,13
4	1,32	660,00	660,00	7,18	22,24	14,77	102,18
5	1,68	840,00	840,00	21,79	89,63	79,71	288,83
6	2,04	1020,00	1020,00	74,22	242,18	224,96	575,35
7	2,40	1200,00	1200,00	193,38	514,58	449,32	946,01

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,24	120,00	120,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,60	300,00	300,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,96	480,00	480,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	1,32	660,00	660,00	0,54	0,54	8,04	8,04
5	1,68	840,00	840,00	13,73	13,73	77,86	77,86
6	2,04	1020,00	1020,00	65,71	65,71	223,54	223,54
7	2,40	1200,00	1200,00	183,77	183,77	443,93	443,93

INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI VALLE

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,08	-1,03	4,29	-21,71	108,39
2	0,32	-0,92	73,31	59,09	477,84
3	0,56	44,84	238,96	358,79	913,69
4	0,80	188,81	517,19	877,41	1415,95

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,08	-1,58	-1,58	-35,01	-35,01
2	0,32	-8,17	-8,17	20,13	20,13
3	0,56	27,31	27,31	315,54	315,54
4	0,80	162,51	162,51	851,21	851,21

INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI MONTE

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,02	-0,57	-0,08	-56,68	-8,04
2	0,08	-9,18	-1,49	-231,68	-41,34
3	0,14	-28,52	-5,31	-414,11	-88,40
4	0,20	-59,02	-12,37	-603,95	-149,22

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,02	-0,06	-0,06	-6,01	-6,01
2	0,08	-1,18	-1,18	-34,07	-34,07
3	0,14	-4,45	-4,45	-77,14	-77,14
4	0,20	-10,74	-10,74	-135,23	-135,23

INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]

M_u momento ultimo espresso in [kgm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kg]



Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,24	100, 20	8,04	8,04	292369	0	2436,41	9550	--	--
2	0,60	100, 20	8,04	8,04	289405	0	964,68	9573	--	--
3	0,96	100, 20	8,04	8,04	285630	-25	595,06	9596	--	--
4	1,32	100, 20	8,04	8,04	233542	-3083	353,85	9619	--	--
5	1,68	100, 20	8,04	8,04	102845	-6646	122,43	9642	--	--
6	2,04	100, 20	8,04	8,04	30340	-7204	29,74	9665	--	--
7	2,40	100, 20	8,04	8,04	14124	-6057	11,77	9688	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,24	100, 20	8,04	8,04	0,05	0,00	-0,80	-0,80
2	0,60	100, 20	8,04	8,04	0,13	0,00	-2,01	-2,01
3	0,96	100, 20	8,04	8,04	0,21	0,00	-3,21	-3,21
4	1,32	100, 20	8,04	8,04	0,30	0,01	-4,34	-4,49
5	1,68	100, 20	8,04	8,04	0,55	0,05	-3,78	-7,46
6	2,04	100, 20	8,04	8,04	1,43	0,15	6,36	-16,55
7	2,40	100, 20	8,04	8,04	4,19	0,31	81,31	-37,42



Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,08	100, 30	8,04	8,04	0	8192	1911,19	12332	--	--
2	0,32	100, 30	8,04	8,04	0	8192	111,75	12332	--	--
3	0,56	100, 30	8,04	8,04	0	8192	34,28	12332	--	--
4	0,80	100, 30	8,04	8,04	0	8192	15,84	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,08	100, 30	8,04	8,04	0,02	-0,02	-0,13	0,79
6	0,32	100, 30	8,04	8,04	0,09	0,01	-0,69	4,11
7	0,56	100, 30	8,04	8,04	0,29	0,14	13,74	-2,29
8	0,80	100, 30	8,04	8,04	1,70	0,37	81,76	-13,64

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

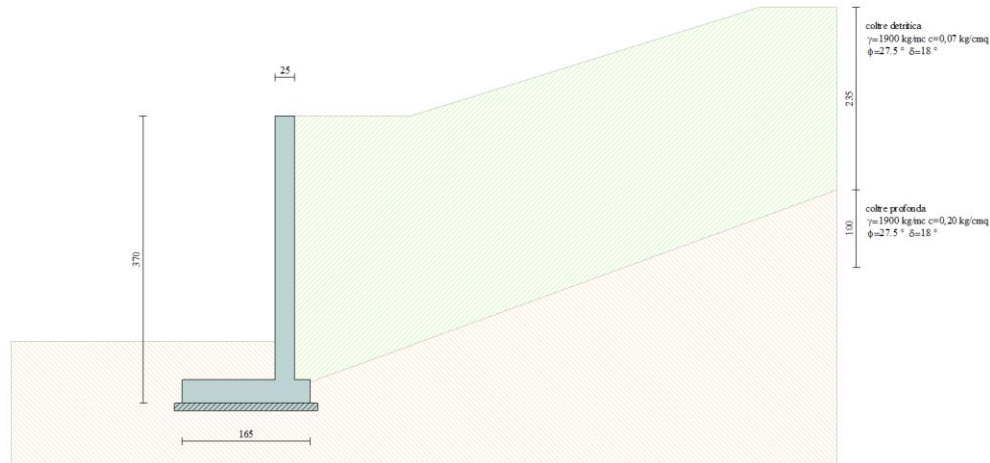
Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,02	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	14487,61	12332	--	--
2	0,08	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	892,46	12332	--	--
3	0,14	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	287,29	12332	--	--
4	0,20	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	138,80	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,02	100, 30	8,04	8,04	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,08	100, 30	8,04	8,04	0,01	-0,01	-0,10	0,60
7	0,14	100, 30	8,04	8,04	0,05	-0,03	-0,37	2,24
8	0,20	100, 30	8,04	8,04	0,11	-0,06	-0,90	5,40



8. MURO TIPO 3



GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE

Descrizione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3,40 [m]
Spessore in sommità	0,25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,20 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,20 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,65 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]



MATERIALI UTILIZZATI PER LA STRUTTURA

Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,9 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cm ²]

GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(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
1	1,50	0,00	0,00
2	6,00	1,40	17,28
3	7,00	1,40	0,00

TERRENO A VALLE DEL MURO

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,50 [m]

DESCRIZIONE TERRENI

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
coltre detritica	1900	2000	27.50	18.33	0,070	0,020
coltre profonda	1900	2000	27.50	18.33	0,200	0,060



STRATIGRAFIA

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K _w	K _s	Terreno
1	3,50	20,00	2,44	0,00	coltre detritica
2	1,00	20,00	4,24	0,00	coltre profonda

CONDIZIONI DI CARICO

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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 [kg]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
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 [kg/m]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	X _i =0,00	X _f =6,00	Q _i =100,00	Q _f =100,00
---	---------	----------------------	----------------------	------------------------	------------------------



DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50



Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo



	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00



Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Condizione 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

Sensibilità delle armature

Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$$w_1 = 0.20$$

$$w_2 = 0.30$$

$$w_3 = 0.40$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

$$\text{Rara } \sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$$

$$\text{Quasi permanente } \sigma_c < 0.45 f_{ck}$$

Calcolo della portanza metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00



QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI

Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,51	--	10,48	--
2	A2-M2 - [1]	--	1,18	--	5,63	--
3	EQU - [1]	--	--	2,11	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,97
5	A1-M1 - [2]	--	1,43	--	10,08	--
6	A2-M2 - [2]	--	1,11	--	4,87	--
7	EQU - [2]	--	--	1,98	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,93
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,34	--	12,97	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,40	--	13,30	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,08	--	4,52	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,10	--	4,78	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,47	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,47	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,91
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,92
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,23	--	12,74	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,29	--	13,07	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,03	--	4,00	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,05	--	4,24	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,36	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,35	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,88
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,89
25	SLEQ - [1]	--	2,52	--	13,15	--
26	SLEF - [1]	--	2,52	--	13,15	--
27	SLER - [1]	--	2,52	--	13,15	--

**ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE**

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Hansen

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo a_g

0.73 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.60$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.80$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.32 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.70$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.35$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

50,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

3362,50 [kg]

Baricentro del muro

X=-0,31 Y=-2,38

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 0,20

Y = -3,70

Punto superiore superficie di spinta

X = 0,20

Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

3,70 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]



COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	2527,07	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2398,80	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	794,88	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,12	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2398,80	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5449,38	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5449,38	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2398,80	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5953,99	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-128,38	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	57116,84	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3020	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3586	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,36$	$i_q = 0,41$	$i_\gamma = 0,27$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.73$	$N'_q = 6.51$	$N'_\gamma = 2.73$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.48



COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	2520,33	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2436,19	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	645,81	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,82	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2436,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5300,31	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5300,31	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2436,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5833,38	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	14,53	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	29828,94	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3244	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3180	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,31$	$i_q = 0,40$	$i_\gamma = 0,26$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 6.57$	$N'_q = 3.80$	$N'_\gamma = 1.18$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA



Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.63

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	3049,13	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2947,33	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	781,31	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,13	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1162,80	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2947,33	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4970,36	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-615,36	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3095,58	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	6544,41	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4970,36	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2947,33	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5778,52	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,67	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	651,72	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.11
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 5,54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,25

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,37

Larghezza della striscia dx[m]= 0,34

Coefficiente di sicurezza C= 1.97

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	380,16	74.79	366,85	1,31	22.61	0,06	0,00
2	958,12	64.14	862,18	0,79	22.61	0,06	0,00
3	1293,23	56.79	1082,00	0,63	22.61	0,06	0,00
4	1533,42	50.71	1186,84	0,54	22.61	0,06	0,00
5	1715,46	45.36	1220,52	0,49	22.61	0,06	0,00
6	1855,84	40.47	1204,56	0,45	22.61	0,07	0,00
7	1963,70	35.92	1152,09	0,43	22.61	0,16	0,00
8	2044,76	31.62	1072,16	0,40	22.61	0,16	0,00
9	2119,05	27.52	979,04	0,39	22.61	0,16	0,00
10	2223,47	23.56	888,72	0,38	22.61	0,16	0,00
11	2313,16	19.72	780,44	0,37	22.61	0,16	0,00
12	2385,92	15.97	656,34	0,36	22.61	0,16	0,00
13	2729,75	12.29	580,86	0,35	22.61	0,16	0,00
14	1681,28	8.66	253,02	0,35	22.61	0,16	0,00
15	674,40	5.06	59,48	0,35	22.61	0,16	0,00
16	687,32	1.48	17,80	0,34	22.61	0,06	0,00
17	678,59	-2.09	-24,69	0,34	22.61	0,06	0,00
18	608,78	-5.66	-60,08	0,35	22.61	0,06	0,00
19	579,18	-9.26	-93,23	0,35	22.61	0,06	0,00
20	534,91	-12.90	-119,43	0,35	22.61	0,06	0,00
21	475,41	-16.59	-135,76	0,36	22.61	0,06	0,00
22	399,88	-20.36	-139,11	0,37	22.61	0,06	0,00
23	307,22	-24.22	-126,02	0,38	22.61	0,06	0,00



24	195,92	-28,20	-92,57	0,39	22,61	0,06	0,00
25	63,94	-32,33	-34,20	0,41	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 30402,87$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11537,80$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 12661,39$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4,57$

COMBINAZIONE n° 5

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	2686,42	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2550,06	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	845,00	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,63
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,87	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1322,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2550,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5529,50	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5529,50	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2550,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	6089,19	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	5,98	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	55736,21	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3364	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3338	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24,85$	$N_q = 13,94$	$N_\gamma = 10,10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,34$	$i_q = 0,39$	$i_\gamma = 0,25$



Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.17$	$N'_q = 6.23$	$N'_\gamma = 2.56$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.43
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.08

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	2695,05	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2605,07	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	690,58	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,64
		[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,51	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1318,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
		[m]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2605,07	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5371,08	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5371,08	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2605,07	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5969,50	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25,87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	177,08	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	26165,25	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3645	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2865	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
---------------------------------	---------------	--------------	-------------------



Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,28$	$i_q = 0,37$	$i_\gamma = 0,23$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 5.92$	$N'_q = 3.54$	$N'_\gamma = 1.06$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.11
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.87

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	3261,63	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	3152,74	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	835,76	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	$X = 0,20$	[m]	Y	=	-2,63
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,76	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1192,80	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	$X = 0,10$	[m]	Y	=	-1,70

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3152,74	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5054,81	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-615,36	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3374,37	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	6680,75	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5054,81	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3152,74	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5957,42	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31,95	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	863,84	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.98
--	------



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

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 [kg]
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 [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 5,54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,25

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,37

Larghezza della striscia dx[m]= 0,34

Coefficiente di sicurezza C= 1.93

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	424,98	74.79	410,10	1,31	22.61	0,06	0,00
2	1002,93	64.14	902,51	0,79	22.61	0,06	0,00
3	1338,04	56.79	1119,49	0,63	22.61	0,06	0,00
4	1578,23	50.71	1221,52	0,54	22.61	0,06	0,00
5	1760,28	45.36	1252,41	0,49	22.61	0,06	0,00
6	1900,65	40.47	1233,65	0,45	22.61	0,07	0,00
7	2008,51	35.92	1178,38	0,43	22.61	0,16	0,00
8	2089,57	31.62	1095,66	0,40	22.61	0,16	0,00
9	2163,86	27.52	999,74	0,39	22.61	0,16	0,00
10	2268,29	23.56	906,63	0,38	22.61	0,16	0,00
11	2357,97	19.72	795,56	0,37	22.61	0,16	0,00
12	2430,73	15.97	668,66	0,36	22.61	0,16	0,00
13	2759,87	12.29	587,27	0,35	22.61	0,16	0,00
14	1681,28	8.66	253,02	0,35	22.61	0,16	0,00
15	674,40	5.06	59,48	0,35	22.61	0,16	0,00
16	687,32	1.48	17,80	0,34	22.61	0,06	0,00
17	678,59	-2.09	-24,69	0,34	22.61	0,06	0,00
18	608,78	-5.66	-60,08	0,35	22.61	0,06	0,00
19	579,18	-9.26	-93,23	0,35	22.61	0,06	0,00
20	534,91	-12.90	-119,43	0,35	22.61	0,06	0,00
21	475,41	-16.59	-135,76	0,36	22.61	0,06	0,00
22	399,88	-20.36	-139,11	0,37	22.61	0,06	0,00
23	307,22	-24.22	-126,02	0,38	22.61	0,06	0,00



24	195,92	-28.20	-92,57	0,39	22.61	0,06	0,00
25	63,94	-32.33	-34,20	0,41	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 30970,75$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11876,78$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 12897,88$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.57$

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	1390,23	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	1319,67	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	437,29	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,69
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,81	[°]			
Incremento sismico della spinta	117,55	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,69
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,00	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,68	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,34	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1505,76	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5166,02	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5166,02	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1505,76	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5380,99	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-848,53	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	66977,82	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1261	[kg/cm ²]



Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5001 [kg/cm^q]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,52$	$i_q = 0,55$	$i_\gamma = 0,42$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.30$ $N'_q = 8.79$ $N'_\gamma = 4.29$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.34
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 12.97

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	1390,23	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	1319,67	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	437,29	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,69
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,81	[°]			
Incremento sismico della spinta	64,25	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,69
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,12	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,68	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,34	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1455,16	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5074,75	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5074,75	[kg]



Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1455,16	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5279,25	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-853,80	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	67496,53	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1194	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4957	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,52$	$i_q = 0,56$	$i_\gamma = 0,43$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.51$	$N'_q = 8.90$	$N'_\gamma = 4.36$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.30

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	2520,33	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2436,19	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	645,81	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-2,65
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,82	[°]		
Incremento sismico della spinta	185,56	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-2,65
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]		



Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y = -1,70
	[m]		
Inerzia del muro	53,82	[kg]	
Inerzia verticale del muro	26,91	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,68	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,34	[kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2690,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5385,11	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5385,11	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2690,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	6019,62	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	259,15	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	24341,42	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3835	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2693	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,27$	$i_q = 0,35$	$i_\gamma = 0,22$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 5.58$	$N'_q = 3.40$	$N'_\gamma = 1.00$
---------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.52

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	2520,33	[kg]
Componente orizzontale della spinta statica	2436,19	[kg]
Componente verticale della spinta statica	645,81	[kg]



Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20 [m]	Y = -2,65 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,82 [°]	
Incremento sismico della spinta	100,64 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20 [m]	Y = -2,65 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,01 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,70 [m]
Inerzia del muro	53,82 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-26,91 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,68 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,34 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2607,97 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5288,85 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5288,85 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2607,97 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,04 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65 [m]
Risultante in fondazione	5896,90 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,25 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	223,30 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	25265,41 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3697 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2713 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,28$	$i_q = 0,36$	$i_\gamma = 0,23$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 5.77$	$N'_q = 3.47$	$N'_\gamma = 1.03$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.78

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	2520,33	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2436,19	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	645,81	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,82	[°]			
Incremento sismico della spinta	185,56	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,88	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,68	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,34	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2690,06	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5385,11	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2846,37	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7029,94	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5385,11	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2690,06	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	6019,62	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	259,15	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.47
--	------

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	2520,33	[kg]
-----------------------------	---------	------



Componente orizzontale della spinta statica	2436,19	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	645,81	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,82	[°]			
Incremento sismico della spinta	100,64	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,65
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1292,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,68	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,34	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2607,97	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5288,85	[kg]			
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2807,31	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	6947,30	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5288,85	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2607,97	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,04	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]			
Risultante in fondazione	5896,90	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,25	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	223,30	[kgm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.47				
--	------	--	--	--	--



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 15

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 5,54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,25

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,37

Larghezza della striscia dx[m]= 0,34

Coefficiente di sicurezza C= 1.91

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	380,16	74.79	366,85	1,31	22.61	0,06	0,00
2	958,12	64.14	862,18	0,79	22.61	0,06	0,00
3	1293,23	56.79	1082,00	0,63	22.61	0,06	0,00
4	1533,42	50.71	1186,84	0,54	22.61	0,06	0,00
5	1715,46	45.36	1220,52	0,49	22.61	0,06	0,00
6	1855,84	40.47	1204,56	0,45	22.61	0,07	0,00
7	1963,70	35.92	1152,09	0,43	22.61	0,16	0,00
8	2044,76	31.62	1072,16	0,40	22.61	0,16	0,00
9	2119,05	27.52	979,04	0,39	22.61	0,16	0,00
10	2223,47	23.56	888,72	0,38	22.61	0,16	0,00
11	2313,16	19.72	780,44	0,37	22.61	0,16	0,00
12	2385,92	15.97	656,34	0,36	22.61	0,16	0,00
13	2729,75	12.29	580,86	0,35	22.61	0,16	0,00
14	1681,28	8.66	253,02	0,35	22.61	0,16	0,00
15	674,40	5.06	59,48	0,35	22.61	0,16	0,00
16	687,32	1.48	17,80	0,34	22.61	0,06	0,00
17	678,59	-2.09	-24,69	0,34	22.61	0,06	0,00
18	608,78	-5.66	-60,08	0,35	22.61	0,06	0,00
19	579,18	-9.26	-93,23	0,35	22.61	0,06	0,00
20	534,91	-12.90	-119,43	0,35	22.61	0,06	0,00
21	475,41	-16.59	-135,76	0,36	22.61	0,06	0,00
22	399,88	-20.36	-139,11	0,37	22.61	0,06	0,00
23	307,22	-24.22	-126,02	0,38	22.61	0,06	0,00



STUDIO CANEPA ASSOCIATI

24	195,92	-28.20	-92,57	0,39	22.61	0,06	0,00
25	63,94	-32.33	-34,20	0,41	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 30402,87$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11537,80$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 12661,39$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.57$



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 16

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 5,54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,25

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,37

Larghezza della striscia dx[m]= 0,34

Coefficiente di sicurezza C= 1.92

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	380,16	74.79	366,85	1,31	22.61	0,06	0,00
2	958,12	64.14	862,18	0,79	22.61	0,06	0,00
3	1293,23	56.79	1082,00	0,63	22.61	0,06	0,00
4	1533,42	50.71	1186,84	0,54	22.61	0,06	0,00
5	1715,46	45.36	1220,52	0,49	22.61	0,06	0,00
6	1855,84	40.47	1204,56	0,45	22.61	0,07	0,00
7	1963,70	35.92	1152,09	0,43	22.61	0,16	0,00
8	2044,76	31.62	1072,16	0,40	22.61	0,16	0,00
9	2119,05	27.52	979,04	0,39	22.61	0,16	0,00
10	2223,47	23.56	888,72	0,38	22.61	0,16	0,00
11	2313,16	19.72	780,44	0,37	22.61	0,16	0,00
12	2385,92	15.97	656,34	0,36	22.61	0,16	0,00
13	2729,75	12.29	580,86	0,35	22.61	0,16	0,00
14	1681,28	8.66	253,02	0,35	22.61	0,16	0,00
15	674,40	5.06	59,48	0,35	22.61	0,16	0,00
16	687,32	1.48	17,80	0,34	22.61	0,06	0,00
17	678,59	-2.09	-24,69	0,34	22.61	0,06	0,00
18	608,78	-5.66	-60,08	0,35	22.61	0,06	0,00
19	579,18	-9.26	-93,23	0,35	22.61	0,06	0,00
20	534,91	-12.90	-119,43	0,35	22.61	0,06	0,00
21	475,41	-16.59	-135,76	0,36	22.61	0,06	0,00
22	399,88	-20.36	-139,11	0,37	22.61	0,06	0,00
23	307,22	-24.22	-126,02	0,38	22.61	0,06	0,00



24	195,92	-28,20	-92,57	0,39	22,61	0,06	0,00
25	63,94	-32,33	-34,20	0,41	22,61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 30402,87$ [kg]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11537,80$ [kg]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 12661,39$ [kg]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4,57$

COMBINAZIONE n° 17

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	1473,38	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	1398,60	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	463,44	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,67
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,56	[°]			
Incremento sismico della spinta	121,96	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,67
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,75	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1312,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	21,00	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,50	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1589,19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5213,72	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5213,72	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1589,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5450,54	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,95	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-776,55	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	66425,09	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
-------------------------------	------	-----



Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1448	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4871	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,50$	$i_q = 0,54$	$i_\gamma = 0,41$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.83$	$N'_q = 8.56$	$N'_\gamma = 4.12$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.74

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	1473,38	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1398,60	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	463,44	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-2,67
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,56	[°]		
Incremento sismico della spinta	67,14	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-2,67
	[m]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,87	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1312,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y =	-1,70
	[m]			
Inerzia del muro	53,82	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-26,91	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	21,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,50	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1537,16	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5121,65	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-825,58	[kg]



Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5121,65	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1537,16	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	5347,35	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,71	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-783,50	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	66949,21	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1377	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,4831	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 24.85$	$N_q = 13.94$	$N_\gamma = 10.10$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,51$	$i_q = 0,54$	$i_\gamma = 0,41$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.04$	$N'_q = 8.66$	$N'_\gamma = 4.19$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.07

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	2654,57	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2565,94	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	680,21	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-2,64
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,57	[°]		
Incremento sismico della spinta	193,98	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y =	-2,64
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,63	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1312,00	[kg]		



Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,70 [m]
Inerzia del muro	53,82 [kg]	
Inerzia verticale del muro	26,91 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	21,00 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,50 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2828,28 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5441,83 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5441,83 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2828,28 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65 [m]
Risultante in fondazione	6132,91 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,46 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	393,45 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	21753,12 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4165 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2431 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,24$	$i_q = 0,33$	$i_\gamma = 0,20$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 5.10$	$N'_q = 3.20$	$N'_\gamma = 0.91$
---------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.00

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	2654,57 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	2565,94 [kg]
Componente verticale della spinta statica	680,21 [kg]



Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20 [m]	Y = -2,64 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,57 [°]	
Incremento sismico della spinta	105,23 [kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20 [m]	Y = -2,64 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,70 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1312,00 [kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10 [m]	Y = -1,70 [m]
Inerzia del muro	53,82 [kg]	
Inerzia verticale del muro	-26,91 [kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	21,00 [kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,50 [kg]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2742,48 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5344,26 [kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73 [kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5344,26 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2742,48 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07 [m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65 [m]
Risultante in fondazione	6006,86 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,17 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	353,70 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	22635,46 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,65 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4018 [kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2459 [kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 17.58$	$N_q = 8.32$	$N_\gamma = 4.57$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,25$	$i_q = 0,34$	$i_\gamma = 0,21$
Fattori profondità	$d_c = 1,19$	$d_q = 1,15$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 5.28$	$N'_q = 3.28$	$N'_\gamma = 0.94$



COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.05
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.24

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	2654,57	[kg]			
Componente orizzontale della spinta statica	2565,94	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	680,21	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,64
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,57	[°]			
Incremento sismico della spinta	105,23	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,64
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,70	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1312,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	-26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	21,00	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,50	[kg]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2742,48	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5344,26	[kg]
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2981,68	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7037,00	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5344,26	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2742,48	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]
Risultante in fondazione	6006,86	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	353,70	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.36
--	------

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	2654,57	[kg]
-----------------------------	---------	------



Componente orizzontale della spinta statica	2565,94	[kg]			
Componente verticale della spinta statica	680,21	[kg]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,64
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,85	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,57	[°]			
Incremento sismico della spinta	193,98	[kg]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,20	[m]	Y	=	-2,64
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,63	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1312,00	[kg]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,10	[m]	Y	=	-1,70
	[m]				
Inerzia del muro	53,82	[kg]			
Inerzia verticale del muro	26,91	[kg]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	21,00	[kg]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,50	[kg]			
<u>Risultanti</u>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2828,28	[kg]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	5441,83	[kg]			
Resistenza passiva a valle del muro	-683,73	[kg]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3025,44	[kgm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	7121,51	[kgm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	5441,83	[kg]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2828,28	[kg]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	1,65	[m]			
Risultante in fondazione	6132,91	[kg]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,46	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	393,45	[kgm]			
<u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u>					
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.35				



Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 23

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 [kg]
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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 5,54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,25

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,37

Larghezza della striscia dx[m]= 0,34

Coefficiente di sicurezza C= 1.88

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	414,64	74.79	400,12	1,31	22.61	0,06	0,00
2	992,59	64.14	893,20	0,79	22.61	0,06	0,00
3	1327,70	56.79	1110,84	0,63	22.61	0,06	0,00
4	1567,89	50.71	1213,52	0,54	22.61	0,06	0,00
5	1749,93	45.36	1245,05	0,49	22.61	0,06	0,00
6	1890,31	40.47	1226,94	0,45	22.61	0,07	0,00
7	1998,17	35.92	1172,31	0,43	22.61	0,16	0,00
8	2079,23	31.62	1090,24	0,40	22.61	0,16	0,00
9	2153,52	27.52	994,96	0,39	22.61	0,16	0,00
10	2257,94	23.56	902,50	0,38	22.61	0,16	0,00
11	2347,63	19.72	792,07	0,37	22.61	0,16	0,00
12	2420,39	15.97	665,82	0,36	22.61	0,16	0,00
13	2752,92	12.29	585,79	0,35	22.61	0,16	0,00
14	1681,28	8.66	253,02	0,35	22.61	0,16	0,00
15	674,40	5.06	59,48	0,35	22.61	0,16	0,00
16	687,32	1.48	17,80	0,34	22.61	0,06	0,00
17	678,59	-2.09	-24,69	0,34	22.61	0,06	0,00
18	608,78	-5.66	-60,08	0,35	22.61	0,06	0,00
19	579,18	-9.26	-93,23	0,35	22.61	0,06	0,00
20	534,91	-12.90	-119,43	0,35	22.61	0,06	0,00
21	475,41	-16.59	-135,76	0,36	22.61	0,06	0,00
22	399,88	-20.36	-139,11	0,37	22.61	0,06	0,00
23	307,22	-24.22	-126,02	0,38	22.61	0,06	0,00



24	195,92	-28.20	-92,57	0,39	22.61	0,06	0,00
25	63,94	-32.33	-34,20	0,41	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 30839,70$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11798,56$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 12843,31$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.57$

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 24

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 [kg]

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 [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 5,54

Ascissa a valle del cerchio X_i [m]= -4,25

Ascissa a monte del cerchio X_s [m]= 4,37

Larghezza della striscia dx [m]= 0,34

Coefficiente di sicurezza C= 1.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	414,64	74.79	400,12	1,31	22.61	0,06	0,00
2	992,59	64.14	893,20	0,79	22.61	0,06	0,00
3	1327,70	56.79	1110,84	0,63	22.61	0,06	0,00
4	1567,89	50.71	1213,52	0,54	22.61	0,06	0,00
5	1749,93	45.36	1245,05	0,49	22.61	0,06	0,00
6	1890,31	40.47	1226,94	0,45	22.61	0,07	0,00
7	1998,17	35.92	1172,31	0,43	22.61	0,16	0,00
8	2079,23	31.62	1090,24	0,40	22.61	0,16	0,00
9	2153,52	27.52	994,96	0,39	22.61	0,16	0,00
10	2257,94	23.56	902,50	0,38	22.61	0,16	0,00
11	2347,63	19.72	792,07	0,37	22.61	0,16	0,00
12	2420,39	15.97	665,82	0,36	22.61	0,16	0,00
13	2752,92	12.29	585,79	0,35	22.61	0,16	0,00
14	1681,28	8.66	253,02	0,35	22.61	0,16	0,00
15	674,40	5.06	59,48	0,35	22.61	0,16	0,00



16	687,32	1.48	17,80	0,34	22.61	0,06	0,00
17	678,59	-2.09	-24,69	0,34	22.61	0,06	0,00
18	608,78	-5.66	-60,08	0,35	22.61	0,06	0,00
19	579,18	-9.26	-93,23	0,35	22.61	0,06	0,00
20	534,91	-12.90	-119,43	0,35	22.61	0,06	0,00
21	475,41	-16.59	-135,76	0,36	22.61	0,06	0,00
22	399,88	-20.36	-139,11	0,37	22.61	0,06	0,00
23	307,22	-24.22	-126,02	0,38	22.61	0,06	0,00
24	195,92	-28.20	-92,57	0,39	22.61	0,06	0,00
25	63,94	-32.33	-34,20	0,41	22.61	0,06	0,00

$\Sigma W_i = 30839,70$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11798,56$ [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 12843,31$ [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.57$

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,34	212,50	212,50	0,00	0,58	0,00	3,40
2	0,85	531,25	531,25	0,00	3,73	0,13	10,73
3	1,36	850,00	850,00	9,91	29,55	22,29	122,64
4	1,87	1168,75	1168,75	47,04	162,75	149,74	433,08
5	2,38	1487,50	1487,50	189,67	504,08	435,95	929,94
6	2,89	1806,25	1806,25	511,46	1135,19	836,91	1586,49
7	3,40	2125,00	2125,00	1069,61	2169,69	1384,05	2513,35

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,34	212,50	212,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,85	531,25	531,25	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,36	850,00	850,00	1,02	1,02	12,56	12,56
4	1,87	1168,75	1168,75	34,92	34,92	145,78	145,78
5	2,38	1487,50	1487,50	175,62	175,62	431,20	431,20
6	2,89	1806,25	1806,25	493,29	493,29	826,03	826,03
7	3,40	2125,00	2125,00	1044,87	1044,87	1367,94	1367,94

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle



L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,12	3,85	24,29	69,70	402,25
2	0,48	93,18	374,06	475,84	1518,21
3	0,84	381,93	1101,05	1177,58	2497,95
4	1,20	976,51	2156,23	2174,91	3341,47

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,12	2,52	2,52	48,10	48,10
2	0,48	75,74	75,74	414,11	414,11
3	0,84	340,58	340,58	1112,69	1112,69
4	1,20	916,78	916,78	2143,84	2143,84

INVILUPPO SOLLECITAZIONI FONDAZIONE DI MONTE

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,02	-1,19	-0,44	-119,20	-44,63
2	0,08	-19,07	-7,26	-476,75	-183,98
3	0,14	-58,40	-22,69	-834,24	-331,48
4	0,20	-119,18	-47,20	-1191,68	-487,14

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,02	-0,42	-0,42	-42,09	-42,09
2	0,08	-6,87	-6,87	-174,54	-174,54
3	0,14	-21,55	-21,55	-316,21	-316,21
4	0,20	-45,00	-45,00	-467,13	-467,13



INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DEL MURO

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M _u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,34	100, 25	8,04	8,04	349353	0	1644,01	11087	--	--
2	0,85	100, 25	8,04	8,04	345355	-1	650,08	11129	--	--
3	1,36	100, 25	8,04	8,04	303831	-3978	357,45	11172	--	--
4	1,87	100, 25	8,04	8,04	111844	-11604	95,70	11214	--	--
5	2,38	100, 25	8,04	8,04	27163	-9205	18,26	11256	--	--
6	2,89	100, 25	8,04	8,04	12416	-7803	6,87	11298	--	--
7	3,40	100, 25	8,04	8,04	7152	-7303	3,37	11340	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,34	100, 25	8,04	8,04	0,08	0,00	-1,16	-1,16
2	0,85	100, 25	8,04	8,04	0,19	0,00	-2,91	-2,91
3	1,36	100, 25	8,04	8,04	0,32	0,01	-4,56	-4,75
4	1,87	100, 25	8,04	8,04	0,71	0,08	-3,12	-9,67
5	2,38	100, 25	8,04	8,04	2,54	0,23	32,16	-28,54
6	2,89	100, 25	8,04	8,04	7,41	0,44	202,90	-68,39
7	3,40	100, 25	8,04	8,04	15,64	0,73	526,03	-130,82



INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI DELLA FONDAZIONE

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,12	100, 30	8,04	8,04	0	8192	337,31	12332	--	--
2	0,48	100, 30	8,04	8,04	0	8192	21,90	12332	--	--
3	0,84	100, 30	8,04	8,04	0	8192	7,44	12332	--	--
4	1,20	100, 30	8,04	8,04	0	8192	3,80	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,12	100, 30	8,04	8,04	0,03	0,02	1,27	-0,21
6	0,48	100, 30	8,04	8,04	0,79	0,18	38,10	-6,36
7	0,84	100, 30	8,04	8,04	3,57	0,48	171,35	-28,58
8	1,20	100, 30	8,04	8,04	9,61	0,93	461,25	-76,93

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0,02	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	6872,83	12332	--	--
2	0,08	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	429,57	12332	--	--
3	0,14	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	140,28	12332	--	--
4	0,20	100, 30	8,04	8,04	0	-8192	68,74	12332	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
5	0,02	100, 30	8,04	8,04	0,00	-0,02	-0,04	0,21
6	0,08	100, 30	8,04	8,04	0,07	-0,08	-0,58	3,46
7	0,14	100, 30	8,04	8,04	0,23	-0,14	-1,81	10,84
8	0,20	100, 30	8,04	8,04	0,47	-0,20	-3,78	22,64

9. CONCLUSIONI

Le verifiche riportate hanno dimostrato che la struttura così progettata è idonea a sostenere le azioni sia statiche che sismiche ed i carichi di progetto nel rispetto delle normative vigenti.