

DOTT. GEOLOGO MARIO ALESSANDRO BENIGNA

Via G. Mazzini 132 Lumezzane S.S. (BS)

Telefono 030-820051 cell. 333.6492981

Mail. mariobenigna@hotmail.it

**ACCORDO DI PROGRAMMA PROGETTO PORTELLO
PARCO PUBBLICO - COMPLETAMENTO FASE 4
PROGETTO DEFINITIVO - SCIA art.23
INCROCIO TRA VIALE R. SERRA E A. DE GASPERI
IPER IPERMONTTELLO S.P.A.**

COMUNE DI MILANO (BS)

RELAZIONE GEOTECNICA

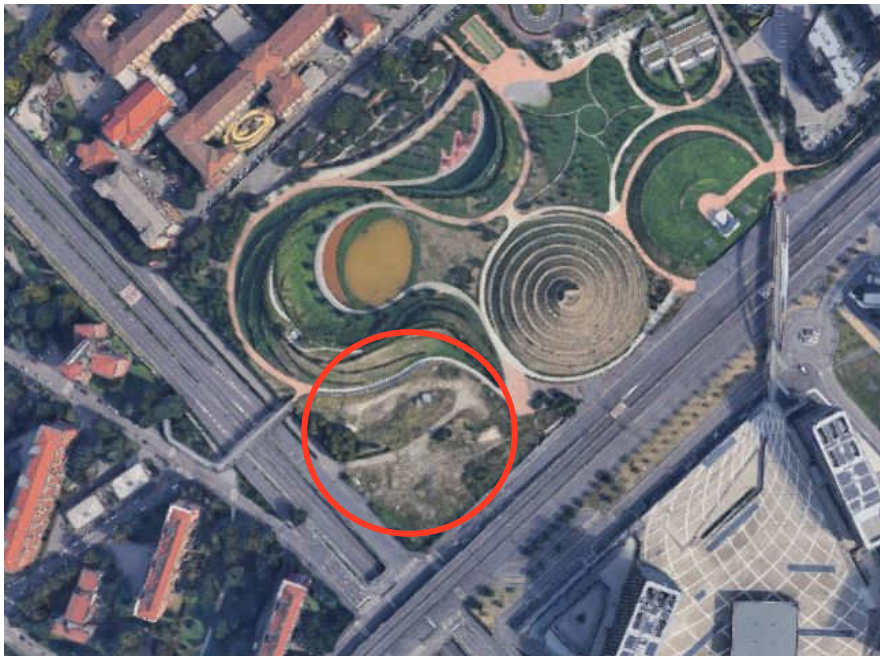
INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Normative di riferimento	4
2 MODELLO GEOTECNICO, PARAMETRI MEDI E CARATTERISTICI	5
3 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	6
3.1 Calcolo della spinta sul muro. Valori caratteristici e valori di calcolo	6
3.2 Spinta in presenza di sisma	7
3.3 Verifica a ribaltamento	8
3.4 Verifica a scorrimento	8
3.5 Verifica al carico limite	9
4 CONCLUSIONI	12
ALLEGATI DI CALCOLO	14

Lumezzane 27 maggio 2020

1. Premessa

Su richiesta e per conto della Ipermontebello s.p.a., si è eseguito lo studio geologico e sismico dell'area interessata dalla realizzazione di un nuovo muro di contenimento tra viale Renato Serra incrocio A. De Gasperi, in loc. Portello, in Comune di Milano (MI). L'intervento prevede la realizzazione di un muro in c.a. rettilineo, all'interno del parco pubblico presente. Il muro prevede, in tutto, un'altezza di 6.10 m parapetto compreso. La relazione è stata redatta considerando i contenuti della L.R. 41/97 e della legge della LR 12¹ ed in particolare quanto disposto nell'allegato 5² e **D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374, dall'aggiornamento delle N.T.C. DM. 17.01.2018 e circ. del 21/01/19 pubblicato sulla G.U. del 11/02/19 S.O. n.5, nonché la L.R. 33/2015, in materia di costruzioni in zona sismica.** L'area è compresa nella sezione n° B6b2 Milano (C.T.R. alla scala 1:10000).



A tal proposito si sono eseguiti:

- Contatti con il progettista e sopralluogo in data 23/05/2020,
- rilevamento geologico e geomorfologico in data 23/05/2020,
- esecuzione di tre prove sismiche a stazione singola per la determinazione della frequenza di vibrazione del suolo (Legge regionale 12/2005) in data 23/05/2020,
- esecuzione di n. 4 prove geognostiche SCPT in data 23/05/2020,
- esame della documentazione esistente allegata al PGT del Comune,
- raccolta dati da lavori eseguiti nelle immediate vicinanze in precedenza,

¹ Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12.

² analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio

- relazione geologica.

L'esame della cartografia allegata al PGT del Comune di Milano (MI), evidenzia come l'area ricada in **classe di fattibilità 2, Fattibilità con modeste limitazioni** ³. La classe di fattibilità 2 si riferisce a: Area stabile coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche.

1.1. Normative di riferimento

Ci si è riferiti alle principali normative vigenti:

Ci si è riferiti alle principali normative vigenti:

Circ. del 21/01/19 pubblicato sulla G.U. del 11/02/19 S.O. n.5

Aggiornamento delle N.T.C. DM. 17.01.2018.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

Leggi regionali

- Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. n. 12 del marzo 2005.e **D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374**
- Delibera della Giunta Regionale della Regione Lombardia del 22.03.96 n.6/10350: "Regolamento per i termini e le modalità di controllo da effettuarsi sulle costruzioni in zone sismiche regionali".
- LR. 33/2015, in materia di costruzioni in zona sismica.

Tali normative, insieme ad altre ad esse collegate ed alle numerose circolari che ne illustrano i principi applicativi, cercano di regolare il tipo di indagine, i calcoli richiesti, le verifiche necessarie ed i professionisti abilitati, per la stesura delle relazioni geologiche e geotecniche riguardanti, tra le altre cose, le opere di fondazione, con particolari prescrizioni per quelle realizzate in zona sismica.

³ Norme Tecniche di attuazione, e PGT del 2019. Le immagini sono pertanto tratte dalla documentazione allegata alla componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del PGT in attuazione alla L.R. 11 Marzo 2005 n.12. del Comune di Milano.

2 Modello geotecnico, parametri medi e caratteristici

L'Eurocodice 7 ("*Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules*"), introduce il concetto dei valori caratteristici dei parametri geotecnici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU (stati limite ultimi ovvero potenziale presenza di una superficie di rottura) o di SLE (stati limite di esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura). Lo stesso concetto fa parte della più ampia trattazione agli stati limite (SL), volta ad armonizzare la progettazione strutturale con quella geotecnica.

Nelle nuove norme tecniche 2018, il paragrafo 6.2.2. del SUP. ORD. n.8 serie generale n. 42 del 20/2/2018 recita che i valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito. Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate,

Dalla correlazione dei risultati delle prove in sito, e in laboratorio si è elaborato un modello geotecnico che prevede delle superfici piano parallele al versante dei depositi (approssimando l'interpretazione) nell'intorno in esame. Per **volume significativo** si intende il volume entro il quale l'incremento della tensione verticale efficace $\Delta\sigma_v'(z)$ eccede di oltre il 10 % la tensione verticale efficace preesistente $\sigma'_{vo}(z)$ in assenza di sovraccarichi:

$$\Delta\sigma_v' \geq 1/10 \sigma'_{vo}(z)$$

Il **volume significativo da indagare** è costituito dalla massa di terreno entro la quale si risentono gli effetti dell'intervento. Nel nostro caso modifiche dello stato tensionale per aumenti di pressione (es. fondazioni) o scarichi tensionali (scavi) e variazioni nel regime delle acque sotterranee per drenaggi o impermeabilizzazioni indotti dalle opere

Modello geotecnico ai parametri caratteristici

Spessori	Litologia	γ nat t/mc	ϕ' (°)	C_u Kg/cm ²	E' Kg/cm ²
0.00-5.00	Riporti e limi sabbiosi	1.80-1.90	27	0	80

USCS=Classificazione litologica secondo l'USCS □□ peso di volume del terreno espresso in kN/mc o in t/mc Dr=densità relativa in % □□ angolo d'attrito interno del terreno espresso in gradi ° C_u =coesione del terreno espressa in kg/cm² o in KPa E' =modulo di

Il substrato presenta pertanto medie capacità portanti e caratteristiche geotecniche. Si ipotizza perciò una litologia costituita da riporti e limi sabbiosi per 5.00 metri circa.

3 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

3.1 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.

3.2 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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

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.

3.3 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 .

Eseguendo 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 terramuro 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.

3.4 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 reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

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.

3.5 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 $\eta_q \geq 1.0$

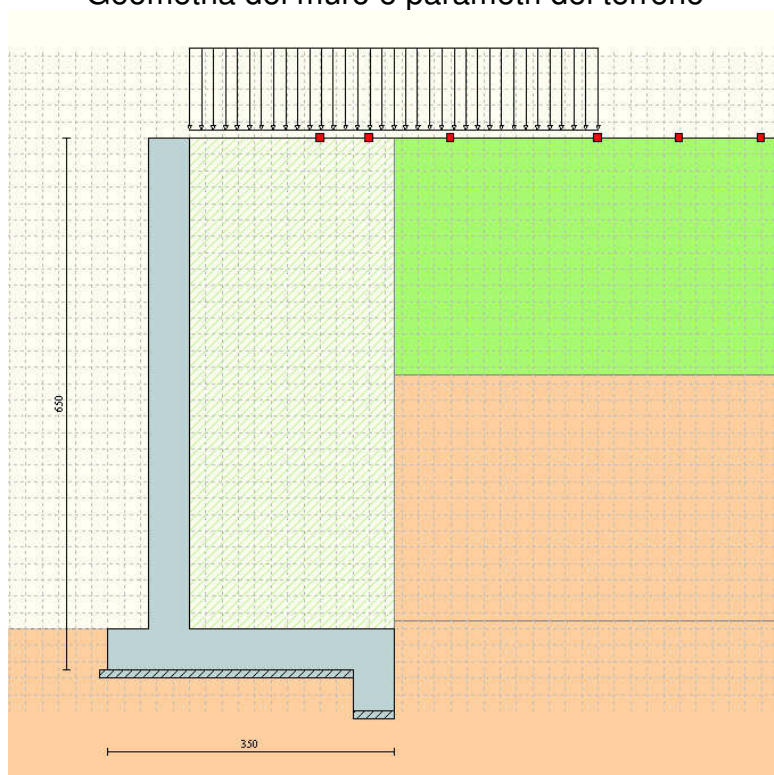
Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

Per la verifica è stato utilizzato un programma di calcolo dedicato (Max LT 14 della Aztec Informatica). Il muro presenta le seguenti caratteristiche:

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	6.00 [m]
Spessore in sommità	0.50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.50 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	35.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	0.50 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0.50 [m]

Geometria del muro e parametri del terreno



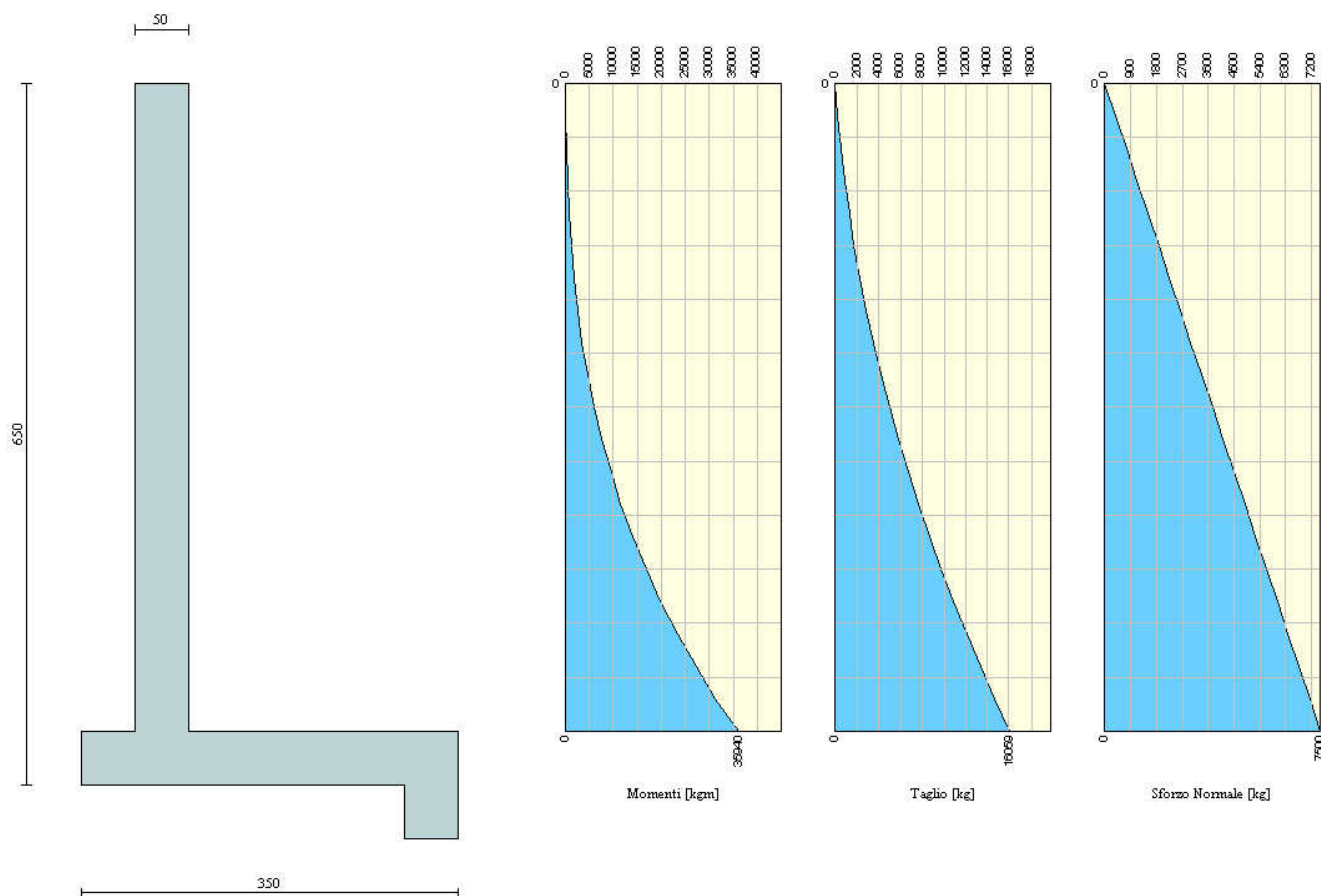
Risultati analisi combinazioni

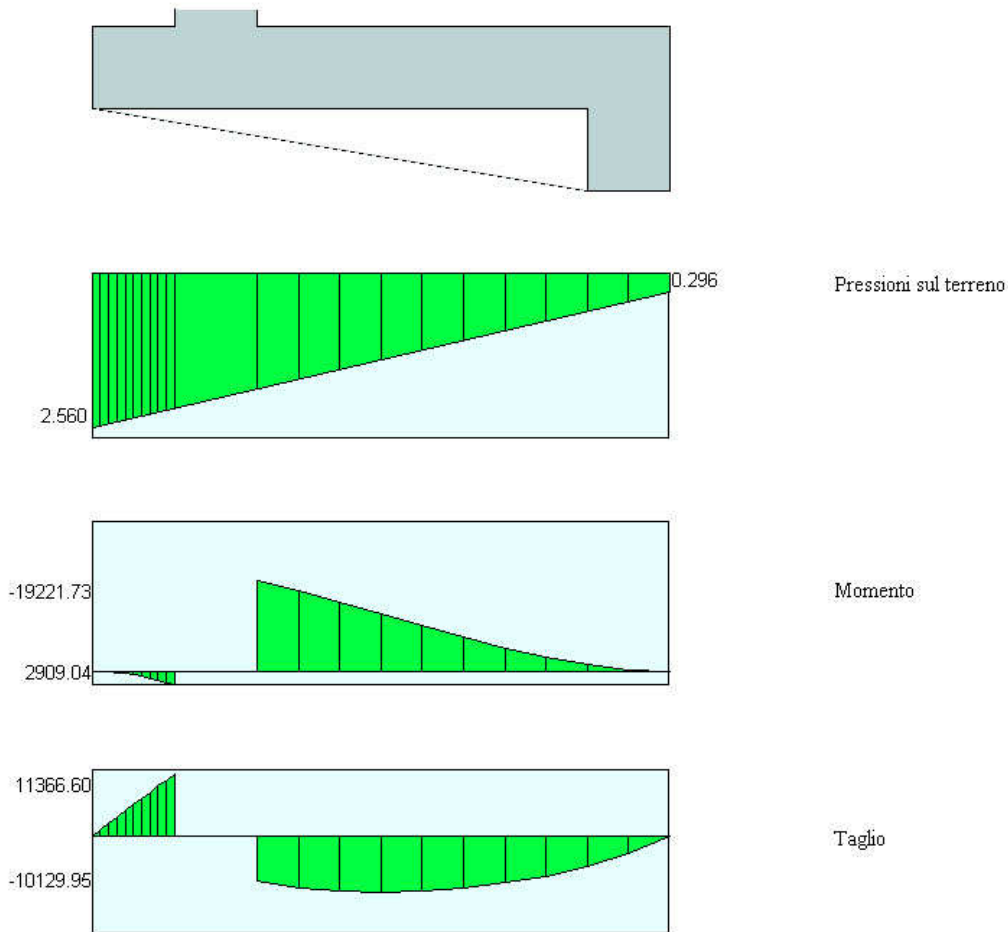
Risultati Analisi - Comb. 1					
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.27	■	2.01 [10]	IB: 3 - EQU	
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.21	■	1.10 [8]	IB: 3 - A1-M1	
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.15	■	1.53 [4]	IB: 2 - A1-M1	
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.22	■	1.13 [6]	IB: 2 - STAB	
Dettagli combinazione --> << 1 >> Help					

Risultati Analisi - Comb. 2					
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.45	■	2.01 [10]	IB: 3 - EQU	
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.14	■	1.10 [8]	IB: 3 - A1-M1	
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.53	■	1.53 [4]	IB: 2 - A1-M1	
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.13	■	1.13 [6]	IB: 2 - STAB	
Dettagli combinazione --> << 2 >> Help					



Sollecitazioni sul paramento e pressioni sul terreno





4 Conclusioni

Su richiesta e per conto della Ipermontebello s.p.a., si è eseguito lo studio geologico e sismico dell'area interessata dalla realizzazione di un nuovo muro di contenimento tra viale Renato Serra incrocio A. De Gasperi, in loc. Portello, in Comune di Milano (MI). L'intervento prevede la realizzazione di un muro in c.a. rettilineo, all'interno del parco pubblico presente. Il muro prevede, in tutto, un'altezza di 6.10 m parapetto compreso. La relazione è stata redatta considerando i contenuti della L.R. 41/97 e della legge della LR 12 ed in particolare quanto disposto nell'allegato 5 e **D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374, dall'aggiornamento delle N.T.C. DM. 17.01.2018 e circ. del 21/01/19 pubblicato sulla G.U. del 11/02/19 S.O. n.5, nonché la L.R. 33/2015, in materia di costruzioni in zona sismica.** L'area è compresa nella sezione n° B6b2 Milano (C.T.R. alla scala 1:10000).

L'esame della cartografia allegata al PGT del Comune di Milano (MI), evidenzia come l'area ricada in **classe di fattibilità 2, Fattibilità con modeste limitazioni 2**. La classe di fattibilità 2 si riferisce a: Area stabile coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche.

Da un punto di vista geologico l'area è contraddistinta dalla presenza di riporti e depositi fluviali caratterizzati dalla presenza di limi, limi sabbiosi ghiaie e ghiaie sabbiose poligeniche, ricoperte da una coltre eluvio colluviale di materiale fine, limoso argilloso, che localmente può caratterizzarsi in sabbie, con caratteristiche geotecniche variabili.

Le prove eseguite consistono in tre prove penetrometriche dinamiche SCPT, spinte fino a 10.0 m di profondità, e tre prove sismiche a stazione singola. Queste hanno evidenziato una litologia a carattere granulare, senza presenza di acqua.

Il nuovo muro, in c.a. presenterà una lunghezza complessiva di 35 m e sarà vincolato, in lato sud, a quello esistente, mentre in lato nord, per 10,0 m circa, sarà parzialmente interrato.

Come evidenziato dalle prove, il piano di appoggio della fondazione coincide con la presenza di depositi dalle caratteristiche geotecniche scarse.

In virtù di quanto emerso dalle indagini è consigliabile eseguire una bonifica del piano di fondazione asportando i riporti ed eventuale materiale limoso presente, sostituendolo con stabilizzato per almeno 1.00 m effettuando al contempo un addensamento del piano di fondazione, mediante rullaggio.

All'atto dello scavo, le scarpate laterali che si verranno a formare, è preferibile non superino un'inclinazione di 40° gradi.

Sulle stesse è consigliabile posizionare un telo impermeabile, che permette di allontanare rapidamente le acque di pioggia evitando l'insorgere di pressioni interne che determinano una diminuzione della resistenza al taglio dei depositi. E' inoltre necessario porre in atto opere di drenaggio a tergo del manufatto, realizzando al contempo fori nell' opera che permettono alle acque di pioggia di non accumularsi.

I terreni appartengono alla classe sismica C e categoria topografica T1.

Rimango a disposizione per ogni chiarimento si rendesse necessario, per contatti e assistenze al progettista.

Dott. Geologo Mario A. Benigna



ALLEGATI DI CALCOLO

Progetto: Nuovo muro
Ditta:
Comune: Milano (MI)

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 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.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
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. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Calcolo della 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 parte 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.

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 .

Eseguendo 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.

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 reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo ρ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = (N - Q) \tan \delta_f + S_p + c_a L_r \\ \text{con } L_r = B_f - L_c$$

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.

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 $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c_i} + q N_q d_{q_i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_i}$$

In questa espressione

c	coesione del terreno in fondazione;
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione;
γ	peso di volume del terreno in fondazione;
B	larghezza della fondazione;
D	profondità del piano di posa;
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2 \quad \begin{matrix} \theta^\circ \\ \phi^\circ \end{matrix} \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove 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 e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	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_{γ}	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.30	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	γ_{qu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	6.00 [m]
Spessore in sommità	0.50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.50 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	35.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	0.50 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0.50 [m]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Materiali utilizzati per la struttura*Calcestruzzo*

Peso specifico	2500.0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	Rck 250
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	350.0 [kg/cm ²]
Modulo elastico E	330781.53 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	FeB44K
Tensione di snervamento σ_{fa}	4400.0 [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	1.60	0.00	0.00
2	2.20	0.00	0.00
3	3.20	0.00	0.00
4	5.00	0.00	0.00
5	6.00	0.00	0.00
6	7.00	0.00	0.00
7	10.00	0.00	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	0.00	[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
Riporti e limi sabb	1800	1900	25.00	16.67	0.010	0.010
Riporti e limi sabb	1800	1900	27.00	18.00	0.070	0.070

Stratigrafia*Simbologia adottata*

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

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.90	0.00	2.47	0.00	Riporti e limi sabb
2	3.00	0.00	1.19	0.00	Riporti e limi sabb
3	5.00	0.00	2.40	0.00	Riporti e limi sabb
4	1.00	0.00	0.00	0.00	Riporti e limi sabb

Terreno di riempimento

Riporti e limi sabb

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	$X_i=0.00$	$X_f=5.00$	$Q_i=2000.00$	$Q_f=2000.00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

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 EQU (SLU)

	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° 3 - 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° 4 - 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° 5 - Caso EQU (SLU)

	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-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° 7 - 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° 8 - 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° 9 - 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° 10 - 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° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

	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-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° 13 - 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° 14 - 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° 15 - 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

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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° 17 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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° 18 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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° 20 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	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° 21 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	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
Armatura ad aderenza migliorata

Ordinarie

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature
Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

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

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

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

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

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

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

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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]	--	1.21	--	2.15	--
2	EQU - [1]	--	--	3.27	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.22
4	A1-M1 - [2]	--	1.14	--	1.53	--
5	EQU - [2]	--	--	2.45	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.13
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.10	--	1.71	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.10	--	1.81	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.23	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.01	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.36
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.37
13	SLEQ - [1]	--	1.49	--	2.35	--
14	SLEF - [1]	--	1.49	--	2.35	--
15	SLER - [1]	--	1.49	--	2.35	--
16	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.25	--	1.79	--
17	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.25	--	1.86	--
18	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.25	--	1.79	--
19	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.25	--	1.86	--
20	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.25	--	1.79	--
21	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.25	--	1.86	--

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

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Meyerhof

metodo di Fellenius

Spinta attiva

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

45.649631

Longitudine

10.261834

Comune

Lumezzane

Provincia

Brescia

Regione

Lombardia

Punti di interpolazione del reticolo

12261 - 12039 - 12038 - 12260

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

II - Normali affollamenti e industrie non pericolose

Vita di riferimento

50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g

1.42 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.49

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.38

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.20$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 4.10$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g

0.52 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

0.47

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 3.75$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 1.87$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

35.00 [m]

Peso muro

12500.00 [kg]

Baricentro del muro

X=0.23 Y=-4.33

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 2.50 Y = -7.00

Punto superiore superficie di spinta

X = 2.50 Y = 0.00

Altezza della superficie di spinta

7.00 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	15894.10	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	15140.66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4835.59	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.71	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	27000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15140.66	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	44335.59	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-16636.90	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	44335.59	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15140.66	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	46849.59	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13026.06	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	95297.60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1.9047	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.6287	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.33$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.08$	$N'_q = 10.29$	$N'_\gamma = 3.21$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.21
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.15

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	0.74	8.32
3	0.60	750.00	10.76	70.57
4	0.90	1125.00	50.35	205.55
5	1.20	1500.00	141.36	413.32
6	1.50	1875.00	305.62	693.87
7	1.80	2250.00	564.97	1047.22
8	2.10	2625.00	941.23	1473.36
9	2.40	3000.00	1456.26	1972.29
10	2.70	3375.00	2131.89	2544.02
11	3.00	3750.00	2989.98	3189.25
12	3.30	4125.00	4053.45	3913.66
13	3.60	4500.00	5345.55	4711.20
14	3.90	4875.00	6886.84	5575.61
15	4.20	5250.00	8698.09	6511.49
16	4.50	5625.00	10801.01	7520.12
17	4.80	6000.00	13217.44	8601.53
18	5.10	6375.00	15969.21	9755.73
19	5.40	6750.00	19078.15	10982.72
20	5.70	7125.00	22566.08	12281.87
21	6.00	7500.00	26453.29	13638.97

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	22.17	885.31
3	0.10	88.38	1761.51
4	0.15	198.17	2628.60
5	0.20	351.09	3486.57
6	0.25	546.68	4335.42
7	0.30	784.48	5175.17
8	0.35	1064.04	6005.79
9	0.40	1384.91	6827.31
10	0.45	1746.62	7639.70
11	0.50	2148.72	8442.99

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-310.91	-2449.27

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

3	0.50	-1205.65	-4670.68
4	0.75	-2588.19	-6351.72
5	1.00	-4362.52	-7804.91
6	1.25	-6471.66	-9030.24
7	1.50	-8858.65	-10027.70
8	1.75	-11466.52	-10797.30
9	2.00	-14238.31	-11339.04
10	2.25	-17117.06	-11652.92
11	2.50	-20045.79	-11738.94

Armature e tensioni nei materiali del muroCombinazione n° 1

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]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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0	0	1000.00	20447	--	--
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	748597	-1474	1996.26	20500	--	--
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	735168	-10543	980.22	20553	--	--
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	704112	-31515	625.88	20606	--	--
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	565198	-53266	376.80	20659	--	--
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	415423	-67714	221.56	20712	--	--
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	266260	-66857	118.34	20765	--	--
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	156406	-56082	59.58	20818	--	--
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	96556	-46870	32.19	20870	--	--
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	63839	-40325	18.92	20923	--	--
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	46133	-36783	12.30	20976	--	--
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	35209	-34598	8.54	21029	--	--
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	27893	-33135	6.20	21082	--	--
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	22723	-32100	4.66	21135	--	--
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	18915	-31339	3.60	21188	--	--
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	16019	-30759	2.85	21241	--	--
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	13758	-30307	2.29	21293	--	--
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	20336	-50940	3.19	25539	--	--
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	17872	-50514	2.65	25592	--	--
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	15838	-50163	2.22	25645	--	--
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	14139	-49869	1.89	25698	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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]
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)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0	17378	783.81	19216	--	--
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0	17378	196.63	19216	--	--
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0	17378	87.69	19216	--	--
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	0	17378	49.50	19216	--	--
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	17378	31.79	19216	--	--
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	0	17378	22.15	19216	--	--
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	0	17378	16.33	19216	--	--
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	0	17378	12.55	19216	--	--
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	0	17378	9.95	19216	--	--
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	17378	8.09	19216	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	55.89	19216	--	--
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	14.41	19216	--	--
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	6.71	19216	--	--
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	3.98	19216	--	--
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	2.69	19216	--	--
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	1.96	19216	--	--
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	3.28	19216	--	--
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.64	19216	--	--
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.20	19216	--	--
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	1.88	19216	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5049.4 [kgm] T=15140.7 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.76

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	15894.10	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	15140.66	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4835.59	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.71	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	27000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15140.66	[kg]
------------------------------------------------------	----------	------

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	44335.59	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-16636.90	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	28425.84	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	92987.06	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	44335.59	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15140.66	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	46849.59	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13026.06	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.27
------------------------------------------	------

Stabilità globale muro + terreno**Combinazione n° 3**

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 Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.71 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 8.17

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.27

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.46

Larghezza della striscia dx[m]= 0.55

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	1455.72	79.44	1431.05	3.00	20.48	0.01	0.00
2	3478.30	64.41	3137.09	1.27	22.18	0.06	0.00
3	4454.69	56.46	3712.93	0.99	22.18	0.06	0.00
4	5187.48	49.98	3972.41	0.85	22.18	0.06	0.00
5	5775.56	44.29	4032.91	0.77	22.18	0.06	0.00
6	6261.13	39.11	3949.96	0.71	22.18	0.06	0.00
7	6667.06	34.30	3757.04	0.66	22.18	0.06	0.00
8	7313.34	29.75	3628.93	0.63	22.18	0.06	0.00
9	7505.74	25.40	3219.28	0.61	22.18	0.06	0.00
10	7717.91	21.20	2790.99	0.59	22.18	0.06	0.00
11	7906.82	17.12	2327.38	0.57	22.18	0.06	0.00
12	8616.27	13.13	1956.60	0.56	22.18	0.06	0.00
13	7720.32	9.20	1233.84	0.56	22.18	0.06	0.00
14	2217.22	5.31	205.22	0.55	22.18	0.06	0.00
15	2138.43	1.45	54.09	0.55	22.18	0.06	0.00
16	2133.90	-2.41	-89.55	0.55	22.18	0.06	0.00
17	2092.66	-6.27	-228.57	0.55	22.18	0.06	0.00
18	2014.15	-10.17	-355.47	0.56	22.18	0.06	0.00
19	1897.24	-14.11	-462.46	0.57	22.18	0.06	0.00
20	1740.17	-18.12	-541.23	0.58	22.18	0.06	0.00
21	1540.37	-22.23	-582.72	0.59	22.18	0.06	0.00
22	1294.30	-26.46	-576.72	0.61	22.18	0.06	0.00
23	996.98	-30.86	-511.34	0.64	22.18	0.06	0.00
24	641.38	-35.47	-372.13	0.67	22.18	0.06	0.00
25	217.26	-40.36	-140.69	0.72	22.18	0.06	0.00

 $\Sigma W_i = 98984.40$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 35548.82$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 34281.29$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 9183.17$ [kg]**COMBINAZIONE n° 4****Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	19783.37	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	18862.61	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	5965.23	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.63	[°]		

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	34500.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18862.61	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	52965.23	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-20285.05	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	52965.23	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18862.61	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	56223.78	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25387.15	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	81066.32	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.7567	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2698	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.75$	$i_q = 0.75$	$i_\gamma = 0.31$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$

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

$N'_c = 18.87$	$N'_q = 10.17$	$N'_\gamma = 3.03$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.53

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	43.12	299.73
3	0.60	750.00	187.18	672.88
4	0.90	1125.00	454.14	1118.95
5	1.20	1500.00	865.83	1637.80
6	1.50	1875.00	1444.10	2229.45
7	1.80	2250.00	2210.78	2893.89
8	2.10	2625.00	3187.71	3631.12
9	2.40	3000.00	4396.73	4441.15
10	2.70	3375.00	5859.68	5323.96
11	3.00	3750.00	7598.39	6279.56
12	3.30	4125.00	9634.68	7307.82
13	3.60	4500.00	11990.34	8408.70
14	3.90	4875.00	14687.21	9582.59
15	4.20	5250.00	17747.19	10829.48
16	4.50	5625.00	21192.18	12149.19
17	4.80	6000.00	25043.99	13541.70
18	5.10	6375.00	29324.47	15006.99
19	5.40	6750.00	34055.46	16545.08
20	5.70	7125.00	39258.76	18155.34
21	6.00	7500.00	44954.68	19823.57

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	32.75	1306.99
3	0.10	130.40	2596.22
4	0.15	292.07	3867.68
5	0.20	516.87	5121.38
6	0.25	803.92	6357.32
7	0.30	1152.31	7575.49
8	0.35	1561.17	8775.90
9	0.40	2029.60	9958.54
10	0.45	2556.73	11123.42
11	0.50	3141.65	12270.54

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-507.80	-3988.35

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

3	0.50	-1957.17	-7532.62
4	0.75	-4198.04	-10320.29
5	1.00	-7080.31	-12663.88
6	1.25	-10492.97	-14563.37
7	1.50	-14324.99	-16018.78
8	1.75	-18465.35	-17030.09
9	2.00	-22803.02	-17597.31
10	2.25	-27227.00	-17720.45
11	2.50	-31626.24	-17399.49

Armature e tensioni nei materiali del muro**Combinazione n° 4**

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]
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]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0	0	1000.00	20447	--	--
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	513146	-59009	1368.39	20500	--	--
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	268381	-66982	357.84	20553	--	--
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	128902	-52035	114.58	20606	--	--
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	73055	-42169	48.70	20659	--	--
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	48330	-37223	25.78	20712	--	--
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	35213	-34599	15.65	20765	--	--
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	27166	-32989	10.35	20818	--	--
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	21773	-31910	7.26	20870	--	--
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	17937	-31143	5.31	20923	--	--
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	15089	-30573	4.02	20976	--	--
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	12902	-30136	3.13	21029	--	--
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	11181	-29791	2.48	21082	--	--
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	9796	-29514	2.01	21135	--	--
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	8664	-29288	1.65	21188	--	--
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	7724	-29100	1.37	21241	--	--
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	6934	-28942	1.16	21293	--	--
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	10713	-49277	1.68	25539	--	--
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	9734	-49108	1.44	25592	--	--
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	8886	-48962	1.25	25645	--	--
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	8147	-48834	1.09	25698	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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]
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]
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)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0	17378	530.64	19216	--	--
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0	17378	133.26	19216	--	--
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0	17378	59.50	19216	--	--
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	0	17378	33.62	19216	--	--
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	17378	21.62	19216	--	--
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	0	17378	15.08	19216	--	--
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	0	17378	11.13	19216	--	--
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	0	17378	8.56	19216	--	--
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	0	17378	6.80	19216	--	--
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	17378	5.53	19216	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	34.22	19216	--	--
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	8.88	19216	--	--
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	4.14	19216	--	--
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	2.45	19216	--	--
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	1.66	19216	--	--
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	1.21	19216	--	--
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.04	19216	--	--
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	1.65	19216	--	--
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	1.38	19216	--	--
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	1.19	19216	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=6290.7 [kgm] T=18862.6 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.22

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	19783.37	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	18862.61	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	5965.23	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.63	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	34500.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18862.61	[kg]
------------------------------------------------------	----------	------

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	52965.23	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-20285.05	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	46513.80	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	113815.81	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	52965.23	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18862.61	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	56223.78	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25387.15	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.45
------------------------------------------	------

Stabilità globale muro + terreno**Combinazione n° 6**

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 Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.28 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 8.48

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.29

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.19

Larghezza della striscia dx[m]= 0.58

Coefficiente di sicurezza C= 1.13

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	1606.06	79.35	1578.39	3.13	20.56	0.01	0.00
2	3836.84	64.20	3454.27	1.33	22.18	0.06	0.00
3	6325.93	56.18	5255.30	1.04	22.18	0.06	0.00
4	7224.73	49.63	5504.71	0.89	22.18	0.06	0.00
5	7870.68	43.89	5456.90	0.80	22.18	0.06	0.00
6	8403.00	38.67	5250.33	0.74	22.18	0.06	0.00
7	9099.63	33.80	5062.71	0.70	22.18	0.06	0.00
8	9469.47	29.21	4620.56	0.66	22.18	0.06	0.00
9	9729.26	24.81	4081.84	0.64	22.18	0.06	0.00
10	9982.15	20.56	3505.28	0.62	22.18	0.06	0.00
11	10469.68	16.43	2960.58	0.60	22.18	0.06	0.00
12	7403.17	12.38	1587.27	0.59	22.18	0.06	0.00
13	2569.90	8.40	375.30	0.59	22.18	0.06	0.00
14	2553.17	4.45	198.31	0.58	22.18	0.06	0.00
15	2579.52	0.53	24.00	0.58	22.18	0.06	0.00
16	2564.46	-3.39	-151.45	0.58	22.18	0.06	0.00
17	2507.78	-7.32	-319.55	0.58	22.18	0.06	0.00
18	2408.67	-11.29	-471.60	0.59	22.18	0.06	0.00
19	2265.64	-15.32	-598.49	0.60	22.18	0.06	0.00
20	2076.40	-19.42	-690.48	0.61	22.18	0.06	0.00
21	1837.71	-23.64	-736.78	0.63	22.18	0.06	0.00
22	1544.98	-27.99	-725.09	0.66	22.18	0.06	0.00
23	1191.80	-32.53	-640.87	0.69	22.18	0.06	0.00
24	768.94	-37.31	-466.11	0.73	22.18	0.06	0.00
25	262.64	-42.43	-177.19	0.78	22.18	0.06	0.00

 $\Sigma W_i = 116552.20$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 43938.11$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 39837.86$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 9764.66$ [kg]**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	11426.52	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10885.40	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	3474.67	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.70	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.32	[°]		

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Incremento sismico della spinta	3041.36	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.32	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	27000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	1024.49	[kg]		
Inerzia verticale del muro	512.24	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2212.90	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1106.45	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	17020.12	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45518.20	[kg]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-17603.17	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45518.20	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	17020.12	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	48596.20	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.50	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	20952.82	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	77973.68	[kg]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.3268	[kg/cm ²]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2743	[kg/cm ²]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.74$	$i_q = 0.74$	$i_\gamma = 0.28$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.42$	$N'_q = 9.93$	$N'_\gamma = 2.67$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.71

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	4.64	32.03
3	0.60	750.00	24.06	108.47
4	0.90	1125.00	76.50	252.49
5	1.20	1500.00	182.38	464.71
6	1.50	1875.00	362.15	745.14
7	1.80	2250.00	636.28	1093.77
8	2.10	2625.00	1025.23	1510.61
9	2.40	3000.00	1549.47	1995.67
10	2.70	3375.00	2229.45	2548.94
11	3.00	3750.00	3085.69	3171.40
12	3.30	4125.00	4140.13	3870.86
13	3.60	4500.00	5415.15	4639.01
14	3.90	4875.00	6929.57	5467.75
15	4.20	5250.00	8702.42	6362.53
16	4.50	5625.00	10753.89	7325.30
17	4.80	6000.00	13104.42	8356.27
18	5.10	6375.00	15774.47	9455.44
19	5.40	6750.00	18784.51	10622.82
20	5.70	7125.00	22154.93	11857.60
21	6.00	7500.00	25904.58	13145.60

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	27.40	1093.56
3	0.10	109.11	2172.46
4	0.15	244.40	3236.70
5	0.20	432.54	4286.27
6	0.25	672.78	5321.19
7	0.30	964.41	6341.45
8	0.35	1306.69	7347.04
9	0.40	1698.87	8337.98
10	0.45	2140.24	9314.25
11	0.50	2630.05	10275.86

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-314.65	-2456.09

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

3	0.50	-1197.50	-4545.66
4	0.75	-2517.87	-5956.21
5	1.00	-4145.06	-7000.23
6	1.25	-5987.44	-7677.74
7	1.50	-7953.39	-7988.72
8	1.75	-9951.26	-7933.18
9	2.00	-11889.43	-7511.12
10	2.25	-13676.28	-6722.54
11	2.50	-15220.16	-5567.43

Armature e tensioni nei materiali del muroCombinazione n° 7

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] 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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0	0	1000.00	20447	--	--
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	737283	-9115	1966.09	20500	--	--
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	716732	-22993	955.64	20553	--	--
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	639352	-43476	568.31	20606	--	--
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	498113	-60563	332.08	20659	--	--
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	362089	-69936	193.11	20712	--	--
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	225043	-63640	100.02	20765	--	--
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	136069	-53144	51.84	20818	--	--
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	87076	-44974	29.03	20870	--	--
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	59832	-39524	17.73	20923	--	--
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	44243	-36405	11.80	20976	--	--
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	34288	-34414	8.31	21029	--	--
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	27463	-33049	6.10	21082	--	--
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	22560	-32068	4.63	21135	--	--
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	18905	-31336	3.60	21188	--	--
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	16097	-30775	2.86	21241	--	--
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	13888	-30333	2.31	21293	--	--
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	20605	-50987	3.23	25539	--	--
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	18170	-50566	2.69	25592	--	--
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	16150	-50217	2.27	25645	--	--
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	14454	-49924	1.93	25698	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

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]
N _u	sfuerzo 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)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0	17378	634.22	19216	--	--
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0	17378	159.27	19216	--	--
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0	17378	71.10	19216	--	--
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	0	17378	40.18	19216	--	--
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	17378	25.83	19216	--	--
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	0	17378	18.02	19216	--	--
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	0	17378	13.30	19216	--	--
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	0	17378	10.23	19216	--	--
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	0	17378	8.12	19216	--	--
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	17378	6.61	19216	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	55.23	19216	--	--
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	14.51	19216	--	--
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	6.90	19216	--	--
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	4.19	19216	--	--
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	2.90	19216	--	--
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	2.18	19216	--	--
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	3.78	19216	--	--
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	3.16	19216	--	--
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.75	19216	--	--
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.47	19216	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5676.2 [kgm] T=17020.1 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.46

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	11426.52	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10885.40	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	3474.67	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.70	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.32	[°]		
Incremento sismico della spinta	1827.46	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	27000.00	[kg]		

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	1024.49	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-512.24	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2212.90	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1106.45	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15863.71	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	41911.69	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-16393.31	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	41911.69	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15863.71	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	44813.47	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	19994.28	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	76062.76	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.1768	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2182	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.73$	$i_q = 0.73$	$i_\gamma = 0.27$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.33$	$N'_q = 9.88$	$N'_\gamma = 2.59$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.81

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	4.63	31.94
3	0.60	750.00	23.65	105.05
4	0.90	1125.00	73.95	240.83
5	1.20	1500.00	174.47	439.85
6	1.50	1875.00	344.19	702.11
7	1.80	2250.00	602.07	1027.62
8	2.10	2625.00	967.08	1416.37
9	2.40	3000.00	1458.21	1868.37
10	2.70	3375.00	2094.43	2383.63
11	3.00	3750.00	2894.75	2963.05
12	3.30	4125.00	3879.53	3613.86
13	3.60	4500.00	5069.50	4328.36
14	3.90	4875.00	6482.13	5099.04
15	4.20	5250.00	8135.07	5930.97
16	4.50	5625.00	10047.03	6825.94
17	4.80	6000.00	12236.96	7784.15
18	5.10	6375.00	14723.84	8805.59
19	5.40	6750.00	17526.64	9890.28
20	5.70	7125.00	20664.28	11037.47
21	6.00	7500.00	24154.23	12234.01

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	25.53	1018.90
3	0.10	101.66	2023.81
4	0.15	227.68	3014.73
5	0.20	402.90	3991.66
6	0.25	626.61	4954.59
7	0.30	898.12	5903.54
8	0.35	1216.73	6838.50
9	0.40	1581.74	7759.47
10	0.45	1992.45	8666.45
11	0.50	2448.15	9559.43

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-332.88	-2604.71

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

3	0.50	-1273.21	-4859.67
4	0.75	-2694.50	-6452.37
5	1.00	-4470.25	-7695.32
6	1.25	-6513.01	-8588.51
7	1.50	-8735.36	-9131.95
8	1.75	-11049.84	-9325.63
9	2.00	-13369.03	-9169.57
10	2.25	-15605.48	-8663.74
11	2.50	-17671.75	-7808.17

Armature e tensioni nei materiali del muro**Combinazione n° 8**

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] 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]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kg]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0	0	1000.00	20447	--	--
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	737288	-9111	1966.10	20500	--	--
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	717285	-22620	956.38	20553	--	--
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	646354	-42489	574.54	20606	--	--
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	510088	-59332	340.06	20659	--	--
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	378581	-69495	201.91	20712	--	--
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	244333	-65380	108.59	20765	--	--
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	150170	-55325	57.21	20818	--	--
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	96336	-46826	32.11	20870	--	--
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	65524	-40662	19.41	20923	--	--
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	48182	-37193	12.85	20976	--	--
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	37214	-34999	9.02	21029	--	--
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	29740	-33504	6.61	21082	--	--
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	24393	-32434	5.00	21135	--	--
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	20419	-31639	3.89	21188	--	--
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	17373	-31030	3.09	21241	--	--
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	14980	-30551	2.50	21293	--	--
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	22195	-51261	3.48	25539	--	--
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	19567	-50807	2.90	25592	--	--
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	17388	-50431	2.44	25645	--	--
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	15561	-50115	2.07	25698	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

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]
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)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0	17378	680.66	19216	--	--
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0	17378	170.95	19216	--	--
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0	17378	76.33	19216	--	--
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	0	17378	43.13	19216	--	--
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	17378	27.73	19216	--	--
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	0	17378	19.35	19216	--	--
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	0	17378	14.28	19216	--	--
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	0	17378	10.99	19216	--	--
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	0	17378	8.72	19216	--	--
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	17378	7.10	19216	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0	0	1000.00	19216	--	--
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	52.21	19216	--	--
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	13.65	19216	--	--
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	6.45	19216	--	--
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	3.89	19216	--	--
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	2.67	19216	--	--
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	0	-17378	1.99	19216	--	--
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	3.40	19216	--	--
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.81	19216	--	--
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.41	19216	--	--
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	0	-37608	2.13	19216	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5290.5 [kgm] T=15863.7 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.64

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	11426.52	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10885.40	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	3474.67	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.70	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.32	[°]		
Incremento sismico della spinta	4726.15	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	48.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	27000.00	[kg]		

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	1536.73	[kg]		
Inerzia verticale del muro	768.37	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3319.34	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1659.67	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	20243.81	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	46839.87	[kg]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-18540.24	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	43876.56	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	97929.43	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	46839.87	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	20243.81	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.60	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.46	[m]		
Risultante in fondazione	51027.30	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.37	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	27916.91	[kgm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.23
------------------------------------------	------

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	11426.52	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	10885.40	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	3474.67	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.70	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.32	[°]		

Incremento sismico della spinta	2931.86	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.62	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.63	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	27000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	1536.73	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-768.37	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3319.34	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1659.67	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18534.49	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	41438.17	[kg]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-16711.31	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	45339.94	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	91344.24	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	41438.17	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18534.49	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.64	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.33	[m]		
Risultante in fondazione	45394.38	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.10	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26512.50	[kgm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.01
------------------------------------------	------

Stabilità globale muro + terreno**Combinazione n° 11**

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 Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.71 Y[m]= 0.57

Raggio del cerchio R[m]= 8.66

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.94

Larghezza della striscia dx[m]= 0.57

Coefficiente di sicurezza C= 1.36

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	1315.25	77.36	1283.36	2.62	25.00	0.01	0.00
2	3248.35	64.47	2931.25	1.33	26.42	0.05	0.00
3	4314.21	56.63	3603.02	1.04	27.00	0.07	0.00
4	5116.71	50.23	3932.63	0.90	27.00	0.07	0.00
5	5762.22	44.61	4046.44	0.80	27.00	0.07	0.00
6	6296.42	39.49	4004.41	0.74	27.00	0.07	0.00
7	6744.16	34.73	3842.67	0.70	27.00	0.07	0.00
8	7218.35	30.24	3635.19	0.66	27.00	0.07	0.00
9	7762.84	25.94	3395.85	0.64	27.00	0.07	0.00
10	7898.18	21.80	2932.65	0.62	27.00	0.07	0.00
11	8110.73	17.77	2475.19	0.60	27.00	0.07	0.00
12	8277.92	13.83	1978.82	0.59	27.00	0.07	0.00
13	10477.13	9.96	1811.76	0.58	27.00	0.07	0.00
14	2275.84	6.13	243.07	0.58	27.00	0.07	0.00
15	2145.36	2.33	87.29	0.57	27.00	0.07	0.00
16	2149.87	-1.46	-54.67	0.57	27.00	0.07	0.00
17	2115.24	-5.25	-193.65	0.57	27.00	0.07	0.00
18	2041.01	-9.07	-321.80	0.58	27.00	0.07	0.00
19	1926.15	-12.93	-431.05	0.59	27.00	0.07	0.00
20	1769.02	-16.85	-512.86	0.60	27.00	0.07	0.00
21	1567.21	-20.86	-558.00	0.61	27.00	0.07	0.00
22	1317.38	-24.97	-556.18	0.63	27.00	0.07	0.00
23	1014.85	-29.23	-495.59	0.66	27.00	0.07	0.00
24	653.13	-33.68	-362.16	0.69	27.00	0.07	0.00
25	222.94	-38.37	-138.38	0.73	27.00	0.07	0.00

 $\Sigma W_i = 101740.48$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 36579.25$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 44288.13$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 11634.34$ [kg]

Stabilità globale muro + terreno**Combinazione n° 12**

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 Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.71 Y[m]= 0.57

Raggio del cerchio R[m]= 8.66

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.94

Larghezza della striscia dx[m]= 0.57

Coefficiente di sicurezza C= 1.37

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	1315.25	77.36	1283.36	2.62	25.00	0.01	0.00
2	3248.35	64.47	2931.25	1.33	26.42	0.05	0.00
3	4314.21	56.63	3603.02	1.04	27.00	0.07	0.00
4	5116.71	50.23	3932.63	0.90	27.00	0.07	0.00
5	5762.22	44.61	4046.44	0.80	27.00	0.07	0.00
6	6296.42	39.49	4004.41	0.74	27.00	0.07	0.00
7	6744.16	34.73	3842.67	0.70	27.00	0.07	0.00
8	7218.35	30.24	3635.19	0.66	27.00	0.07	0.00
9	7762.84	25.94	3395.85	0.64	27.00	0.07	0.00
10	7898.18	21.80	2932.65	0.62	27.00	0.07	0.00
11	8110.73	17.77	2475.19	0.60	27.00	0.07	0.00
12	8277.92	13.83	1978.82	0.59	27.00	0.07	0.00
13	10477.13	9.96	1811.76	0.58	27.00	0.07	0.00
14	2275.84	6.13	243.07	0.58	27.00	0.07	0.00
15	2145.36	2.33	87.29	0.57	27.00	0.07	0.00
16	2149.87	-1.46	-54.67	0.57	27.00	0.07	0.00
17	2115.24	-5.25	-193.65	0.57	27.00	0.07	0.00
18	2041.01	-9.07	-321.80	0.58	27.00	0.07	0.00
19	1926.15	-12.93	-431.05	0.59	27.00	0.07	0.00
20	1769.02	-16.85	-512.86	0.60	27.00	0.07	0.00
21	1567.21	-20.86	-558.00	0.61	27.00	0.07	0.00
22	1317.38	-24.97	-556.18	0.63	27.00	0.07	0.00
23	1014.85	-29.23	-495.59	0.66	27.00	0.07	0.00
24	653.13	-33.68	-362.16	0.69	27.00	0.07	0.00
25	222.94	-38.37	-138.38	0.73	27.00	0.07	0.00

 $\Sigma W_i = 101740.48$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 36579.25$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 44288.13$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 11634.34$ [kg]**COMBINAZIONE n° 13**

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13353.59	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48723.71	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-18213.35	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48723.71	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13353.59	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	50520.47	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15587.69	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	114415.34	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.1556	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.6286	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.83$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.50$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$

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

	$N'_c = 20.86$	$N'_q = 11.24$	$N'_\gamma = 4.85$
--	----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.35

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	26.78	187.95
3	0.60	750.00	118.41	432.26
4	0.90	1125.00	291.74	732.65
5	1.20	1500.00	563.59	1089.02
6	1.50	1875.00	950.75	1501.38
7	1.80	2250.00	1470.02	1969.74
8	2.10	2625.00	2138.20	2494.09
9	2.40	3000.00	2972.07	3074.43
10	2.70	3375.00	3988.45	3710.76
11	3.00	3750.00	5204.13	4403.09
12	3.30	4125.00	6635.90	5151.35
13	3.60	4500.00	8300.54	5955.57
14	3.90	4875.00	10214.86	6815.95
15	4.20	5250.00	12395.72	7732.44
16	4.50	5625.00	14859.92	8704.92
17	4.80	6000.00	17624.27	9733.40
18	5.10	6375.00	20705.56	10817.87
19	5.40	6750.00	24120.59	11958.33
20	5.70	7125.00	27886.12	13154.15
21	6.00	7500.00	32017.62	14393.76

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 13

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	25.29	1009.84
3	0.10	100.80	2008.77
4	0.15	225.99	2996.80
5	0.20	400.30	3973.91
6	0.25	623.20	4940.13
7	0.30	894.13	5895.43
8	0.35	1212.56	6839.83
9	0.40	1577.93	7773.32
10	0.45	1989.71	8695.90
11	0.50	2447.34	9607.58

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 13

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-270.32	-2117.10

3	0.50	-1035.83	-3961.52
4	0.75	-2189.29	-5220.78
5	1.00	-3623.49	-6207.36
6	1.25	-5270.25	-6921.27
7	1.50	-7061.40	-7362.51
8	1.75	-8928.78	-7531.08
9	2.00	-10804.22	-7426.98
10	2.25	-12619.55	-7050.21
11	2.50	-14306.61	-6400.77

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 13

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.13	0.05	-0.29	-1.84
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.43	0.11	2.32	-5.87
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.05	0.18	15.12	-13.77
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.03	0.27	42.83	-25.77
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.40	0.38	87.57	-42.19
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.22	0.49	151.55	-63.60
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	7.53	0.62	237.10	-90.61
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	10.39	0.77	346.61	-123.85
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	13.87	0.93	482.49	-163.94
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	18.00	1.10	647.14	-211.52
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	22.86	1.29	842.99	-267.23
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	28.49	1.49	1072.43	-331.68
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	34.96	1.71	1337.91	-405.53
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	42.31	1.94	1641.84	-489.39
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	50.61	2.18	1986.65	-583.91
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	59.91	2.44	2374.76	-689.71
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	58.05	2.71	1650.26	-709.84
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	67.49	2.99	1932.61	-824.37
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	77.89	3.29	2244.53	-950.50
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	89.29	3.60	2587.33	-1088.74

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 13

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.10	0.25	5.74	-1.02
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.39	0.50	22.88	-4.06
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0.88	0.75	51.29	-9.10
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.56	0.99	90.85	-16.12
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.43	1.24	141.44	-25.09
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	3.49	1.48	202.93	-36.00
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	4.73	1.71	275.20	-48.82
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	6.15	1.95	358.13	-63.53
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	7.76	2.18	451.59	-80.10
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	9.54	2.40	555.45	-98.53

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.05	-0.53	-10.88	61.35
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	4.04	-0.99	-41.70	235.09
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	8.54	-1.31	-88.14	496.89
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	14.13	-1.55	-145.88	822.39
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	20.55	-1.73	-212.17	1196.15
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	27.53	-1.84	-284.28	1602.67
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	26.03	-1.89	-305.11	946.45
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	31.50	-1.86	-369.20	1145.24
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	36.79	-1.76	-431.23	1337.67
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	41.71	-1.60	-488.88	1516.49

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=4453.4 [kgm] T=13353.6 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.13

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-27	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-118	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-292	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-564	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-951	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1470	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2138	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-2972	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-3988	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5204	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-6636	0.0000	0.00	0.000
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-8301	0.0306	104.50	0.054
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-10215	0.0440	104.50	0.078
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-12396	0.0621	104.50	0.110
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-14860	0.0813	104.50	0.144
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-17624	0.1020	104.50	0.181
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-20706	0.0723	76.33	0.094
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-24121	0.0866	76.33	0.112
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-27886	0.1022	76.33	0.133
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-32018	0.1192	76.33	0.155

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	25	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	101	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	226	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	400	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	623	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	894	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1213	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1578	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	1990	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2447	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-14307	0.0620	86.41	0.091
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-12620	0.0521	86.41	0.077
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-10804	0.0410	86.41	0.060
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-8929	0.0287	86.41	0.042
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-7061	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-5270	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-3623	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-2189	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1036	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-270	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13353.59	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48723.71	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-18213.35	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48723.71	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13353.59	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	50520.47	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15587.69	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	114415.34	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.1556	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.6286	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.83$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.50$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 20.86$	$N'_q = 11.24$	$N'_\gamma = 4.85$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.35

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	26.78	187.95
3	0.60	750.00	118.41	432.26
4	0.90	1125.00	291.74	732.65
5	1.20	1500.00	563.59	1089.02
6	1.50	1875.00	950.75	1501.38
7	1.80	2250.00	1470.02	1969.74
8	2.10	2625.00	2138.20	2494.09
9	2.40	3000.00	2972.07	3074.43
10	2.70	3375.00	3988.45	3710.76
11	3.00	3750.00	5204.13	4403.09
12	3.30	4125.00	6635.90	5151.35
13	3.60	4500.00	8300.54	5955.57
14	3.90	4875.00	10214.86	6815.95
15	4.20	5250.00	12395.72	7732.44
16	4.50	5625.00	14859.92	8704.92
17	4.80	6000.00	17624.27	9733.40
18	5.10	6375.00	20705.56	10817.87
19	5.40	6750.00	24120.59	11958.33
20	5.70	7125.00	27886.12	13154.15
21	6.00	7500.00	32017.62	14393.76

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 14

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	25.29	1009.84
3	0.10	100.80	2008.77
4	0.15	225.99	2996.80
5	0.20	400.30	3973.91
6	0.25	623.20	4940.13
7	0.30	894.13	5895.43
8	0.35	1212.56	6839.83
9	0.40	1577.93	7773.32
10	0.45	1989.71	8695.90
11	0.50	2447.34	9607.58

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 14

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-270.32	-2117.10

3	0.50	-1035.83	-3961.52
4	0.75	-2189.29	-5220.78
5	1.00	-3623.49	-6207.36
6	1.25	-5270.25	-6921.27
7	1.50	-7061.40	-7362.51
8	1.75	-8928.78	-7531.08
9	2.00	-10804.22	-7426.98
10	2.25	-12619.55	-7050.21
11	2.50	-14306.61	-6400.77

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 14

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.13	0.05	-0.29	-1.84
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.43	0.11	2.32	-5.87
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.05	0.18	15.12	-13.77
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.03	0.27	42.83	-25.77
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.40	0.38	87.57	-42.19
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.22	0.49	151.55	-63.60
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	7.53	0.62	237.10	-90.61
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	10.39	0.77	346.61	-123.85
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	13.87	0.93	482.49	-163.94
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	18.00	1.10	647.14	-211.52
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	22.86	1.29	842.99	-267.23
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	28.49	1.49	1072.43	-331.68
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	34.96	1.71	1337.91	-405.53
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	42.31	1.94	1641.84	-489.39
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	50.61	2.18	1986.65	-583.91
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	59.91	2.44	2374.76	-689.71
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	58.05	2.71	1650.26	-709.84
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	67.49	2.99	1932.61	-824.37
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	77.89	3.29	2244.53	-950.50
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	89.29	3.60	2587.33	-1088.74

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 14

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.10	0.25	5.74	-1.02
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.39	0.50	22.88	-4.06
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0.88	0.75	51.29	-9.10
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.56	0.99	90.85	-16.12
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.43	1.24	141.44	-25.09
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	3.49	1.48	202.93	-36.00
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	4.73	1.71	275.20	-48.82
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	6.15	1.95	358.13	-63.53
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	7.76	2.18	451.59	-80.10
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	9.54	2.40	555.45	-98.53

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.05	-0.53	-10.88	61.35
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	4.04	-0.99	-41.70	235.09
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	8.54	-1.31	-88.14	496.89
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	14.13	-1.55	-145.88	822.39
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	20.55	-1.73	-212.17	1196.15
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	27.53	-1.84	-284.28	1602.67
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	26.03	-1.89	-305.11	946.45
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	31.50	-1.86	-369.20	1145.24
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	36.79	-1.76	-431.23	1337.67
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	41.71	-1.60	-488.88	1516.49

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=4453.4 [kgm] T=13353.6 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.13

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 14

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-27	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-118	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-292	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-564	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-951	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1470	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2138	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-2972	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-3988	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5204	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-6636	0.0000	0.00	0.000
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-8301	0.0306	104.50	0.054
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-10215	0.0440	104.50	0.078
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-12396	0.0621	104.50	0.110
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-14860	0.0813	104.50	0.144
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-17624	0.1020	104.50	0.181
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-20706	0.0723	76.33	0.094
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-24121	0.0866	76.33	0.112
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-27886	0.1022	76.33	0.133
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-32018	0.1192	76.33	0.155

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	25	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	101	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	226	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	400	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	623	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	894	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1213	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1578	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	1990	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2447	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-14307	0.0620	86.41	0.091
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-12620	0.0521	86.41	0.077
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-10804	0.0410	86.41	0.060
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-8929	0.0287	86.41	0.042
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-7061	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-5270	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-3623	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-2189	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1036	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-270	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13353.59	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48723.71	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-18213.35	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48723.71	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13353.59	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	50520.47	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15587.69	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	114415.34	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.1556	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.6286	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.83$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.50$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 20.86$	$N'_q = 11.24$	$N'_\gamma = 4.85$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.35

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	26.78	187.95
3	0.60	750.00	118.41	432.26
4	0.90	1125.00	291.74	732.65
5	1.20	1500.00	563.59	1089.02
6	1.50	1875.00	950.75	1501.38
7	1.80	2250.00	1470.02	1969.74
8	2.10	2625.00	2138.20	2494.09
9	2.40	3000.00	2972.07	3074.43
10	2.70	3375.00	3988.45	3710.76
11	3.00	3750.00	5204.13	4403.09
12	3.30	4125.00	6635.90	5151.35
13	3.60	4500.00	8300.54	5955.57
14	3.90	4875.00	10214.86	6815.95
15	4.20	5250.00	12395.72	7732.44
16	4.50	5625.00	14859.92	8704.92
17	4.80	6000.00	17624.27	9733.40
18	5.10	6375.00	20705.56	10817.87
19	5.40	6750.00	24120.59	11958.33
20	5.70	7125.00	27886.12	13154.15
21	6.00	7500.00	32017.62	14393.76

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	25.29	1009.84
3	0.10	100.80	2008.77
4	0.15	225.99	2996.80
5	0.20	400.30	3973.91
6	0.25	623.20	4940.13
7	0.30	894.13	5895.43
8	0.35	1212.56	6839.83
9	0.40	1577.93	7773.32
10	0.45	1989.71	8695.90
11	0.50	2447.34	9607.58

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-270.32	-2117.10

3	0.50	-1035.83	-3961.52
4	0.75	-2189.29	-5220.78
5	1.00	-3623.49	-6207.36
6	1.25	-5270.25	-6921.27
7	1.50	-7061.40	-7362.51
8	1.75	-8928.78	-7531.08
9	2.00	-10804.22	-7426.98
10	2.25	-12619.55	-7050.21
11	2.50	-14306.61	-6400.77

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.13	0.05	-0.29	-1.84
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.43	0.11	2.32	-5.87
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.05	0.18	15.12	-13.77
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.03	0.27	42.83	-25.77
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.40	0.38	87.57	-42.19
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.22	0.49	151.55	-63.60
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	7.53	0.62	237.10	-90.61
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	10.39	0.77	346.61	-123.85
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	13.87	0.93	482.49	-163.94
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	18.00	1.10	647.14	-211.52
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	22.86	1.29	842.99	-267.23
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	28.49	1.49	1072.43	-331.68
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	34.96	1.71	1337.91	-405.53
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	42.31	1.94	1641.84	-489.39
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	50.61	2.18	1986.65	-583.91
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	59.91	2.44	2374.76	-689.71
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	58.05	2.71	1650.26	-709.84
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	67.49	2.99	1932.61	-824.37
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	77.89	3.29	2244.53	-950.50
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	89.29	3.60	2587.33	-1088.74

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.10	0.25	5.74	-1.02
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.39	0.50	22.88	-4.06
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	0.88	0.75	51.29	-9.10
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.56	0.99	90.85	-16.12
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.43	1.24	141.44	-25.09
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	3.49	1.48	202.93	-36.00
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	4.73	1.71	275.20	-48.82
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	6.15	1.95	358.13	-63.53
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	7.76	2.18	451.59	-80.10
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	9.54	2.40	555.45	-98.53

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.05	-0.53	-10.88	61.35
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	4.04	-0.99	-41.70	235.09
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	8.54	-1.31	-88.14	496.89
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	14.13	-1.55	-145.88	822.39
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	20.55	-1.73	-212.17	1196.15
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	27.53	-1.84	-284.28	1602.67
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	26.03	-1.89	-305.11	946.45
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	31.50	-1.86	-369.20	1145.24
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	36.79	-1.76	-431.23	1337.67
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	41.71	-1.60	-488.88	1516.49

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=4453.4 [kgm] T=13353.6 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.13

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-27	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-118	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-292	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-564	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-951	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1470	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2138	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-2972	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-3988	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5204	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-6636	0.0000	0.00	0.000
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-8301	0.0306	104.50	0.054
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-10215	0.0440	104.50	0.078
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-12396	0.0621	104.50	0.110
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-14860	0.0813	104.50	0.144
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-17624	0.1020	104.50	0.181
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-20706	0.0723	76.33	0.094
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-24121	0.0866	76.33	0.112
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-27886	0.1022	76.33	0.133
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-32018	0.1192	76.33	0.155

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	25	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	101	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	226	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	400	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	623	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	894	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1213	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1578	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	1990	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2447	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-14307	0.0620	86.41	0.091
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-12620	0.0521	86.41	0.077
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-10804	0.0410	86.41	0.060
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-8929	0.0287	86.41	0.042
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-7061	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-5270	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-3623	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-2189	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1036	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-270	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	1392.00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	468.45	[kg]		
Inerzia verticale del muro	234.23	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1199.24	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	599.62	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	16348.47	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	49977.34	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-19172.09	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	49977.34	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	16348.47	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	52583.34	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	23114.29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	89297.15	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.5601	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2958	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.58$	$N'_q = 10.55$	$N'_\gamma = 3.64$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.79

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	31.47	220.08
3	0.60	750.00	138.23	501.94
4	0.90	1125.00	338.77	845.27
5	1.20	1500.00	651.53	1249.97
6	1.50	1875.00	1094.89	1716.05
7	1.80	2250.00	1687.29	2243.51
8	2.10	2625.00	2447.14	2832.34
9	2.40	3000.00	3392.84	3482.55
10	2.70	3375.00	4542.80	4194.14
11	3.00	3750.00	5915.46	4967.11
12	3.30	4125.00	7529.20	5801.39
13	3.60	4500.00	9402.42	6697.01
14	3.90	4875.00	11553.56	7654.18
15	4.20	5250.00	14001.08	8672.87
16	4.50	5625.00	16763.42	9752.95
17	4.80	6000.00	19858.99	10894.39
18	5.10	6375.00	23306.20	12097.22
19	5.40	6750.00	27123.46	13361.42
20	5.70	7125.00	31329.14	14686.30
21	6.00	7500.00	35940.22	16059.19

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	30.30	1209.44
3	0.10	120.67	2402.71
4	0.15	270.30	3579.80
5	0.20	478.38	4740.72
6	0.25	744.11	5885.47
7	0.30	1066.66	7014.04
8	0.35	1445.24	8126.44
9	0.40	1879.04	9222.67
10	0.45	2367.24	10302.72
11	0.50	2909.04	11366.60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-368.84	-2883.34

3	0.50	-1407.98	-5362.36
4	0.75	-2977.26	-7124.54
5	1.00	-4936.55	-8482.39
6	1.25	-7184.76	-9435.91
7	1.50	-9620.81	-9985.09
8	1.75	-12143.62	-10129.95
9	2.00	-14652.09	-9870.47
10	2.25	-17045.16	-9206.67
11	2.50	-19221.73	-8138.53

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 16

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.14	0.06	-0.16	-1.97
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.50	0.13	3.97	-6.71
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.22	0.21	21.01	-15.80
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.34	0.31	54.87	-29.37
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.90	0.43	107.86	-47.90
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.96	0.56	182.47	-72.05
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	8.58	0.71	281.30	-102.49
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	11.81	0.87	406.99	-139.91
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	15.73	1.05	562.16	-185.02
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	20.39	1.24	749.48	-238.49
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	25.85	1.45	971.60	-301.03
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	32.18	1.68	1231.15	-373.32
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	39.44	1.92	1530.80	-456.07
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	47.68	2.17	1873.21	-549.95
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	56.97	2.44	2261.04	-655.68
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	67.37	2.73	2696.93	-773.93
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	65.18	3.03	1869.57	-795.99
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	75.72	3.34	2185.86	-923.82
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	87.33	3.68	2534.92	-1064.51
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	100.04	4.02	2918.19	-1218.61

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 16

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.12	0.30	6.88	-1.22
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.47	0.60	27.39	-4.86
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	1.05	0.90	61.35	-10.88
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.87	1.19	108.58	-19.26
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.90	1.47	168.88	-29.96
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	4.16	1.76	242.09	-42.94
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	5.63	2.03	328.01	-58.18
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	7.33	2.31	426.47	-75.65
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	9.23	2.58	537.27	-95.30
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	11.34	2.85	660.24	-117.11

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.44	-0.72	-14.85	83.71
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	5.49	-1.34	-56.68	319.56
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	11.61	-1.78	-119.86	675.73
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	19.25	-2.12	-198.74	1120.41
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	28.01	-2.36	-289.25	1630.67
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	37.51	-2.50	-387.32	2183.56
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	35.40	-2.54	-414.97	1287.22
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	42.71	-2.47	-500.69	1553.12
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	49.69	-2.30	-582.47	1806.78
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	56.04	-2.04	-656.84	2037.50

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

 $A_{fi}=8.04$ [cmq] $A_{fs}=8.04$ [cmq]

Sollecitazioni M=5452.2 [kgm] T=16348.5 [kg]

Momento ultimo sezione $M_u = 13960.85$ [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.56

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 16

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

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]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-31	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-138	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-339	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-652	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-1095	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1687	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2447	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-3393	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-4543	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5915	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-7529	0.0278	104.50	0.049
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-9402	0.0372	104.50	0.066
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-11554	0.0557	104.50	0.099
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-14001	0.0751	104.50	0.133
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-16763	0.0960	104.50	0.171
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-19859	0.1186	104.50	0.211
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-23306	0.0834	76.33	0.108
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-27123	0.0993	76.33	0.129
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-31329	0.1166	76.33	0.151
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-35940	0.1354	76.33	0.176

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	30	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	121	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	270	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	478	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	744	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	1067	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1445	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1879	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	2367	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2909	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-19222	0.0894	86.41	0.131
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-17045	0.0775	86.41	0.114
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-14652	0.0640	86.41	0.094
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-12144	0.0493	86.41	0.072
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-9621	0.0760	146.68	0.190
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-7185	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-4937	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-2977	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1408	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-369	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	739.83	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	468.45	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-234.23	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1199.24	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-599.62	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15726.67	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48112.98	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-18523.01	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48112.98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15726.67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	50618.05	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	22302.68	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	89297.94	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.4670	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2823	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.59$	$N'_q = 10.56$	$N'_\gamma = 3.65$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.86

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	30.40	212.58
3	0.60	750.00	133.50	484.70
4	0.90	1125.00	327.14	816.05
5	1.20	1500.00	629.05	1206.53
6	1.50	1875.00	1056.97	1656.17
7	1.80	2250.00	1628.66	2164.94
8	2.10	2625.00	2361.85	2732.86
9	2.40	3000.00	3274.29	3359.93
10	2.70	3375.00	4383.72	4046.13
11	3.00	3750.00	5707.89	4791.49
12	3.30	4125.00	7264.52	5595.93
13	3.60	4500.00	9071.35	6459.47
14	3.90	4875.00	11146.14	7382.33
15	4.20	5250.00	13506.68	8364.46
16	4.50	5625.00	16170.73	9405.75
17	4.80	6000.00	19156.04	10506.17
18	5.10	6375.00	22480.35	11665.74
19	5.40	6750.00	26161.40	12884.46
20	5.70	7125.00	30216.90	14161.65
21	6.00	7500.00	34663.18	15485.09

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	29.15	1163.21
3	0.10	116.06	2310.82
4	0.15	259.97	3442.83
5	0.20	460.08	4559.22
6	0.25	715.63	5660.01
7	0.30	1025.83	6745.20
8	0.35	1389.89	7814.78
9	0.40	1807.04	8868.76
10	0.45	2276.51	9907.13
11	0.50	2797.50	10929.90

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-373.66	-2924.23

3	0.50	-1429.60	-5458.33
4	0.75	-3031.25	-7289.79
5	1.00	-5041.99	-8731.12
6	1.25	-7364.30	-9782.32
7	1.50	-9900.64	-10443.38
8	1.75	-12553.48	-10714.30
9	2.00	-15225.28	-10595.10
10	2.25	-17818.51	-10085.75
11	2.50	-20235.64	-9186.28

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 17

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.14	0.05	-0.19	-1.94
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.48	0.12	3.54	-6.51
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.18	0.20	19.52	-15.30
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.26	0.30	51.77	-28.45
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.77	0.41	102.50	-46.40
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.76	0.54	174.11	-69.77
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	8.29	0.68	269.09	-99.21
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	11.41	0.84	389.97	-135.39
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	15.20	1.01	539.29	-178.98
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	19.69	1.20	719.61	-230.63
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	24.97	1.40	933.48	-291.02
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	31.07	1.62	1183.46	-360.82
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	38.07	1.85	1472.09	-440.69
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	46.03	2.09	1801.95	-531.31
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	54.99	2.35	2175.60	-633.34
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	65.03	2.63	2595.59	-747.45
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	62.92	2.92	1799.93	-768.63
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	73.09	3.23	2104.72	-891.96
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	84.28	3.54	2441.11	-1027.68
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	96.54	3.88	2810.47	-1176.33

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 17

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.11	0.29	6.61	-1.17
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.45	0.58	26.34	-4.67
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	1.01	0.86	59.00	-10.47
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.79	1.14	104.42	-18.52
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.79	1.42	162.42	-28.81
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	4.00	1.69	232.82	-41.30
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	5.42	1.96	315.45	-55.96
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	7.04	2.22	410.13	-72.75
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	8.88	2.48	516.68	-91.65
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	10.91	2.74	634.93	-112.62

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.46	-0.73	-15.04	84.81
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	5.57	-1.37	-57.55	324.47
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	11.82	-1.82	-122.03	687.98
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	19.66	-2.19	-202.98	1144.34
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	28.71	-2.45	-296.48	1671.42
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	38.60	-2.61	-398.59	2247.07
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	36.60	-2.68	-428.98	1330.66
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	44.39	-2.65	-520.28	1613.87
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	51.95	-2.52	-608.89	1888.75
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	58.99	-2.30	-691.49	2144.97

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5244.8 [kgm] T=15726.7 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.66

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 17

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-30	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-134	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-327	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-629	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-1057	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1629	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2362	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-3274	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-4384	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5708	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-7265	0.0000	0.00	0.000
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-9071	0.0341	104.50	0.061
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-11146	0.0522	104.50	0.093
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-13507	0.0712	104.50	0.126
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-16171	0.0915	104.50	0.163
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-19156	0.1134	104.50	0.202
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-22480	0.0799	76.33	0.104
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-26161	0.0953	76.33	0.124
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-30217	0.1120	76.33	0.145
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-34663	0.1301	76.33	0.169

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	29	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	116	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	260	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	460	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	716	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	1026	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1390	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1807	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	2277	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2797	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-20236	0.0949	86.41	0.139
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-17819	0.0817	86.41	0.120
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-15225	0.0673	86.41	0.099
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-12553	0.0517	86.41	0.076
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-9901	0.0799	146.68	0.199
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-7364	0.0478	146.68	0.119
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-5042	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-3031	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1430	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-374	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	1392.00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	468.45	[kg]		
Inerzia verticale del muro	234.23	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1199.24	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	599.62	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	16348.47	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	49977.34	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-19172.09	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	49977.34	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	16348.47	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	52583.34	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	23114.29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	89297.15	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.5601	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2958	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.58$	$N'_q = 10.55$	$N'_\gamma = 3.64$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.79

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	31.47	220.08
3	0.60	750.00	138.23	501.94
4	0.90	1125.00	338.77	845.27
5	1.20	1500.00	651.53	1249.97
6	1.50	1875.00	1094.89	1716.05
7	1.80	2250.00	1687.29	2243.51
8	2.10	2625.00	2447.14	2832.34
9	2.40	3000.00	3392.84	3482.55
10	2.70	3375.00	4542.80	4194.14
11	3.00	3750.00	5915.46	4967.11
12	3.30	4125.00	7529.20	5801.39
13	3.60	4500.00	9402.42	6697.01
14	3.90	4875.00	11553.56	7654.18
15	4.20	5250.00	14001.08	8672.87
16	4.50	5625.00	16763.42	9752.95
17	4.80	6000.00	19858.99	10894.39
18	5.10	6375.00	23306.20	12097.22
19	5.40	6750.00	27123.46	13361.42
20	5.70	7125.00	31329.14	14686.30
21	6.00	7500.00	35940.22	16059.19

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	30.30	1209.44
3	0.10	120.67	2402.71
4	0.15	270.30	3579.80
5	0.20	478.38	4740.72
6	0.25	744.11	5885.47
7	0.30	1066.66	7014.04
8	0.35	1445.24	8126.44
9	0.40	1879.04	9222.67
10	0.45	2367.24	10302.72
11	0.50	2909.04	11366.60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 18

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-368.84	-2883.34

3	0.50	-1407.98	-5362.36
4	0.75	-2977.26	-7124.54
5	1.00	-4936.55	-8482.39
6	1.25	-7184.76	-9435.91
7	1.50	-9620.81	-9985.09
8	1.75	-12143.62	-10129.95
9	2.00	-14652.09	-9870.47
10	2.25	-17045.16	-9206.67
11	2.50	-19221.73	-8138.53

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 18

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.14	0.06	-0.16	-1.97
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.50	0.13	3.97	-6.71
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.22	0.21	21.01	-15.80
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.34	0.31	54.87	-29.37
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.90	0.43	107.86	-47.90
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.96	0.56	182.47	-72.05
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	8.58	0.71	281.30	-102.49
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	11.81	0.87	406.99	-139.91
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	15.73	1.05	562.16	-185.02
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	20.39	1.24	749.48	-238.49
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	25.85	1.45	971.60	-301.03
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	32.18	1.68	1231.15	-373.32
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	39.44	1.92	1530.80	-456.07
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	47.68	2.17	1873.21	-549.95
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	56.97	2.44	2261.04	-655.68
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	67.37	2.73	2696.93	-773.93
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	65.18	3.03	1869.57	-795.99
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	75.72	3.34	2185.86	-923.82
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	87.33	3.68	2534.92	-1064.51
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	100.04	4.02	2918.19	-1218.61

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 18

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.12	0.30	6.88	-1.22
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.47	0.60	27.39	-4.86
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	1.05	0.90	61.35	-10.88
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.87	1.19	108.58	-19.26
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.90	1.47	168.88	-29.96
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	4.16	1.76	242.09	-42.94
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	5.63	2.03	328.01	-58.18
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	7.33	2.31	426.47	-75.65
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	9.23	2.58	537.27	-95.30
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	11.34	2.85	660.24	-117.11

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.44	-0.72	-14.85	83.71
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	5.49	-1.34	-56.68	319.56
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	11.61	-1.78	-119.86	675.73
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	19.25	-2.12	-198.74	1120.41
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	28.01	-2.36	-289.25	1630.67
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	37.51	-2.50	-387.32	2183.56
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	35.40	-2.54	-414.97	1287.22
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	42.71	-2.47	-500.69	1553.12
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	49.69	-2.30	-582.47	1806.78
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	56.04	-2.04	-656.84	2037.50

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5452.2 [kgm] T=16348.5 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.56

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 18

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-31	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-138	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-339	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-652	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-1095	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1687	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2447	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-3393	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-4543	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5915	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-7529	0.0278	104.50	0.049
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-9402	0.0372	104.50	0.066
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-11554	0.0557	104.50	0.099
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-14001	0.0751	104.50	0.133
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-16763	0.0960	104.50	0.171
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-19859	0.1186	104.50	0.211
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-23306	0.0834	76.33	0.108
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-27123	0.0993	76.33	0.129
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-31329	0.1166	76.33	0.151
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-35940	0.1354	76.33	0.176

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	30	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	121	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	270	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	478	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	744	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	1067	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1445	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1879	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	2367	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2909	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-19222	0.0894	86.41	0.131
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-17045	0.0775	86.41	0.114
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-14652	0.0640	86.41	0.094
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-12144	0.0493	86.41	0.072
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-9621	0.0760	146.68	0.190
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-7185	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-4937	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-2977	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1408	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-369	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	739.83	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	468.45	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-234.23	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1199.24	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-599.62	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15726.67	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48112.98	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-18523.01	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48112.98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15726.67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	50618.05	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	22302.68	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	89297.94	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.4670	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2823	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.59$	$N'_q = 10.56$	$N'_\gamma = 3.65$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.86

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	30.40	212.58
3	0.60	750.00	133.50	484.70
4	0.90	1125.00	327.14	816.05
5	1.20	1500.00	629.05	1206.53
6	1.50	1875.00	1056.97	1656.17
7	1.80	2250.00	1628.66	2164.94
8	2.10	2625.00	2361.85	2732.86
9	2.40	3000.00	3274.29	3359.93
10	2.70	3375.00	4383.72	4046.13
11	3.00	3750.00	5707.89	4791.49
12	3.30	4125.00	7264.52	5595.93
13	3.60	4500.00	9071.35	6459.47
14	3.90	4875.00	11146.14	7382.33
15	4.20	5250.00	13506.68	8364.46
16	4.50	5625.00	16170.73	9405.75
17	4.80	6000.00	19156.04	10506.17
18	5.10	6375.00	22480.35	11665.74
19	5.40	6750.00	26161.40	12884.46
20	5.70	7125.00	30216.90	14161.65
21	6.00	7500.00	34663.18	15485.09

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	29.15	1163.21
3	0.10	116.06	2310.82
4	0.15	259.97	3442.83
5	0.20	460.08	4559.22
6	0.25	715.63	5660.01
7	0.30	1025.83	6745.20
8	0.35	1389.89	7814.78
9	0.40	1807.04	8868.76
10	0.45	2276.51	9907.13
11	0.50	2797.50	10929.90

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 19

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-373.66	-2924.23

3	0.50	-1429.60	-5458.33
4	0.75	-3031.25	-7289.79
5	1.00	-5041.99	-8731.12
6	1.25	-7364.30	-9782.32
7	1.50	-9900.64	-10443.38
8	1.75	-12553.48	-10714.30
9	2.00	-15225.28	-10595.10
10	2.25	-17818.51	-10085.75
11	2.50	-20235.64	-9186.28

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 19

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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.14	0.05	-0.19	-1.94
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.48	0.12	3.54	-6.51
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.18	0.20	19.52	-15.30
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.26	0.30	51.77	-28.45
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.77	0.41	102.50	-46.40
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.76	0.54	174.11	-69.77
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	8.29	0.68	269.09	-99.21
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	11.41	0.84	389.97	-135.39
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	15.20	1.01	539.29	-178.98
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	19.69	1.20	719.61	-230.63
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	24.97	1.40	933.48	-291.02
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	31.07	1.62	1183.46	-360.82
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	38.07	1.85	1472.09	-440.69
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	46.03	2.09	1801.95	-531.31
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	54.99	2.35	2175.60	-633.34
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	65.03	2.63	2595.59	-747.45
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	62.92	2.92	1799.93	-768.63
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	73.09	3.23	2104.72	-891.96
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	84.28	3.54	2441.11	-1027.68
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	96.54	3.88	2810.47	-1176.33

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 19

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.11	0.29	6.61	-1.17
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.45	0.58	26.34	-4.67
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	1.01	0.86	59.00	-10.47
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.79	1.14	104.42	-18.52
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.79	1.42	162.42	-28.81
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	4.00	1.69	232.82	-41.30
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	5.42	1.96	315.45	-55.96
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	7.04	2.22	410.13	-72.75
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	8.88	2.48	516.68	-91.65
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	10.91	2.74	634.93	-112.62

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.46	-0.73	-15.04	84.81
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	5.57	-1.37	-57.55	324.47
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	11.82	-1.82	-122.03	687.98
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	19.66	-2.19	-202.98	1144.34
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	28.71	-2.45	-296.48	1671.42
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	38.60	-2.61	-398.59	2247.07
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	36.60	-2.68	-428.98	1330.66
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	44.39	-2.65	-520.28	1613.87
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	51.95	-2.52	-608.89	1888.75
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	58.99	-2.30	-691.49	2144.97

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5244.8 [kgm] T=15726.7 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.66

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 19

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-30	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-134	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-327	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-629	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-1057	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1629	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2362	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-3274	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-4384	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5708	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-7265	0.0000	0.00	0.000
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-9071	0.0341	104.50	0.061
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-11146	0.0522	104.50	0.093
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-13507	0.0712	104.50	0.126
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-16171	0.0915	104.50	0.163
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-19156	0.1134	104.50	0.202
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-22480	0.0799	76.33	0.104
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-26161	0.0953	76.33	0.124
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-30217	0.1120	76.33	0.145
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-34663	0.1301	76.33	0.169

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	29	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	116	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	260	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	460	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	716	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	1026	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1390	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1807	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	2277	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2797	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-20236	0.0949	86.41	0.139
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-17819	0.0817	86.41	0.120
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-15225	0.0673	86.41	0.099
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-12553	0.0517	86.41	0.076
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-9901	0.0799	146.68	0.199
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-7364	0.0478	146.68	0.119
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-5042	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-3031	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1430	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-374	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	1392.00	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	468.45	[kg]		
Inerzia verticale del muro	234.23	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1199.24	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	599.62	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	16348.47	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	49977.34	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-19172.09	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	49977.34	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	16348.47	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	52583.34	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	23114.29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	89297.15	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.5601	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2958	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.58$	$N'_q = 10.55$	$N'_\gamma = 3.64$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.79

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 20

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	31.47	220.08
3	0.60	750.00	138.23	501.94
4	0.90	1125.00	338.77	845.27
5	1.20	1500.00	651.53	1249.97
6	1.50	1875.00	1094.89	1716.05
7	1.80	2250.00	1687.29	2243.51
8	2.10	2625.00	2447.14	2832.34
9	2.40	3000.00	3392.84	3482.55
10	2.70	3375.00	4542.80	4194.14
11	3.00	3750.00	5915.46	4967.11
12	3.30	4125.00	7529.20	5801.39
13	3.60	4500.00	9402.42	6697.01
14	3.90	4875.00	11553.56	7654.18
15	4.20	5250.00	14001.08	8672.87
16	4.50	5625.00	16763.42	9752.95
17	4.80	6000.00	19858.99	10894.39
18	5.10	6375.00	23306.20	12097.22
19	5.40	6750.00	27123.46	13361.42
20	5.70	7125.00	31329.14	14686.30
21	6.00	7500.00	35940.22	16059.19

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 20

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	30.30	1209.44
3	0.10	120.67	2402.71
4	0.15	270.30	3579.80
5	0.20	478.38	4740.72
6	0.25	744.11	5885.47
7	0.30	1066.66	7014.04
8	0.35	1445.24	8126.44
9	0.40	1879.04	9222.67
10	0.45	2367.24	10302.72
11	0.50	2909.04	11366.60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 20

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-368.84	-2883.34

3	0.50	-1407.98	-5362.36
4	0.75	-2977.26	-7124.54
5	1.00	-4936.55	-8482.39
6	1.25	-7184.76	-9435.91
7	1.50	-9620.81	-9985.09
8	1.75	-12143.62	-10129.95
9	2.00	-14652.09	-9870.47
10	2.25	-17045.16	-9206.67
11	2.50	-19221.73	-8138.53

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 20

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.14	0.06	-0.16	-1.97
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.50	0.13	3.97	-6.71
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.22	0.21	21.01	-15.80
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.34	0.31	54.87	-29.37
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.90	0.43	107.86	-47.90
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.96	0.56	182.47	-72.05
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	8.58	0.71	281.30	-102.49
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	11.81	0.87	406.99	-139.91
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	15.73	1.05	562.16	-185.02
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	20.39	1.24	749.48	-238.49
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	25.85	1.45	971.60	-301.03
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	32.18	1.68	1231.15	-373.32
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	39.44	1.92	1530.80	-456.07
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	47.68	2.17	1873.21	-549.95
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	56.97	2.44	2261.04	-655.68
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	67.37	2.73	2696.93	-773.93
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	65.18	3.03	1869.57	-795.99
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	75.72	3.34	2185.86	-923.82
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	87.33	3.68	2534.92	-1064.51
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	100.04	4.02	2918.19	-1218.61

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 20

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.12	0.30	6.88	-1.22
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.47	0.60	27.39	-4.86
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	1.05	0.90	61.35	-10.88
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.87	1.19	108.58	-19.26
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.90	1.47	168.88	-29.96
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	4.16	1.76	242.09	-42.94
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	5.63	2.03	328.01	-58.18
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	7.33	2.31	426.47	-75.65
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	9.23	2.58	537.27	-95.30
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	11.34	2.85	660.24	-117.11

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.44	-0.72	-14.85	83.71
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	5.49	-1.34	-56.68	319.56
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	11.61	-1.78	-119.86	675.73
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	19.25	-2.12	-198.74	1120.41
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	28.01	-2.36	-289.25	1630.67
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	37.51	-2.50	-387.32	2183.56
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	35.40	-2.54	-414.97	1287.22
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	42.71	-2.47	-500.69	1553.12
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	49.69	-2.30	-582.47	1806.78
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	56.04	-2.04	-656.84	2037.50

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5452.2 [kgm] T=16348.5 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.56

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 20

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-31	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-138	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-339	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-652	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-1095	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1687	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2447	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-3393	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-4543	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5915	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-7529	0.0278	104.50	0.049
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-9402	0.0372	104.50	0.066
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-11554	0.0557	104.50	0.099
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-14001	0.0751	104.50	0.133
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-16763	0.0960	104.50	0.171
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-19859	0.1186	104.50	0.211
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-23306	0.0834	76.33	0.108
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-27123	0.0993	76.33	0.129
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-31329	0.1166	76.33	0.151
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-35940	0.1354	76.33	0.176

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	30	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	121	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	270	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	478	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	744	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	1067	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1445	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1879	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	2367	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2909	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-19222	0.0894	86.41	0.131
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-17045	0.0775	86.41	0.114
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-14652	0.0640	86.41	0.094
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-12144	0.0493	86.41	0.072
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-9621	0.0760	146.68	0.190
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-7185	0.0000	0.00	0.000
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-4937	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-2977	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1408	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-369	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	14005.65	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	13353.59	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	4223.71	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.55	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.19	[°]		
Incremento sismico della spinta	739.83	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32000.00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.00	[m]
Inerzia del muro	468.45	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-234.23	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1199.24	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-599.62	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	15726.67	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	48112.98	[kg]
Resistenza passiva dente di fondazione	-18523.01	[kg]

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	48112.98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15726.67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	50618.05	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	22302.68	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	89297.94	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.4670	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.2823	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 23.94$	$N_q = 13.20$	$N_\gamma = 9.46$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.05$	$d_q = 1.02$	$d_\gamma = 1.02$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.59$	$N'_q = 10.56$	$N'_\gamma = 3.65$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.86

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 21

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	375.00	30.40	212.58
3	0.60	750.00	133.50	484.70
4	0.90	1125.00	327.14	816.05
5	1.20	1500.00	629.05	1206.53
6	1.50	1875.00	1056.97	1656.17
7	1.80	2250.00	1628.66	2164.94
8	2.10	2625.00	2361.85	2732.86
9	2.40	3000.00	3274.29	3359.93
10	2.70	3375.00	4383.72	4046.13
11	3.00	3750.00	5707.89	4791.49
12	3.30	4125.00	7264.52	5595.93
13	3.60	4500.00	9071.35	6459.47
14	3.90	4875.00	11146.14	7382.33
15	4.20	5250.00	13506.68	8364.46
16	4.50	5625.00	16170.73	9405.75
17	4.80	6000.00	19156.04	10506.17
18	5.10	6375.00	22480.35	11665.74
19	5.40	6750.00	26161.40	12884.46
20	5.70	7125.00	30216.90	14161.65
21	6.00	7500.00	34663.18	15485.09

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 21

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.05	29.15	1163.21
3	0.10	116.06	2310.82
4	0.15	259.97	3442.83
5	0.20	460.08	4559.22
6	0.25	715.63	5660.01
7	0.30	1025.83	6745.20
8	0.35	1389.89	7814.78
9	0.40	1807.04	8868.76
10	0.45	2276.51	9907.13
11	0.50	2797.50	10929.90

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 21

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.00	0.00
2	0.25	-373.66	-2924.23

3	0.50	-1429.60	-5458.33
4	0.75	-3031.25	-7289.79
5	1.00	-5041.99	-8731.12
6	1.25	-7364.30	-9782.32
7	1.50	-9900.64	-10443.38
8	1.75	-12553.48	-10714.30
9	2.00	-15225.28	-10595.10
10	2.25	-17818.51	-10085.75
11	2.50	-20235.64	-9186.28

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 21

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]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 50	16.08	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.30	100, 50	16.08	8.04	0.14	0.05	-0.19	-1.94
3	0.60	100, 50	16.08	8.04	0.48	0.12	3.54	-6.51
4	0.90	100, 50	16.08	8.04	1.18	0.20	19.52	-15.30
5	1.20	100, 50	16.08	8.04	2.26	0.30	51.77	-28.45
6	1.50	100, 50	16.08	8.04	3.77	0.41	102.50	-46.40
7	1.80	100, 50	16.08	8.04	5.76	0.54	174.11	-69.77
8	2.10	100, 50	16.08	8.04	8.29	0.68	269.09	-99.21
9	2.40	100, 50	16.08	8.04	11.41	0.84	389.97	-135.39
10	2.70	100, 50	16.08	8.04	15.20	1.01	539.29	-178.98
11	3.00	100, 50	16.08	8.04	19.69	1.20	719.61	-230.63
12	3.30	100, 50	16.08	8.04	24.97	1.40	933.48	-291.02
13	3.60	100, 50	16.08	8.04	31.07	1.62	1183.46	-360.82
14	3.90	100, 50	16.08	8.04	38.07	1.85	1472.09	-440.69
15	4.20	100, 50	16.08	8.04	46.03	2.09	1801.95	-531.31
16	4.50	100, 50	16.08	8.04	54.99	2.35	2175.60	-633.34
17	4.80	100, 50	16.08	8.04	65.03	2.63	2595.59	-747.45
18	5.10	100, 50	28.15	8.04	62.92	2.92	1799.93	-768.63
19	5.40	100, 50	28.15	8.04	73.09	3.23	2104.72	-891.96
20	5.70	100, 50	28.15	8.04	84.28	3.54	2441.11	-1027.68
21	6.00	100, 50	28.15	8.04	96.54	3.88	2810.47	-1176.33

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 21

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]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	100, 50	10.05	10.05	0.11	0.29	6.61	-1.17
3	0.10	100, 50	10.05	10.05	0.45	0.58	26.34	-4.67
4	0.15	100, 50	10.05	10.05	1.01	0.86	59.00	-10.47
5	0.20	100, 50	10.05	10.05	1.79	1.14	104.42	-18.52
6	0.25	100, 50	10.05	10.05	2.79	1.42	162.42	-28.81
7	0.30	100, 50	10.05	10.05	4.00	1.69	232.82	-41.30
8	0.35	100, 50	10.05	10.05	5.42	1.96	315.45	-55.96
9	0.40	100, 50	10.05	10.05	7.04	2.22	410.13	-72.75
10	0.45	100, 50	10.05	10.05	8.88	2.48	516.68	-91.65
11	0.50	100, 50	10.05	10.05	10.91	2.74	634.93	-112.62

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.00	100, 50	18.10	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.25	100, 50	10.05	10.05	1.46	-0.73	-15.04	84.81
3	0.50	100, 50	10.05	10.05	5.57	-1.37	-57.55	324.47
4	0.75	100, 50	10.05	10.05	11.82	-1.82	-122.03	687.98
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	19.66	-2.19	-202.98	1144.34
6	1.25	100, 50	10.05	10.05	28.71	-2.45	-296.48	1671.42
7	1.50	100, 50	10.05	10.05	38.60	-2.61	-398.59	2247.07
8	1.75	100, 50	22.12	10.05	36.60	-2.68	-428.98	1330.66
9	2.00	100, 50	22.12	10.05	44.39	-2.65	-520.28	1613.87
10	2.25	100, 50	22.12	10.05	51.95	-2.52	-608.89	1888.75
11	2.50	100, 50	22.12	10.05	58.99	-2.30	-691.49	2144.97

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A_{fi}=8.04 [cmq] A_{fs}=8.04 [cmq]

Sollecitazioni M=5244.8 [kgm] T=15726.7 [kg]

Momento ultimo sezione M_u = 13960.85 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.66

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 21

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

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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kgm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0.00	16.08	8.04	-7472	0	0.0000	0.00	0.000

Dott. Geol. Mario Alessandro Benigna

Via G. Mazzini 132 25065 Lumezzane (BS) - Tel. 030/820051 cell. 333/6492981

2	0.30	16.08	8.04	-7472	-30	0.0000	0.00	0.000
3	0.60	16.08	8.04	-7472	-134	0.0000	0.00	0.000
4	0.90	16.08	8.04	-7472	-327	0.0000	0.00	0.000
5	1.20	16.08	8.04	-7472	-629	0.0000	0.00	0.000
6	1.50	16.08	8.04	-7472	-1057	0.0000	0.00	0.000
7	1.80	16.08	8.04	-7472	-1629	0.0000	0.00	0.000
8	2.10	16.08	8.04	-7472	-2362	0.0000	0.00	0.000
9	2.40	16.08	8.04	-7472	-3274	0.0000	0.00	0.000
10	2.70	16.08	8.04	-7472	-4384	0.0000	0.00	0.000
11	3.00	16.08	8.04	-7472	-5708	0.0000	0.00	0.000
12	3.30	16.08	8.04	-7472	-7265	0.0000	0.00	0.000
13	3.60	16.08	8.04	-7472	-9071	0.0341	104.50	0.061
14	3.90	16.08	8.04	-7472	-11146	0.0522	104.50	0.093
15	4.20	16.08	8.04	-7472	-13507	0.0712	104.50	0.126
16	4.50	16.08	8.04	-7472	-16171	0.0915	104.50	0.163
17	4.80	16.08	8.04	-7472	-19156	0.1134	104.50	0.202
18	5.10	28.15	8.04	-8084	-22480	0.0799	76.33	0.104
19	5.40	28.15	8.04	-8084	-26161	0.0953	76.33	0.124
20	5.70	28.15	8.04	-8084	-30217	0.1120	76.33	0.145
21	6.00	28.15	8.04	-8084	-34663	0.1301	76.33	0.169

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1.00	10.05	10.05	-7187	0	0.0000	0.00	0.000
2	-0.95	10.05	10.05	7187	29	0.0000	0.00	0.000
3	-0.90	10.05	10.05	7187	116	0.0000	0.00	0.000
4	-0.85	10.05	10.05	7187	260	0.0000	0.00	0.000
5	-0.80	10.05	10.05	7187	460	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	7187	716	0.0000	0.00	0.000
7	-0.70	10.05	10.05	7187	1026	0.0000	0.00	0.000
8	-0.65	10.05	10.05	7187	1390	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	7187	1807	0.0000	0.00	0.000
10	-0.55	10.05	10.05	7187	2277	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	7187	2797	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	22.12	10.05	-7802	-20236	0.0949	86.41	0.139
13	0.25	22.12	10.05	-7802	-17819	0.0817	86.41	0.120
14	0.50	22.12	10.05	-7802	-15225	0.0673	86.41	0.099
15	0.75	22.12	10.05	-7802	-12553	0.0517	86.41	0.076
16	1.00	10.05	10.05	-7187	-9901	0.0799	146.68	0.199
17	1.25	10.05	10.05	-7187	-7364	0.0478	146.68	0.119
18	1.50	10.05	10.05	-7187	-5042	0.0000	0.00	0.000
19	1.75	10.05	10.05	-7187	-3031	0.0000	0.00	0.000
20	2.00	10.05	10.05	-7187	-1430	0.0000	0.00	0.000
21	2.25	10.05	10.05	-7187	-374	0.0000	0.00	0.000
22	2.50	18.10	10.05	-7597	0	0.0000	0.00	0.000

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

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

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

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

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	geol. Benigna Mario Alessandro
Licenza	AIU1103R6

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto 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, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.