PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

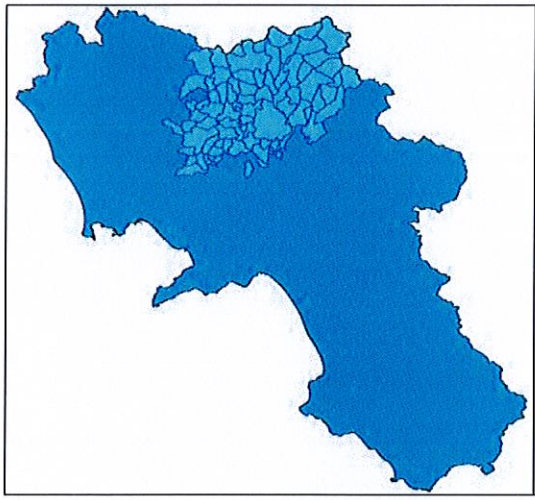
REGIONE CAMPANIA

Commissario Delegato

O.c.d.p.c. n. 298 del 17.11.2015 e n. 303 del 03.12.2015

Interventi urgenti di cui all'articolo 1, comma 3 lett.c) dell'OCDPC n. 298/2015 finanziati ai sensi degli artt. 3 del ODCPC 298/2015 e 303/2015

RIPRISTINO TOTALE FUNZIONALITA' DEL PONTE SUL FIUME UFITA IN LOCALITA' APICE SCALO CON RELATIVA DIFESA IDRAULICA (PROGETTO ESECUTIVO)



Soggetto Attuatore del Commissario Delegato
PROVINCIA di BENEVENTO

Codice intervento:

00/U/107

Progetto di revisione

STUDIO ASSOCIATO DI PROGETTAZIONE INTEGRATA

Ing. Gianfranco Gallina

Ing. Giuseppe D'Onofrio

Ing. Pierpaolo Mastrogiacomo

Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Gennaro Fusco

Approvato con Deliberazione n. 173 del 14.11.16
Adottata dal Presidente della Provincia di Benevento
IL VICE SEGRETARIO GENERALE Segretario Generale
Dott.ssa Pierina Martinelli Dr. Franco Nardone

Studio geologico

Dott. Geol. Claudio SACCO

PROGETTO ESECUTIVO
Art. 33 D.P.R: 5.10.2010 n. 207

Titolo Elaborato:
RELAZIONE TECNICA GENERALE SCHEMI GRAFICI E DI MODELLAZIONE DEFINIZIONE DELLA STRUTTURA, VERIFICHE STRUTTURALI, GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI GABBIONATA H=5,00M

COMUNE di APICE

Codice elaborato: STR7
Scala: -

Revisione: 2.0

Data: OTTOBRE 2016

IL VICE SEGRETARIO GENERALE
Dott.ssa Picrina Martinelli

RELAZIONE TECNICA GENERALE SCHEMI GRAFICI E DI MODELLAZIONE DEFINIZIONE DELLA STRUTTURA, VERIFICHE STRUTTURALI, GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI GABBIONATA H=5,00m

PREMESSA

Le opere da eseguirsi nel comune di Apice (BN) constano nella realizzazione del nuovo ponte sul fiume Ufita in sostituzione di quello esistente danneggiato a seguito della piena del Fiume Ufita conseguenza delle intense precipitazioni piovose abbattutesi sulla provincia di Benevento il 02.12.2013. Il nuovo ponte sarà realizzato in località Apice Scalo sulla strada provinciale n. 163 e delle opere di sostegno da realizzarsi a tergo della spalla B.
I comune di Apice (BN), attualmente, risulta individuato nella zona sismica 1. I parametri sismici di riferimento in base alle NTC 2008 sono riportati nella relazione di calcolo delle opere.
I rilevamenti geologici effettuati nelle aree oggetto di studio, la lettura delle foto aeree, nonché la consultazione della letteratura geologica esistente, hanno permesso di riconoscere e cartografare formazioni, complessi e tipi litologici dei terreni affioranti.
L'area in esame risulta ubicata in località Apice Scalo a cavallo del confine tra i comuni di Apice e S. Arcangelo Trimonte e più precisamente nell'alveo del Fiuma Ufita.
Nelle aree in esame affiorano estesamente Argille e Marne siltose, grigie e vari colori, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi avana o verdastri, di calcareniti verdastre, con liste di selce bruna, di arenarie talora grossolane riferibili all'Ologocene-Miocene, in contatto con argille ed argille sabbiose grigio giallastre, sabbie ed arenarie giallastre puddinghe e argille sabbiose di età Pliocenica.

I parametri meccanici e geotecnici presi a base delle verifiche fanno riferimento alla media dei valori di laboratorio dei sondaggi effettuati.

Il calcolo strutturale è stato redatto considerando:
Combinazioni SLU (SLC) con accelerazione al suolo ag 5.031 [m/s^2]
Combinazioni SLE (SLO) con accelerazione al suolo ag 1,476 [m/s^2]

DESCRIZIONE GEOMORFOLOGICA

Nel sito in oggetto si evince un complesso stratigrafico-strutturale costituito da uno strato più superficiale di terreno alterato e degradato, al di sotto di tale strato fa seguito uno strato di ciottolame arrotondato di varai natura etero metrico frammisto a sabbia limo e ghiaietto, ai quali fanno seguito sabbia grossolana giallo ocra, con interstrati limosi e ciottolosi, poggianti su uno strato di più compatto di argilla siltosa e marnosa grigio plumbeo con frammisto pezzame littico e sabbia limosa grigia di consistenza compatta.
Al fine di caratterizzare il sito dal punto di vista geotecnico e per acquisire una serie di parametri geologici e geotecnici per la realizzazione dell'intervento, oltre alla consultazione della bibliografia tecnico-scientifica esistente e al rilevamento geologico di superficie con particolare riguardo alle caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche, si è fatto riferimento alle prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno prelevati in sito.
Per maggiori particolari sulle indagini eseguite sulla stratigrafia del luogo si rimanda alla relazione geologica allegata redatta dal dott. Geol. Claudio Sacco tecnico regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania, al n° 290.
Oltre alle prove di laboratorio si è fatto riferimento alla prova Down-hole eseguita nel sondaggio S1 del febbraio 2015 nel quale è stato effettuato un foro da sonda della profondità di 36,00 m. Il metodo Down-hole, così come prescritto dalle NTC 14.01.2008 consente la caratterizzazione meccanica del suolo mediante la stima diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche sia di compressione Vp che di taglio Vs. Dai risultati della prova Down-hole eseguita in sito, si è ricavato un valore della Vs30=405 m/s che così come riportato nella tabella 3.2.II delle NTC 10.01.2008, corrisponde ad una categoria di suolo di tipo B. Esistono, tuttavia, una molteplicità di situazioni geologiche che possono provocare fenomeni di amplificazione sismica locale (incrementi), per cui tale coefficiente deve essere rimodulato in funzione del valore degli incrementi accertati. Da tali considerazioni così come indicato nella relazione geologica, e dalle caratteristiche litologiche accertate, unitamente ai valori di NSPT e di Cu registrati, si è ritenuto, a vantaggio di sicurezza, di utilizzare nelle calcolazioni di propria competenza una categoria di **suolo di tipo C.**

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SUOLO

L'esame delle sezioni litostratigrafiche mette alla luce la generale costituzione del sottosuolo delle aree di intervento, ed in particolar modo la costituzione del sottosuolo di alcune delle aree che in superficie sono sede di fenomeni di dissesto.
Sulla base dei risultati derivanti dalla campagna di indagini geotecniche e dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni

prelevati, si può ipotizzare una schematizzazione di sottosuolo, la cui parametrizzazione cautelativa risulta essere la seguente per l'intervento previsto.

L'opera da realizzarsi sarà di contenimento per la strada provinciale SP 163 di collegamento con il nuovo Ponte sul fiume Ufita.

Pertanto l'opera di contenimento costituta da una gabbionata in pietrame avente un'altezza di 5,00m ed una base di 5,00m per una profondità di 33,60m, le fondazioni essendo il terreno in frana e al fine di proteggere l'opera dal fenomeno di erosione dovuti al fiume Ufita, saranno del tipo indiretto costituite da una platea in calcestruzzo armato delle dimensioni in pianta di 33,60m per la base e di 6,00m per l'altezza ed avente uno spessore di 80cm, posta sulla testa di 36 pali del diametro del 600 disposti su tre file da 12 pali ed aventi una lunghezza di infissione di 11,50m interagenti con un terreno costituito da argille coesive, mentre il paramento subirà la spinta del terreno incoerente.

Al fine di procedere ad una corretta calcolazione delle opere da realizzarsi si sono quindi scelti due tipi di terreno interessati dall'intervento proposto:

Terreno tipo 1: Terreno incoerente (H=3,00m)

Peso di volume γ = 1,800 t/m3

Coesione drenata C'= 0,00 t/m2

Angolo d'attrito Ø = 21°

Terreno tipo 2: Sabbia fine debolmente limosa (H=20,00m)

Peso di volume γ = 1,980 t/m3

Coesione drenata C'= 0,41 t/m2

Angolo d'attrito Ø = 30,0°

Dai dati acquisiti è stato possibile estrapolare i parametri geotecnici per la realizzazione delle opere di contenimento.

INDAGINI GEOLOGICHE

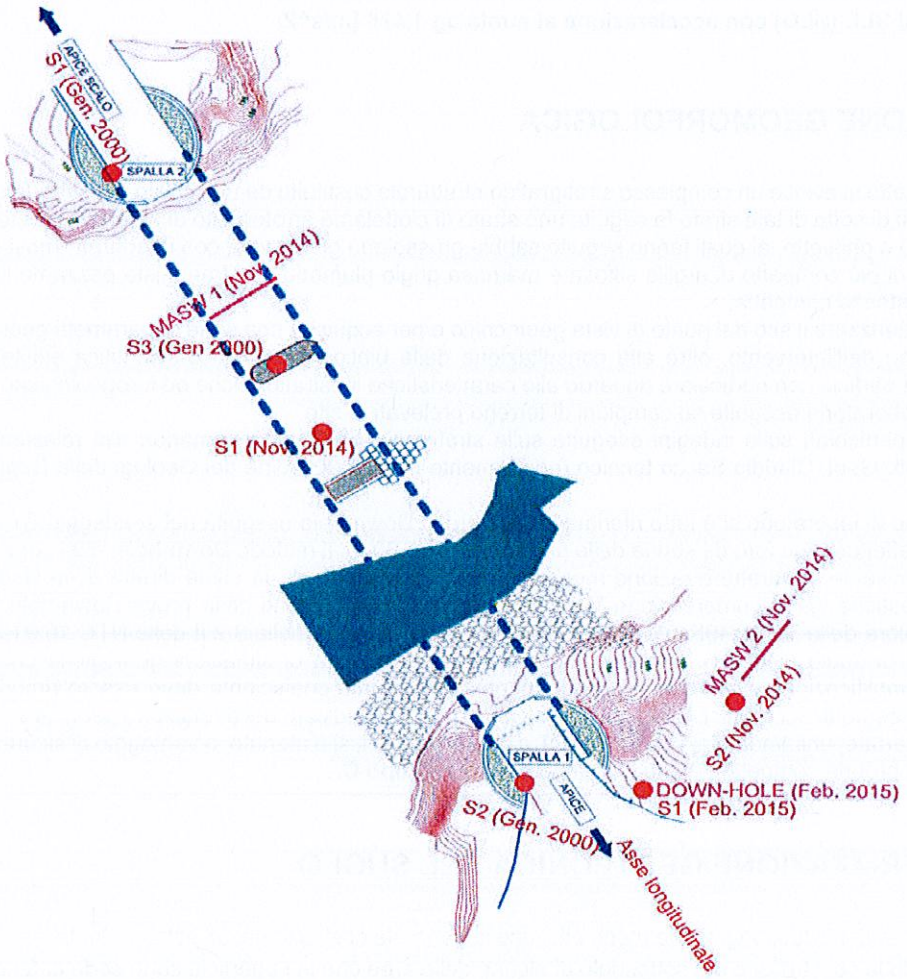
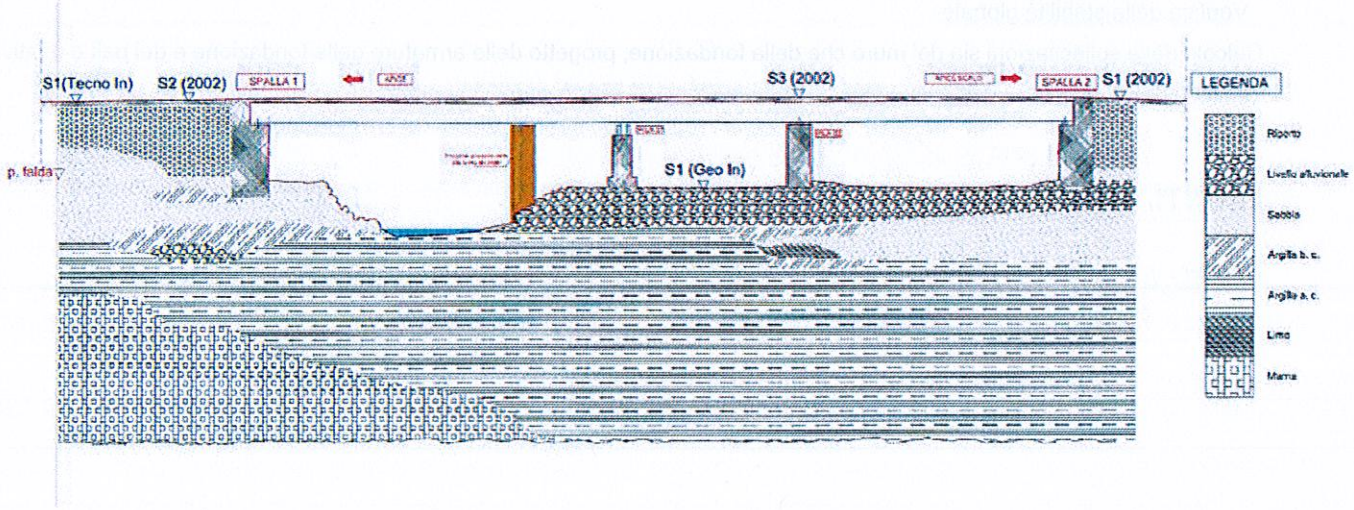


Immagine: planimetria della zona con indicate le posizioni delle verticali di indagine

Sono state eseguite tre campagne di indagini del sottosuolo in periodi differenti a partire dal Gennaio del 2000 e fino al Febbraio del 2015.
Di seguito si riportano le campagne di indagini effettuate con indicazione delle vericali indagate:

1) Prima Campagna indagini Gennaio 2000 per conto dell'Amministrazione Provinciale di Benevento eseguite dal Dott. Geol. Nicola Colangelo ed annessa al progetto dei "Lavori di ristrutturazione per il Ponte sul fiume Ufita" durante la quale furono eseguite le seguenti indagini:
   I. N°. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di 22,00m denominati sondaggi S1in prossimità della spalla 2, S2 in prossimità della spalla 1e del sondaggio S3 in prossimità della Pila 2;
   II. N° 7 prove penetrometriche dinamiche SPT eseguite a diverse profondità.
2) Seconda Campagna indagini Novembre 2014 per conto dell'Amministrazione Provinciale di Benevento eseguite dall'Impresa GEO-IN S.r.l., con sede in Benevento ed annesse allo Studio Geologico Tecnico Preliminare durante la quale furono eseguite le seguenti indagini:
   I. N°. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui il primo S1 realizzato in prossimità della Pila 1 spinto fino alla profondità di 25,00m, e S2 posto in adiacenza alla Spalla 1 con una profondità di perforazione di 10,00m;
   II. N° 1 prova penetrometrica dinamica SPT eseguita in foro del sondaggio S1;
   III. N° 2 Prospezione sismiche superficiali tipo MSW.
3) Terza ed ultima Campagna indagini del Febbraio 2015 per conto dell'Amministrazione Provinciale di Benevento eseguite dall'Impresa Tecno IN S.p.A., con sede in Napoli, ed eseguite nell'ambito del progetto di ricerca Strit durante la quale furono eseguite le seguenti indagini:
   I. N°. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, denominato S1 realizzato in prossimità della Pila 1 spinto fino alla profondità di 36,00m;
   II. N° 6 prove penetrometriche dinamiche SPT eseguita in foro del sondaggio S1;
   III. N° 3 Prove di laboratorio su 3 campioni prelevati tra le profondità di 17,90m e 25,50m ed eseguiti dalla Tecno In S.p.A. i cui laboratori risultano autorizzati con Concessione ministeriale n. 53363 del 06.05.2005.
   IV. N. 1 Indagine dinamica in foro Down-Hole.

Di seguito si riporta la stratigrafia del suolo così come ottenuta dai sondaggi effettuati.



PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE

Per la caratterizzazione geotecnica dei termini litologici costituenti la successione riportata precedentemente, si fa specifico riferimento alle prove penetrometriche dinamiche effettuate lungo la verticale di perforazione del sondaggio ed ai risultati delle prove di laboratorio (di cui alla allegata relazione geologica redatto dal dott. Geol. Claudio Sacco tecnico regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania, al n° 290).
Trattandosi di opere di sostegno quali gabbionata di pietrame a secco ed essendo le caratteristiche lito-meccaniche del terreno di fondazione non idonee a sostenere le pressioni generate dalle fondazioni dell'opera si è optato per delle fondazioni di tipo indirette quali una platea di fondazione su pali. I metodi di calcolo, i calcoli stessi, e le verifiche di stabilità del terreno di fondazione e delle opere di sostegno degli scavi sono inclusi nelle relazioni di calcolo delle opere, di cui costituiscono parte integrante, e di seguito si riportano per brevità le verifiche effettuate nelle condizioni critiche.
Le verifiche di equilibrio limite ultimo richiedono il rispetto della seguente condizione:
Ed<Rd

Ed = azioni o effetto delle azioni di progetto

Rd = azioni o effetto delle azioni resistenti del sistema geotecnico

In entrambi i termini:

le azioni si moltiplicano per il coefficienti γf

i parametri geotecnici si dividono per i coefficienti γm

in piu la resistenza globale si divide per i coefficienti γr (che sono in pratica coefficienti di sicurezza globale: R/E >γr)

Le verifiche effettuate così come previsto dalle NTC 2008 sono:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
  - verifica di capacità portante per pali di fondazione.
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali;
  - verifica a punzona mento della piastra.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

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

GIUNTI STRUTTURALI

Le opere in progetto non presentano giunti strutturali essendo la fondazione della gabbionata continua.

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 stabilitàdei 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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 valodi 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 $\theta = \text{arctg}(k_h/(1\pm k_v))$ 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

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

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 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 η_g>=1.0
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

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

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

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

dove il termine *m* è espresso da

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

In questa espressione *n* è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.
L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine *m* che è funzione di η. Quindi essa viene risolta per successive approsimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di *m* ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione *c*. Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.
La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

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

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.
Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l.

Palo compresso:

$$Q_A = Q_p / \eta_p + Q_l / \eta_l - W_p$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_l / \eta_l + W_p$$

Capacità portante di punta

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

$$Q_P = A_P(cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, *c* è la coesione, *q* è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso specifico del terreno, *D* è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c N'_q N'_g sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.
Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.
K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

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

$$Q_L = \text{integrale}_S \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb
$\tau_a = c_a + \sigma_h tg\delta$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso specifico del terreno, *z* è la generica quota a partire dalla testa del palo, *L* e *P* sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica *K* espressa in $Kg/cm^2/cm$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.
Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.
Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.
Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.
La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.
Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo *Ke*, costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata, *K*.
A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con *p* il vettore dei carichi e con *u* il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da *Kh*) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

Normativa di verifica

N.T.C. 2008 - Approccio 2

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 uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
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:

Parametri		*M1*	*M2*	*M2*	*M1*
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 uniassiale	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:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
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:

Parametri		*M1*	*M2*	*M2*	*M1*
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 uniassiale	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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

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

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	γ_s	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	γ_t	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	γ_{st}	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

	R1	R2	R3
γ_T	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 7 ξ_3=1,45 ξ_4=1,28

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a gradoni a semigravità in pietrame**

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs base superiore del gradone espressa in [m]
Bi base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg altezza del gradone espressa in [m]
α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
3	3,00	3,00	1,00	0,00	0,00
4	4,00	4,00	1,00	0,00	0,00
5	5,00	5,00	1,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 5,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,50 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

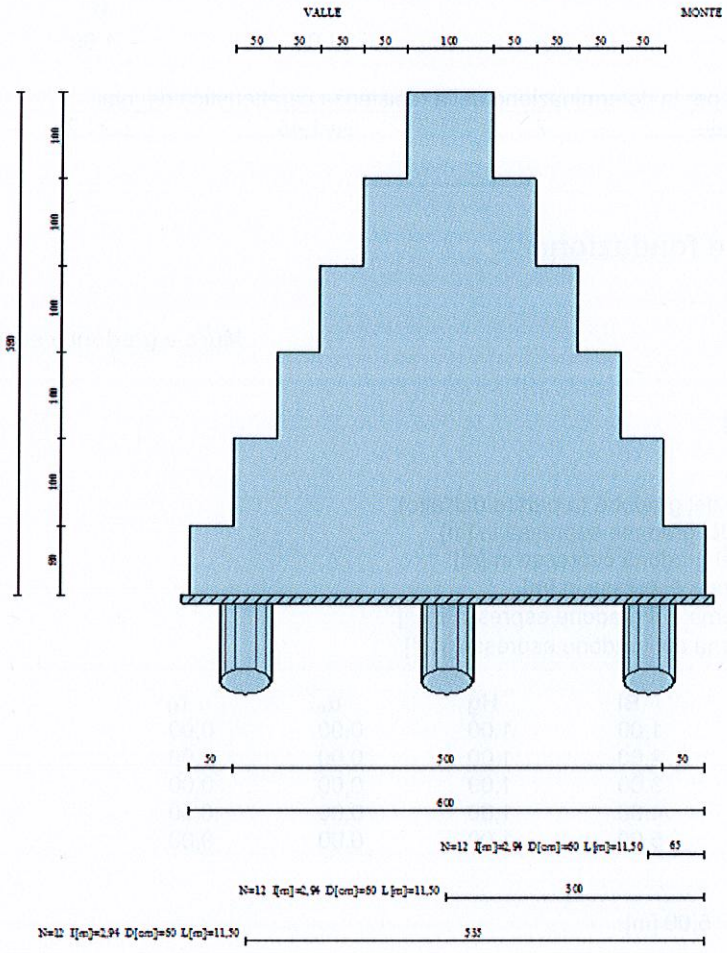
Numero di file di pali	3
Vincolo pali/fondazione	Incastro
Tipo di portanza	Portanza laterale e portanza di punta

Simbologia adottata

N numero d'ordine della fila

X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr. Numero di pali della fila
D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,65	12	60,00	11,50	0,00	Sfalsati
2	3,00	12	60,00	11,50	0,00	Sfalsati
3	5,35	12	60,00	11,50	0,00	Sfalsati



Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	1850,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cmq]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	2,0 [kg/cmq]

Calcestruzzo platea

Peso specifico	2500,0 [kg/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	356,9 [kg/cmq]
Modulo elastico E	332299,69 [kg/cmq]

Acciaio

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

Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306 [kg/cmq]
Modulo elastico E	320665,55 [kg/cmq]
Acciaio utilizzato per i pali	
Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	4588,0 [kg/cmq]
Tensione di snervamento σ_{fa}	4588,0 [kg/cmq]

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	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/cmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno incoerente	1800	2000	21.00	14.00	0,000	0,000
Argilla coesiva	1980	2030	30.00	20.00	0,410	0,270
Drenaggio	1900	1900	30.00	20.00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno incoerente	1800	2000	22.00	15.00	0,000	0,000
Argilla coesiva	1980	2030	33.00	21.00	0,440	0,290
Drenaggio	1900	1900	33.00	22.00	0,000	0,000

Parametri minimi

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno incoerente	1800	2000	21.00	14.00	0,000	0,000
Argilla coesiva	1980	2030	30.00	20.00	0,410	0,270
Drenaggio	1900	1900	30.00	20.00	0,000	0,000

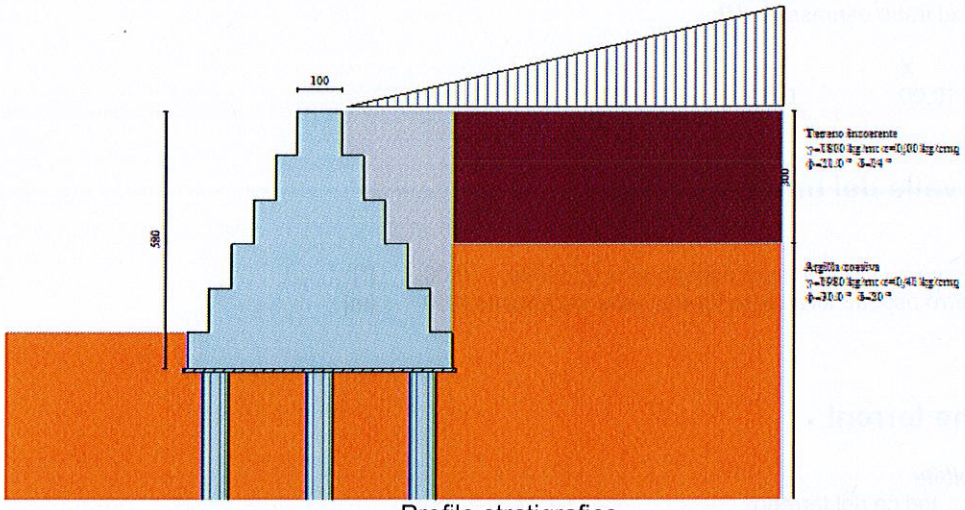
Stratigrafia

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,00	0,00	0,00	2,50	Terreno incoerente
2	20,00	0,00	30,00	3,50	Argilla coesiva

Terreno di riempimento (drenante) Drenaggio



Profilo stratigrafico

Condizioni di carico

Si è ipotizzato a favore di sicurezza la presenza di terreno vegetale sistemato a scarpata a monte dell'opera di sostegno, il cui carico agente verrà schematizzato, come un carico triangolare permanente agente sul profilo del terreno a monte del paramento.
Come terreno per il calcolo del carico, si è utilizzato un γ=2000 Kg/m^3 corrispondente al terreno vegetale, avente un altezza pari a 4,25m ad una distanza di 10,00m dal paramento, da cui si ricava:

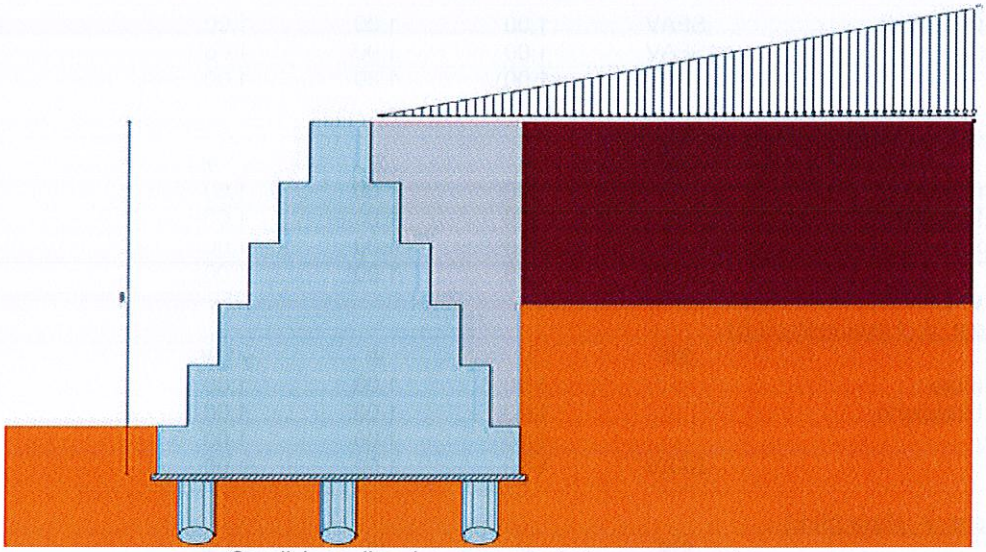
Carico triangolare agente per metro lineare di paramento (a 10,00m muro a gradoni): 2000 Kg/m^3 x 4,25m x 1,00m= **8500Kg/m**

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=0,10	X_f=10,00	Q_i=0,00	Q_f=8500,00



Condizione di carico permanente terreno scarpata

Descrizione combinazioni di carico

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

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Condizione 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

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

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00

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

Combinazione n° 7 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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° 8 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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° 9 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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° 10 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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° 11 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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° 12 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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° 13 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
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 analisi pali

Numero elementi palo	10
Tipo carico palo	Distribuito
Calcolo della portanza	metodo di Terzaghi

Criterio di rottura del sistema terreno-palo

Andamento pressione verticale
Geostatica

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni	**Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Verifica fessurazione	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	E.C. 2
Verifica delle tensioni	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60\ f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80\ f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45\ f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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]	--	--	--	--	--
2	STAB - [1]	--	--	--	--	4,27
3	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
5	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,77
6	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,77
7	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
8	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
9	SLER - [1]	--	--	--	--	--
10	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
11	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
12	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
13	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
14	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
15	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--

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 della stabilità globale
Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann
metodo di Bishop
Spinta a riposo

COEFFICIENTI ADOTTATI PER LA VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Al fine di procedere alla valutazione delle condizioni di sicurezza del sito così come indicato dalla normativa vigente (NTC2008) al paragrafo 6.3, è necessario definire l'entità della sollecitazione sismica attesa sul terreno in esame. Pertanto come indicato al par. 3.2 delle NTC2008, è stato in primo luogo definito il periodo di riferimento V_R durante il quale la struttura di stabilizzazione dovrà rispettare e conservare quelle caratteristiche di resistenza, sicurezza e durabilità, sia in riferimento al modo di esplicarsi delle azioni (azioni dirette, quali forze e carichi, azioni impresse, quali spostamenti o variazioni termiche, azioni di degrado esogeno ed endogeno), sia correlata alla risposta strutturale (azioni statiche, quasi-statiche e dinamiche), sia in funzione della variabilità nel tempo dell'intensità propria (azioni gravitazionali da pesi propri, carichi permanenti e variabili o accidentali, azioni eccezionali ed azioni sismiche).

Vita nominale e classe d'uso

Per il terreno considerato e per l'opera da realizzarsi, al fine di garantire gli adeguati margini di sicurezza è stato assunto un valore della vita nominale pari a V_N=50 anni corrispondente ad un'opera rientrante nella tipologia ***2 (Opere ordinarie)*** riferita ad *opere di importanza strategica*, trattandosi di un intervento a servizio di una via di comunicazione di importanza strategica come l'autostrada.

Con riferimento alle conseguenze di un'improvvisa interruzione di operatività o di un eventuale collasso, gli interventi previsti rientrano nella ***classe d'uso III*** (*Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi*) a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U = 1.5.

Ne consegue che il periodo di riferimento per l'azione sismica è definibile come:

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \text{ anni.}$$

Le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R, sono stabilite dalla norma in funzione dei differenti stati limite. In funzione dei valori del periodo di riferimento V_R e della probabilità di superamento P_{VR}, si definisce il periodo di ritorno T_R mediante la relazione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

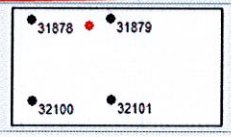
Il sito in oggetto ricade nel comune di Apice (BN) per il cui territorio la mappatura di microzonazione sismica fornisce i valori dei parametri di pericolosità sismica ag, F0 e T*c indicati in tabella VIII.

Tabella VIII – ***Parametri sismici di sito in condizioni standard***

Parametri sismici

	T_R [anni]	a_g [m/s²]	F_0 [--]	T_C^* [s]
SLO	45	0,777	2,348	0,291
SLD	75	1,026	2,320	0,317
SLV	712	3,125	2,293	0,388
SLC	1462	4,155	2,341	0,412

ID Punto 1 = 31879
ID Punto 2 = 31878
ID Punto 3 = 32100
ID Punto 4 = 32101
Dati sismici rilevati correttamente.



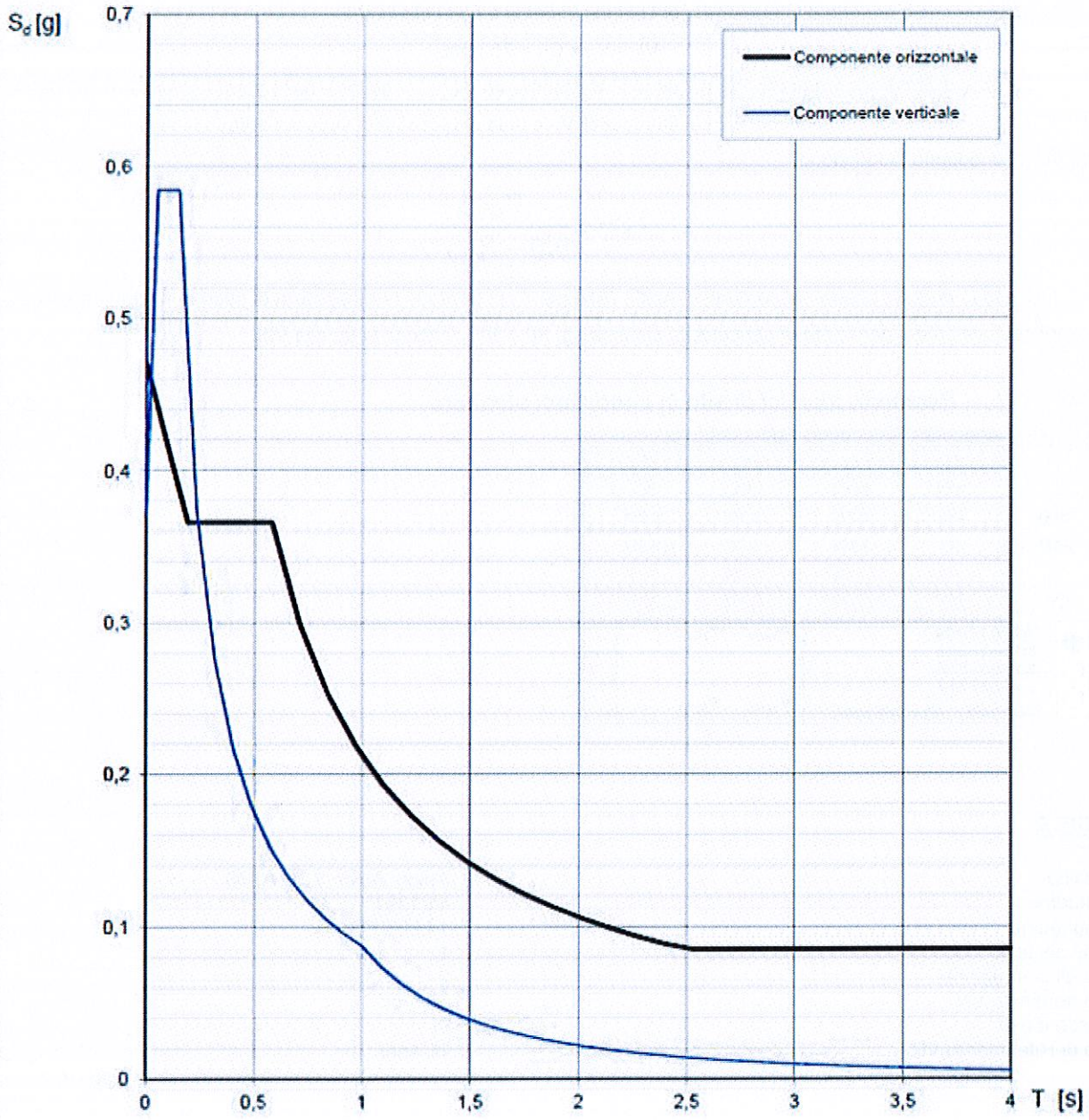
Sisma

Località	Apice, Apice Scalo (BN)
Latitudine	41.1391°
Longitudine	14.9272°
Zona sismica	1
Tipo di costruzione	2
Vita nominale VN	50 anni
Classe d'uso	III
Vita di Riferimento VR	75 anni

Combinazioni SLU (SLC)

Accelerazione al suolo a_g	5.03 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S)$ = 51.28
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.00 * k_h$ = 0.00

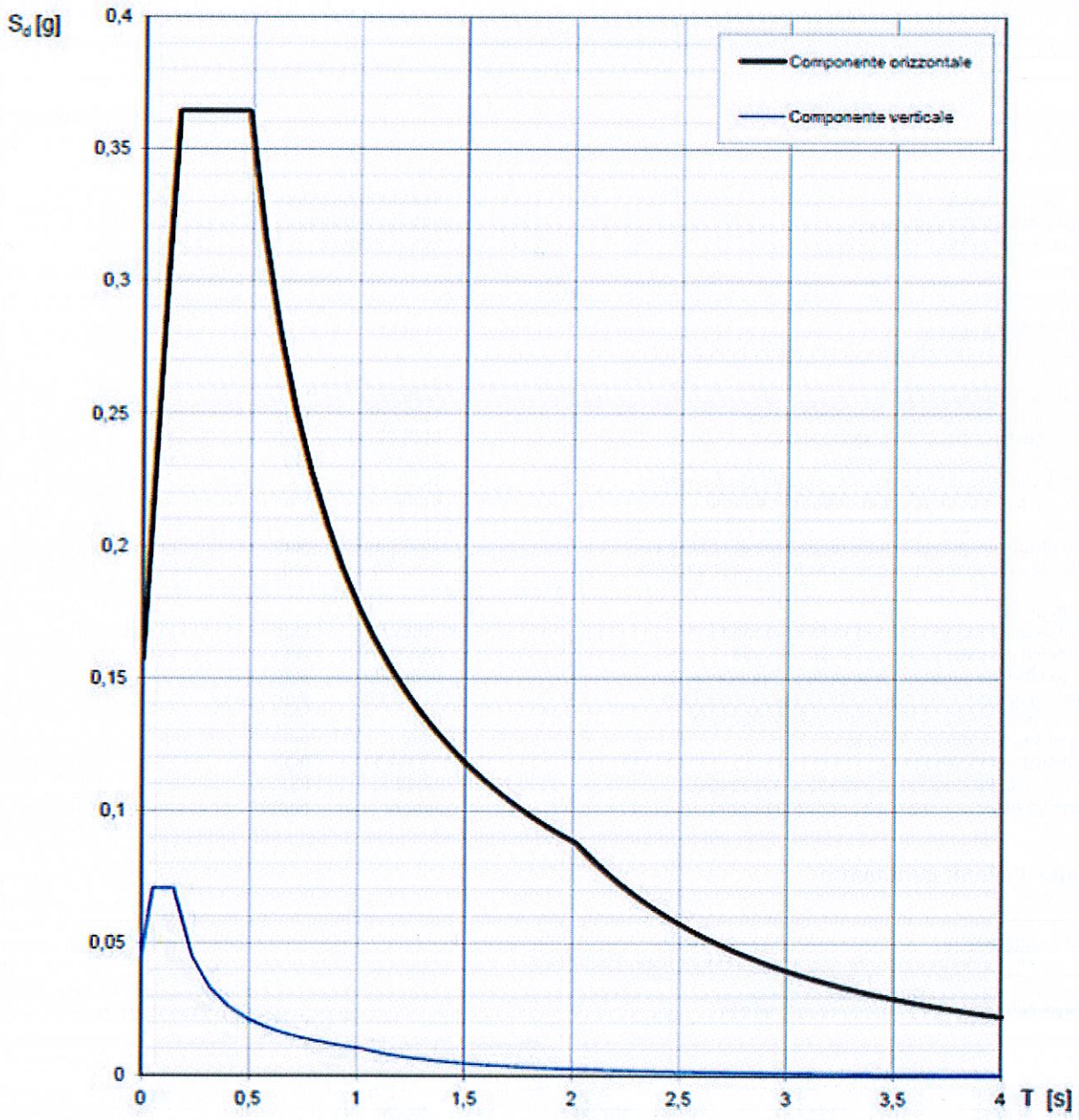
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC



Combinazioni SLE (SLD)

Accelerazione al suolo a_g	1.48 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.49
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.00
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S)$ = 22.44
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.00 * k_h$ = 0.00

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	33,60 [m]
Peso muro	36630,00 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,50 Y=-3,71

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2,50	Y = -5,80		
Punto superiore superficie di spinta	X = 2,50	Y = 0,00		
Altezza della superficie di spinta	5,80	[m]		
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00	[°]		

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
Origine in testa al muro (spigolo di monte)
Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte
Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta a riposo

COMBINAZIONE n° 1
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	12303,17	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	11887,98	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	3169,22	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,93	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,49	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15573,64	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	11887,98	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55372,85	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55372,85	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	11887,98	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	56634,59	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	196,49	[kgm]

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	0,75	1642,37	107,86	700,26
3	1,25	4552,16	-664,54	1489,58
4	2,00	7862,56	443,85	2960,57
5	2,50	13816,67	-2076,71	4908,83
6	3,00	21336,02	-7460,23	7764,44
7	3,75	28195,62	-2935,34	11362,51
8	4,25	37869,62	-9107,76	12932,70
9	5,00	45186,85	89,45	13976,01

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 1
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-8,92	10,06	-657,77	461,77
2	0,18	-157,88	117,51	-3182,11	2657,28
3	0,35	-2388,70	957,37	-5373,83	6324,86
4	0,50	-387,64	4885,71	-2510,73	79186,00
5	5,50	-1849,01	0,00	-7509,38	0,00
6	5,65	-956,82	0,00	-5549,31	0,00
7	5,83	-209,56	0,00	-2752,95	0,00
8	6,00	0,00	40,34	-174,33	5,67

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,95	29,92	-7,28	382,52
2	0,39	-37,54	70,07	-137,82	833,56
3	0,78	-190,28	242,49	-652,59	3022,64
4	1,17	-745,16	724,00	-1225,86	2928,26
5	1,47	-509,25	5,77	-5532,52	5455,63
6	1,77	-779,01	795,03	-3329,86	1400,87
7	2,10	-174,56	269,07	-3426,61	932,90
8	2,44	-34,68	96,89	-878,75	0,58
9	2,77	0,00	42,03	-365,52	0,41
10	3,11	0,00	42,04	-1,29	365,66
11	3,44	-34,63	96,88	-1,84	878,64
12	3,78	-174,54	268,94	-931,31	3426,97
13	4,11	-781,19	795,18	-1399,76	3330,17
14	4,41	-507,54	1,99	-5606,14	5606,14
15	4,71	-781,19	795,18	-3330,17	1399,76
16	5,04	-174,54	268,94	-3426,97	931,31
17	5,38	-34,63	96,89	-878,64	1,64
18	5,71	0,00	42,04	-365,66	1,15
19	6,05	0,00	42,04	-1,15	365,66
20	6,38	-34,63	96,89	-1,64	878,64
21	6,72	-174,54	268,94	-931,31	3426,97
22	7,05	-781,19	795,18	-1399,76	3330,17
23	7,35	-507,54	1,99	-5606,14	5606,14
24	7,65	-781,19	795,18	-3330,17	1399,76
25	7,98	-174,54	268,94	-3426,97	931,31
26	8,32	-34,63	96,89	-878,64	1,64
27	8,65	0,00	42,04	-365,66	1,15
28	8,99	0,00	42,04	-1,15	365,66
29	9,32	-34,63	96,89	-1,64	878,64
30	9,66	-174,54	268,94	-931,31	3426,97
31	9,99	-781,19	795,18	-1399,76	3330,17
32	10,29	-507,54	1,99	-5606,14	5606,14
33	10,59	-781,19	795,18	-3330,17	1399,76
34	10,92	-174,54	268,94	-3426,97	931,31
35	11,26	-34,63	96,89	-878,64	1,64
36	11,59	0,00	42,04	-365,65	1,15
37	11,93	0,00	42,04	-1,15	365,66
38	12,26	-34,63	96,89	-1,64	878,65
39	12,60	-174,54	268,94	-931,28	3427,00
40	12,93	-781,19	795,19	-1399,74	3330,20
41	13,23	-507,53	1,99	-5605,86	5606,28
42	13,53	-781,19	795,19	-3329,86	1400,14
43	13,86	-174,53	268,99	-3426,66	931,56
44	14,20	-34,61	97,24	-877,88	1,44
45	14,53	0,00	42,45	-362,39	15,61
46	14,87	0,00	44,00	-7,45	372,14
47	15,20	-33,88	99,44	-2,71	902,10
48	15,54	-173,13	273,05	-876,85	3484,25
49	15,87	-780,88	797,59	-1370,73	3386,12
50	16,17	-490,50	0,18	-5356,61	5947,85
51	16,47	-815,89	786,46	-3500,54	1203,12
52	16,80	-272,20	130,57	-3627,30	585,93

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 1
L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm
H altezza della sezione espressa in [cm]
N sforzo normale [kg]
M momento flettente [kgm]
T taglio [kg]
e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms momento stabilizzante [kgm]
Mr momento ribaltante [kgm]
Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	3865	1077	6770	27,86	1,16	983	2297	3,53	0,43
3	1,25	200,00	7691	2210	11093	28,74	0,72	5329	6814	4,30	0,78
4	2,00	200,00	11858	11110	15813	93,70	12,55	8908	17031	3,28	0,52
5	2,50	300,00	17521	13861	19536	79,11	1,65	23383	26131	3,97	0,89
6	3,00	400,00	23697	15463	22174	65,25	1,17	46592	36732	4,68	1,27
7	3,75	400,00	30212	32325	27115	106,99	2,17	58730	55224	4,06	1,06
8	4,25	500,00	37775	31440	28039	83,23	1,51	97302	65314	4,91	1,49
9	5,00	500,00	45525	52856	33240	116,10	2,27	115431	88293	4,38	1,31

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	51,96	27762	--	--
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	0	18121	3,71	27762	--	--

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	57,90	27762	--	--
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	6,56	27762	--	--

Analisi dei pali

Combinazione n° 1
Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale [kg] 11888,0
Verticale [kg] 55372,9
Momento [kgm] -196,5

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale [cm] 0,20538
Verticale [cm] 0,06555
Rotazione [°] -0,00004

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	12	51564	11095	0	77617	0
2	12	51681	11095	0	77617	0
3	12	51798	11095	0	77617	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.20	3.12
2	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.20	3.13
3	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.20	3.14

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
1	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI
2	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
2	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI
3	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
3	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H_f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S_l	superficie di aderenza palo-fondazione ($H_f \Pi D$) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ_c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H_f	S_l	N	τ_c
1	60,0	580,0	109327,4	51564	0,47
2	60,0	80,0	15079,6	51681	3,43
3	60,0	80,0	15079,6	51798	3,43

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 1

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T_u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	51564	11095	96,70	0	711232	22237	13,79
2	1,15	-12760	50990	-3974	96,70	75630	302228	22237	5,93
3	2,30	-8189	49593	-4847	96,70	65442	396305	22237	7,99
4	3,45	-2615	47375	-2288	96,70	34141	618490	22237	13,06
5	4,60	16	44335	-465	96,70	262	710954	22237	16,04
6	5,75	551	40472	175	96,70	9552	701111	22237	17,32
7	6,90	350	35788	208	96,70	6887	703935	22237	19,67
8	8,05	111	30282	94	96,70	2602	708475	22237	23,40
9	9,20	3	23954	13	96,70	80	711147	22237	29,69
10	10,35	-13	16804	-11	96,70	532	710668	22237	42,29
11	11,50	0	8832	-11	96,70	0	711232	22237	80,53

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	51681	11095	96,70	0	711232	22237	13,76
2	1,15	-12760	51104	-3974	96,70	75581	302710	22237	5,92
3	2,30	-8189	49704	-4847	96,70	65382	396827	22237	7,98
4	3,45	-2615	47480	-2288	96,70	34084	618822	22237	13,03
5	4,60	16	44432	-465	96,70	262	710954	22237	16,00
6	5,75	551	40561	175	96,70	9531	701132	22237	17,29
7	6,90	350	35866	208	96,70	6872	703950	22237	19,63
8	8,05	111	30347	94	96,70	2597	708481	22237	23,35
9	9,20	3	24005	13	96,70	80	711147	22237	29,62
10	10,35	-13	16839	-11	96,70	531	710669	22237	42,20
11	11,50	0	8850	-11	96,70	0	711232	22237	80,37

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	51798	11095	96,70	0	711232	22237	13,73
2	1,15	-12760	51219	-3974	96,70	75532	303192	22237	5,92
3	2,30	-8189	49815	-4847	96,70	65322	397347	22237	7,98
4	3,45	-2615	47585	-2288	96,70	34027	619153	22237	13,01
5	4,60	16	44530	-465	96,70	261	710955	22237	15,97
6	5,75	551	40649	175	96,70	9511	701154	22237	17,25
7	6,90	350	35943	208	96,70	6857	703966	22237	19,59
8	8,05	111	30412	94	96,70	2591	708486	22237	23,30
9	9,20	3	24056	13	96,70	80	711147	22237	29,56
10	10,35	-13	16875	-11	96,70	530	710670	22237	42,11
11	11,50	0	8868	-11	96,70	0	711232	22237	80,20

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kg]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop
Numero di cerchi analizzati 36
Numero di strisce 25

Cerchio critico
Coordinate del centro X[m]= -2,03 Y[m]= 4,57
Raggio del cerchio R[m]= 11,32
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,09
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,33
Larghezza della striscia dx[m]= 0,66
Coefficiente di sicurezza C= 4.27
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	ϕ	c	u
1	2574,43	62.26	2278,60	1,41	17.07	0,00	0,00
2	3737,90	56.07	3101,33	1,18	17.07	0,00	0,00
3	4633,50	50.47	3574,00	1,03	17.29	0,01	0,00
4	5388,90	45.49	3842,89	0,94	24.79	0,33	0,00
5	6041,28	40.92	3956,71	0,87	24.79	0,33	0,00
6	6576,84	36.64	3925,15	0,82	24.79	0,33	0,00
7	7015,29	32.60	3779,17	0,78	24.79	0,33	0,00
8	7370,09	28.73	3542,15	0,75	24.79	0,33	0,00
9	7654,67	24.99	3234,30	0,72	24.79	0,33	0,00
10	7868,54	21.37	2867,68	0,71	24.79	0,33	0,00
11	7966,07	17.84	2440,61	0,69	24.79	0,33	0,00
12	8006,11	14.38	1987,98	0,68	24.79	0,33	0,00
13	8009,28	10.97	1523,69	0,67	24.79	0,33	0,00
14	8100,55	7.60	1070,70	0,66	24.79	0,33	0,00
15	7187,48	4.25	532,69	0,66	24.79	0,33	0,00
16	5492,63	0.92	88,16	0,66	24.79	0,33	0,00
17	3993,86	-2.41	-167,79	0,66	24.79	0,33	0,00
18	2427,15	-5.74	-242,90	0,66	24.79	0,33	0,00
19	2080,14	-9.10	-328,95	0,67	24.79	0,33	0,00
20	1917,81	-12.49	-414,64	0,67	24.79	0,33	0,00
21	1701,32	-15.92	-466,62	0,68	24.79	0,33	0,00

22	1428,90	-19.41	-474,88	0,70	24.79	0,33	0,00
23	1097,13	-22.98	-428,34	0,71	24.79	0,33	0,00
24	701,52	-26.65	-314,63	0,74	24.79	0,33	0,00
25	236,06	-30.44	-119,58	0,76	24.79	0,33	0,00

ΣW_i= 119207,46 [kg]
$\Sigma W_i \sin\alpha_i$= 38787,47 [kg]
$\Sigma W_i \tan\phi_i$= 53384,22 [kg]
$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i$= 2.80

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	29811,88	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	33,80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	18784,85	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7829,93	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	63418,26	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	61139,28	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	61139,28	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	63418,26	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	2,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,78	[m]
Risultante in fondazione	88090,22	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	46,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	126813,21	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3
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	0,75	2956,75	1077,98	5023,02
3	1,25	6430,72	1900,99	8856,99
4	2,00	10990,74	9112,25	15184,40
5	2,50	17069,41	11427,20	20464,04
6	3,00	24348,39	12470,50	26431,40
7	3,75	32239,92	31065,22	35710,90
8	4,25	41538,69	35094,58	41516,90
9	5,00	50110,09	65211,70	49563,75

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 3
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-29,16	20,17	-1583,05	1298,09
2	0,18	-374,34	333,94	-7732,57	7217,16
3	0,35	-5978,32	2589,96	-13020,15	17044,01
4	0,50	-729,25	12792,40	-5279,36	203950,05
5	5,50	-1521,33	0,00	-6878,99	0,00
6	5,65	-720,08	0,00	-4301,82	0,00
7	5,83	-170,54	0,00	-2184,29	0,00
8	6,00	0,00	32,39	-144,92	0,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-1,76	76,88	-14,61	426,38
2	0,39	-96,13	179,90	-31,43	1796,55
3	0,78	-485,86	620,49	-2082,28	7649,71
4	1,17	-1902,26	1848,71	-3325,99	7560,46
5	1,47	-1303,03	5,97	-14083,45	13866,69
6	1,77	-1992,54	2033,39	-8595,53	3316,47
7	2,10	-446,49	688,76	-8687,62	2761,63
8	2,44	-88,79	248,12	-2202,36	9,78
9	2,77	-0,78	107,64	-616,26	1,95
10	3,11	-0,80	107,68	-2,65	616,75
11	3,44	-88,66	248,17	-11,43	2202,50
12	3,78	-446,43	688,49	-2758,63	8689,84
13	4,11	-1998,07	2033,91	-3340,11	8597,69
14	4,41	-1299,05	3,61	-14274,66	14274,67
15	4,71	-1998,07	2033,91	-8597,68	3340,12
16	5,04	-446,43	688,49	-8689,83	2758,64
17	5,38	-88,65	248,18	-2202,48	11,38
18	5,71	-0,87	107,69	-616,70	2,54
19	6,05	-0,87	107,69	-2,54	616,70
20	6,38	-88,65	248,18	-11,38	2202,48
21	6,72	-446,43	688,49	-2758,64	8689,83
22	7,05	-1998,07	2033,91	-3340,12	8597,68
23	7,35	-1299,05	3,60	-14274,66	14274,66
24	7,65	-1998,07	2033,91	-8597,68	3340,12
25	7,98	-446,43	688,49	-8689,83	2758,64
26	8,32	-88,65	248,18	-2202,48	11,38
27	8,65	-0,87	107,69	-616,70	2,54
28	8,99	-0,87	107,69	-2,54	616,70
29	9,32	-88,65	248,18	-11,38	2202,48
30	9,66	-446,43	688,49	-2758,64	8689,83
31	9,99	-1998,07	2033,91	-3340,12	8597,68
32	10,29	-1299,05	3,60	-14274,66	14274,66
33	10,59	-1998,07	2033,91	-8597,68	3340,12
34	10,92	-446,43	688,49	-8689,83	2758,64
35	11,26	-88,65	248,18	-2202,48	11,38
36	11,59	-0,87	107,69	-616,70	2,54
37	11,93	-0,87	107,69	-2,54	616,72
38	12,26	-88,65	248,18	-11,38	2202,52
39	12,60	-446,43	688,49	-2758,58	8689,91
40	12,93	-1998,07	2033,92	-3339,96	8597,76
41	13,23	-1299,02	3,60	-14273,94	14275,01
42	13,53	-1998,07	2033,94	-8596,89	3340,47
43	13,86	-446,41	688,62	-8689,03	2759,51
44	14,20	-88,61	249,09	-2200,56	11,31
45	14,53	-0,96	108,76	-611,23	24,75
46	14,87	-1,02	112,77	-3,69	642,11
47	15,20	-86,72	254,79	-13,55	2261,96
48	15,54	-442,80	699,06	-2664,02	8836,86
49	15,87	-1997,39	2040,15	-3233,70	8743,42
50	16,17	-1255,06	3,16	-13635,51	15156,84
51	16,47	-2087,87	2014,50	-9129,82	3254,04
52	16,80	-714,68	270,80	-9249,75	1661,21

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 3

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H altezza della sezione espressa in [cm]
N sforzo normale [kg]
M momento flettente [kgm]
T taglio [kg]
e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]

σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms momento stabilizzante [kgm]
Mr momento ribaltante [kgm]
Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	3865	1077	6770	27,86	1,16	983	2297	3,53	0,43
3	1,25	200,00	7691	2210	11093	28,74	0,72	5329	6814	4,30	0,78
4	2,00	200,00	11858	11110	15813	93,70	12,55	8908	17031	3,28	0,52
5	2,50	300,00	17521	13861	19536	79,11	1,65	23383	26131	3,97	0,89
6	3,00	400,00	23697	15463	22174	65,25	1,17	46592	36732	4,68	1,27
7	3,75	400,00	30212	32325	27115	106,99	2,17	58730	55224	4,06	1,06
8	4,25	500,00	37775	31440	28039	83,23	1,51	97302	65314	4,91	1,49
9	5,00	500,00	45525	52856	33240	116,10	2,27	115431	88293	4,38	1,31

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3
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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	18,28	27762	--	--
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	0	18121	1,42	27762	--	--

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	71,15	27762	--	--
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	7,98	27762	--	--

Analisi dei pali

Combinazione n° 3
Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale [kg] 63418,3
Verticale [kg] 61139,3
Momento [kgm] -126813,2

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale [cm] 1,09563
Verticale [cm] 0,07238
Rotazione [°] -0,02336

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	12	-18485	59190	0	77617	0
2	12	57063	59190	0	77617	0
3	12	132612	59190	0	77617	0

Calcolo della portanza

τ_m tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ fattori di capacità portante corretti
P_l portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{d,s}$ portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{d,c}$ portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	-0.11	1.98
2	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.22	3.42
3	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.51	7.52

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	272024	0	400450	223635	278039	MEDI
1	291340	0	378931	239088	297356	MINIMI
2	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
2	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI
3	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
3	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H_f altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S_l superficie di aderenza palo-fondazione ($H_f \Pi D$) espressa in [cmq]
N sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ_c tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H_f	S_l	N	τ_c
1	60,0	580,0	109327,4	-18485	-0,17
2	60,0	80,0	15079,6	57063	3,78
3	60,0	80,0	15079,6	132612	8,79

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 3
Nr. numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M momento flettente espresso in [kgm]
N sforzo normale espresso in [kg]
T taglio espresso in [kg]
M_u momento ultimo espresso in [kgm]
N_u sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T_u taglio ultimo espresso in [kg]
CS coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	-18485	59190	96,70	0	-385784	22237	20,87
2	1,15	-68069	-17443	-21202	96,70	72094	-18475	22237	1,06
3	2,30	-43687	-16098	-25858	96,70	70613	-26019	22237	1,62
4	3,45	-13951	-14448	-12207	96,70	62929	-65171	22237	4,51
5	4,60	87	-12494	-2482	96,70	2604	-372519	22237	29,82
6	5,75	2941	-10237	934	96,70	44989	-156570	22237	15,30
7	6,90	1868	-7675	1108	96,70	41914	-172236	22237	22,44
8	8,05	593	-4809	503	96,70	29225	-236888	22237	49,26
9	9,20	14	-1640	71	96,70	3254	-369205	22237	225,15
10	10,35	-67	1834	-58	96,70	24622	672251	22237	366,60
11	11,50	0	5611	-58	96,70	0	711232	22237	126,75

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	57063	59190	96,70	0	711232	22237	12,46
2	1,15	-68069	56376	-21202	96,70	81003	67089	22237	1,19
3	2,30	-43687	54789	-25858	96,70	82546	103523	22237	1,89
4	3,45	-13951	52302	-12207	96,70	76989	288630	22237	5,52
5	4,60	87	48913	-2482	96,70	1267	709889	22237	14,51
6	5,75	2941	44625	934	96,70	38920	590460	22237	13,23
7	6,90	1868	39436	1108	96,70	30327	640326	22237	16,24

8	8,05	593	33346	503	96,70	12421	698070	22237	20,93
9	9,20	14	26356	71	96,70	390	710819	22237	26,97
10	10,35	-67	18466	-58	96,70	2577	708501	22237	38,37
11	11,50	0	9675	-58	96,70	0	711232	22237	73,51

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	132612	59190	96,70	0	711232	22237	5,36
2	1,15	-68069	130382	-21202	96,70	83547	160029	22237	1,23
3	2,30	-43687	126173	-25858	96,70	81315	234845	22237	1,86
4	3,45	-13951	119985	-12207	96,70	55548	477749	22237	3,98
5	4,60	87	111819	-2482	96,70	555	710644	22237	6,36
6	5,75	2941	101673	934	96,70	19964	690077	22237	6,79
7	6,90	1868	89549	1108	96,70	14514	695853	22237	7,77
8	8,05	593	75446	503	96,70	5547	705354	22237	9,35
9	9,20	14	59364	71	96,70	173	711049	22237	11,98
10	10,35	-67	41303	-58	96,70	1155	710009	22237	17,19
11	11,50	0	21263	-58	96,70	0	711232	22237	33,45

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	29811,88	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	33,80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	18784,85	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7829,93	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	63418,26	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	61139,28	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	61139,28	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	63418,26	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	2,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,78	[m]
Risultante in fondazione	88090,22	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	46,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	126813,21	[kgm]

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	0,75	2956,75	1077,98	5023,02
3	1,25	6430,72	1900,99	8856,99
4	2,00	10990,74	9112,25	15184,40
5	2,50	17069,41	11427,20	20464,04
6	3,00	24348,39	12470,50	26431,40
7	3,75	32239,92	31065,22	35710,90
8	4,25	41538,69	35094,58	41516,90
9	5,00	50110,09	65211,70	49563,75

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 4
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-29,16	20,17	-1583,05	1298,09
2	0,18	-374,34	333,94	-7732,57	7217,16
3	0,35	-5978,32	2589,96	-13020,15	17044,01
4	0,50	-729,25	12792,40	-5279,36	203950,05
5	5,50	-1521,33	0,00	-6878,99	0,00
6	5,65	-720,08	0,00	-4301,82	0,00
7	5,83	-170,54	0,00	-2184,29	0,00
8	6,00	0,00	32,39	-144,92	0,00

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-1,76	76,88	-14,61	426,38
2	0,39	-96,13	179,90	-31,43	1796,55
3	0,78	-485,86	620,49	-2082,28	7649,71
4	1,17	-1902,26	1848,71	-3325,99	7560,46
5	1,47	-1303,03	5,97	-14083,45	13866,69
6	1,77	-1992,54	2033,39	-8595,53	3316,47
7	2,10	-446,49	688,76	-8687,62	2761,63
8	2,44	-88,79	248,12	-2202,36	9,78
9	2,77	-0,78	107,64	-616,26	1,95
10	3,11	-0,80	107,68	-2,65	616,75
11	3,44	-88,66	248,17	-11,43	2202,50
12	3,78	-446,43	688,49	-2758,63	8689,84
13	4,11	-1998,07	2033,91	-3340,11	8597,69
14	4,41	-1299,05	3,61	-14274,66	14274,67
15	4,71	-1998,07	2033,91	-8597,68	3340,12
16	5,04	-446,43	688,49	-8689,83	2758,64
17	5,38	-88,65	248,18	-2202,48	11,38
18	5,71	-0,87	107,69	-616,70	2,54
19	6,05	-0,87	107,69	-2,54	616,70
20	6,38	-88,65	248,18	-11,38	2202,48
21	6,72	-446,43	688,49	-2758,64	8689,83
22	7,05	-1998,07	2033,91	-3340,12	8597,68
23	7,35	-1299,05	3,60	-14274,66	14274,66
24	7,65	-1998,07	2033,91	-8597,68	3340,12
25	7,98	-446,43	688,49	-8689,83	2758,64
26	8,32	-88,65	248,18	-2202,48	11,38
27	8,65	-0,87	107,69	-616,70	2,54
28	8,99	-0,87	107,69	-2,54	616,70
29	9,32	-88,65	248,18	-11,38	2202,48
30	9,66	-446,43	688,49	-2758,64	8689,83
31	9,99	-1998,07	2033,91	-3340,12	8597,68
32	10,29	-1299,05	3,60	-14274,66	14274,66
33	10,59	-1998,07	2033,91	-8597,68	3340,12
34	10,92	-446,43	688,49	-8689,83	2758,64
35	11,26	-88,65	248,18	-2202,48	11,38
36	11,59	-0,87	107,69	-616,70	2,54
37	11,93	-0,87	107,69	-2,54	616,72
38	12,26	-88,65	248,18	-11,38	2202,52
39	12,60	-446,43	688,49	-2758,58	8689,91
40	12,93	-1998,07	2033,92	-3339,96	8597,76
41	13,23	-1299,02	3,60	-14273,94	14275,01
42	13,53	-1998,07	2033,94	-8596,89	3340,47
43	13,86	-446,41	688,62	-8689,03	2759,51
44	14,20	-88,61	249,09	-2200,56	11,31
45	14,53	-0,96	108,76	-611,23	24,75
46	14,87	-1,02	112,77	-3,69	642,11
47	15,20	-86,72	254,79	-13,55	2261,96
48	15,54	-442,80	699,06	-2664,02	8836,86
49	15,87	-1997,39	2040,15	-3233,70	8743,42
50	16,17	-1255,06	3,16	-13635,51	15156,84
51	16,47	-2087,87	2014,50	-9129,82	3254,04
52	16,80	-714,68	270,80	-9249,75	1661,21

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 4

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1713	99	712	5,78	0,23	1000	243	30,48	4,12
3	1,25	200,00	4686	-711	1488	15,17	0,13	5913	817	30,04	7,24
4	2,00	200,00	8104	342	2895	4,22	0,46	9615	2438	16,62	3,94
5	2,50	300,00	14159	-2123	4712	14,99	0,33	26204	4747	15,74	5,52
6	3,00	400,00	20890	-7125	5149	34,11	0,26	53318	7532	19,60	7,08
7	3,75	400,00	26969	-3662	6087	13,58	0,54	65666	11754	17,57	5,59
8	4,25	500,00	35184	-15217	3611	43,25	0,34	110302	10043	37,44	10,98
9	5,00	500,00	42555	-12920	4221	30,36	0,54	128853	12955	33,78	9,95

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
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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	18,28	27762	--	--
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	0	18121	1,42	27762	--	--

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	71,15	27762	--	--
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	0	-12134	7,98	27762	--	--

Analisi dei pali

Combinazione n° 4

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kg]	63418,3
Verticale [kg]	61139,3	
Momento [kgm]	-126813,2	

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[cm]	1,09563
Verticale [cm]	0,07238	
Rotazione	[°]	-0,02336

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kg]	T [kg]	M [kgm]	Tu [kg]	Mu [kgm]
1	12	-18485	59190	0	77617	0
2	12	57063	59190	0	77617	0
3	12	132612	59190	0	77617	0

Calcolo della portanza

τ_m	tensione tangenziale media palo-terreno in [kg/cmq]
σ_p	tensione sul terreno alla punta del palo in [kg/cmq]
N_c, N_q, N_γ	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q, N'_γ	fattori di capacità portante corretti
P_l	portanza caratteristica per attrito e aderenza laterale in [kg]
P_p	portanza caratteristica di punta in [kg]
P_t	portanza caratteristica totale in [kg]
$P_{d,s}$	portanza di progetto, con applicazione dei coeff. parziali alle singole aliquote della portanza, in [kg]
$P_{d,c}$	portanza di progetto, con applicazione del coeff. parziale alla portanza totale, in [kg]
PT	Parametri Terreno utilizzati

Fila	N_c	N'_c	N_q	N'_q	N_γ	N'_γ	τ_m	σ_p
1	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	-0.11	1.98
2	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.22	3.42
3	37.16	37.16	22.46	22.46	19.32	19.32	0.51	7.52

Fila	P_l	P_p	P_t	$P_{d,s}$	$P_{d,c}$	PT
1	272024	0	400450	223635	278039	MEDI
1	291340	0	378931	239088	297356	MINIMI
2	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
2	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI
3	272024	188134	661214	369886	454143	MEDI
3	291340	149138	557797	357797	434463	MINIMI

Verifica a punzonamento della fondazione

D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
H_f	altezza della fondazione in corrispondenza della fila espressa in [cm]
S_l	superficie di aderenza palo-fondazione ($H_f \Pi D$) espressa in [cmq]
N	sforzo normale trasmesso dal palo alla fondazione espresso in [kg]
τ_c	tensione tangenziale palo-fondazione espressa in [kg/cmq]

Fila	D	H_f	S_l	N	τ_c
1	60,0	580,0	109327,4	-18485	-0,17
2	60,0	80,0	15079,6	57063	3,78
3	60,0	80,0	15079,6	132612	8,79

Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Combinazione n° 4

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M_u	momento ultimo espresso in [kgm]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kg]
T_u	taglio ultimo espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	-18485	59190	96,70	0	-385784	22237	20,87
2	1,15	-68069	-17443	-21202	96,70	72094	-18475	22237	1,06
3	2,30	-43687	-16098	-25858	96,70	70613	-26019	22237	1,62
4	3,45	-13951	-14448	-12207	96,70	62929	-65171	22237	4,51
5	4,60	87	-12494	-2482	96,70	2604	-372519	22237	29,82
6	5,75	2941	-10237	934	96,70	44989	-156570	22237	15,30
7	6,90	1868	-7675	1108	96,70	41914	-172236	22237	22,44
8	8,05	593	-4809	503	96,70	29225	-236888	22237	49,26
9	9,20	14	-1640	71	96,70	3254	-369205	22237	225,15
10	10,35	-67	1834	-58	96,70	24622	672251	22237	366,60
11	11,50	0	5611	-58	96,70	0	711232	22237	126,75

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	57063	59190	96,70	0	711232	22237	12,46
2	1,15	-68069	56376	-21202	96,70	81003	67089	22237	1,19
3	2,30	-43687	54789	-25858	96,70	82546	103523	22237	1,89
4	3,45	-13951	52302	-12207	96,70	76989	288630	22237	5,52
5	4,60	87	48913	-2482	96,70	1267	709889	22237	14,51
6	5,75	2941	44625	934	96,70	38920	590460	22237	13,23
7	6,90	1868	39436	1108	96,70	30327	640326	22237	16,24
8	8,05	593	33346	503	96,70	12421	698070	22237	20,93
9	9,20	14	26356	71	96,70	390	710819	22237	26,97
10	10,35	-67	18466	-58	96,70	2577	708501	22237	38,37
11	11,50	0	9675	-58	96,70	0	711232	22237	73,51

Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A_f	M_u	N_u	T_u	CS
1	0,00	0	132612	59190	96,70	0	711232	22237	5,36
2	1,15	-68069	130382	-21202	96,70	83547	160029	22237	1,23
3	2,30	-43687	126173	-25858	96,70	81315	234845	22237	1,86
4	3,45	-13951	119985	-12207	96,70	55548	477749	22237	3,98
5	4,60	87	111819	-2482	96,70	555	710644	22237	6,36
6	5,75	2941	101673	934	96,70	19964	690077	22237	6,79
7	6,90	1868	89549	1108	96,70	14514	695853	22237	7,77
8	8,05	593	75446	503	96,70	5547	705354	22237	9,35
9	9,20	14	59364	71	96,70	173	711049	22237	11,98
10	10,35	-67	41303	-58	96,70	1155	710009	22237	17,19
11	11,50	0	21263	-58	96,70	0	711232	22237	33,45

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop
Numero di cerchi analizzati 36
Numero di strisce 25

Cerchio critico
Coordinate del centro X[m]= -2,54 Y[m]= 4,57
Raggio del cerchio R[m]= 22,31
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -22,70
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 19,30
Larghezza della striscia dx[m]= 1,68
Coefficiente di sicurezza C= 1.77
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	W$\sin\alpha$	b/$\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	7637,19	71.33	7235,34	5,25	20.13	0,13	0,00
2	20535,26	60.31	17839,04	3,39	24.79	0,33	0,00
3	29066,26	52.41	23031,79	2,75	24.79	0,33	0,00
4	35567,50	45.78	25488,09	2,41	24.79	0,33	0,00
5	40772,71	39.87	26136,43	2,19	24.79	0,33	0,00
6	47636,15	34.44	26939,86	2,04	24.79	0,33	0,00
7	53430,29	29.35	26185,67	1,93	24.79	0,33	0,00
8	55277,03	24.50	22922,11	1,85	24.79	0,33	0,00
9	56560,49	19.83	19189,97	1,79	24.79	0,33	0,00
10	57335,05	15.30	15130,74	1,74	24.79	0,33	0,00
11	56979,71	10.87	10742,18	1,71	24.79	0,33	0,00
12	56761,65	6.50	6423,02	1,69	24.79	0,33	0,00
13	51538,09	2.17	1947,73	1,68	24.79	0,33	0,00
14	43018,46	-2.15	-1616,32	1,68	24.79	0,33	0,00
15	41840,89	-6.48	-4725,44	1,69	24.79	0,33	0,00
16	40987,43	-10.85	-7718,22	1,71	24.79	0,33	0,00
17	39687,71	-15.29	-10464,89	1,74	24.79	0,33	0,00
18	37916,62	-19.82	-12856,12	1,79	24.79	0,33	0,00
19	35636,77	-24.49	-14769,92	1,85	24.79	0,33	0,00
20	32793,82	-29.33	-16064,74	1,93	24.79	0,33	0,00

21	29308,35	-34.42	-16568,43	2,04	24.79	0,33	0,00
22	25060,53	-39.85	-16058,98	2,19	24.79	0,33	0,00
23	19858,49	-45.76	-14226,46	2,41	24.79	0,33	0,00
24	13361,79	-52.39	-10584,78	2,75	24.79	0,33	0,00
25	4838,64	-60.28	-4202,26	3,39	24.79	0,33	0,00

ΣW_i= 933406,85 [kg]
$\Sigma W_i \sin\alpha_i$= 99355,43 [kg]
$\Sigma W_i \tan\phi_i$= 430394,59 [kg]
$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i$= 1.09

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 Bishop
Numero di cerchi analizzati 36
Numero di strisce 25

Cerchio critico
Coordinate del centro X[m]= -2,54 Y[m]= 4,57
Raggio del cerchio R[m]= 22,31
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -22,70
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 19,30
Larghezza della striscia dx[m]= 1,68
Coefficiente di sicurezza C= 1.77
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	ϕ	c	u
1	7637,19	71.33	7235,34	5,25	20.13	0,13	0,00
2	20535,26	60.31	17839,04	3,39	24.79	0,33	0,00
3	29066,26	52.41	23031,79	2,75	24.79	0,33	0,00
4	35567,50	45.78	25488,09	2,41	24.79	0,33	0,00
5	40772,71	39.87	26136,43	2,19	24.79	0,33	0,00
6	47636,15	34.44	26939,86	2,04	24.79	0,33	0,00
7	53430,29	29.35	26185,67	1,93	24.79	0,33	0,00
8	55277,03	24.50	22922,11	1,85	24.79	0,33	0,00
9	56560,49	19.83	19189,97	1,79	24.79	0,33	0,00
10	57335,05	15.30	15130,74	1,74	24.79	0,33	0,00
11	56979,71	10.87	10742,18	1,71	24.79	0,33	0,00
12	56761,65	6.50	6423,02	1,69	24.79	0,33	0,00
13	51538,09	2.17	1947,73	1,68	24.79	0,33	0,00
14	43018,46	-2.15	-1616,32	1,68	24.79	0,33	0,00
15	41840,89	-6.48	-4725,44	1,69	24.79	0,33	0,00
16	40987,43	-10.85	-7718,22	1,71	24.79	0,33	0,00
17	39687,71	-15.29	-10464,89	1,74	24.79	0,33	0,00
18	37916,62	-19.82	-12856,12	1,79	24.79	0,33	0,00
19	35636,77	-24.49	-14769,92	1,85	24.79	0,33	0,00
20	32793,82	-29.33	-16064,74	1,93	24.79	0,33	0,00
21	29308,35	-34.42	-16568,43	2,04	24.79	0,33	0,00
22	25060,53	-39.85	-16058,98	2,19	24.79	0,33	0,00
23	19858,49	-45.76	-14226,46	2,41	24.79	0,33	0,00
24	13361,79	-52.39	-10584,78	2,75	24.79	0,33	0,00
25	4838,64	-60.28	-4202,26	3,39	24.79	0,33	0,00

ΣW_i= 933406,85 [kg]
$\Sigma W_i \sin\alpha_i$= 99355,43 [kg]
$\Sigma W_i \tan\phi_i$= 430394,59 [kg]
$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i$= 1.09

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7889,16	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	53879,10	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	53879,10	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7889,16	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	54453,61	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6279,73	[kgm]

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	0,75	1624,71	104,77	651,73
3	1,25	4210,65	-462,03	1334,32
4	2,00	7438,64	533,20	2578,89
5	2,50	12629,28	-1312,25	3995,60
6	3,00	19020,23	-5472,78	6100,04
7	3,75	25579,73	-1902,23	8873,60
8	4,25	33990,47	-6855,33	10105,13
9	5,00	41229,83	326,51	10934,50

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 7
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-7,61	9,40	-597,21	406,45
2	0,18	-143,81	103,44	-2886,27	2360,97
3	0,35	-2155,39	851,26	-4876,83	5628,05
4	0,50	-365,44	4371,83	-2330,94	71077,10
5	5,50	-1465,00	0,00	-5962,67	0,00
6	5,65	-774,47	0,00	-4428,19	0,00
7	5,83	-165,27	0,00	-2202,04	0,00
8	6,00	0,00	31,86	-136,58	1,40

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,53	26,87	-6,63	359,13
2	0,39	-33,74	62,93	-139,25	785,21
3	0,78	-171,07	217,92	-567,30	2722,25
4	1,17	-669,96	650,90	-1090,09	2626,86
5	1,47	-457,66	4,26	-4976,81	4909,02
6	1,77	-700,14	714,55	-2987,32	1277,05
7	2,10	-156,89	241,80	-3084,99	819,42

8	2,44	-31,16	87,06	-792,22	8,12
9	2,77	0,00	37,76	-363,31	0,02
10	3,11	0,00	37,77	-0,66	363,45
11	3,44	-31,12	87,05	-8,09	792,09
12	3,78	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
13	4,11	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
14	4,41	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
15	4,71	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
16	5,04	-156,87	241,67	-3085,22	817,99
17	5,38	-31,12	87,05	-792,09	8,09
18	5,71	0,00	37,77	-363,44	0,55
19	6,05	0,00	37,77	-0,55	363,44
20	6,38	-31,12	87,05	-8,09	792,09
21	6,72	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
22	7,05	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
23	7,35	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
24	7,65	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
25	7,98	-156,87	241,67	-3085,22	817,98
26	8,32	-31,12	87,05	-792,09	8,09
27	8,65	0,00	37,77	-363,44	0,55
28	8,99	0,00	37,77	-0,55	363,44
29	9,32	-31,12	87,05	-8,09	792,09
30	9,66	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
31	9,99	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
32	10,29	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
33	10,59	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
34	10,92	-156,87	241,67	-3085,22	817,99
35	11,26	-31,12	87,05	-792,09	8,09
36	11,59	0,00	37,77	-363,44	0,55
37	11,93	0,00	37,77	-0,55	363,44
38	12,26	-31,12	87,05	-8,08	792,10
39	12,60	-156,87	241,67	-817,96	3085,25
40	12,93	-702,10	714,68	-1276,02	2987,53
41	13,23	-456,09	1,40	-5042,55	5042,92
42	13,53	-702,10	714,68	-2987,24	1276,39
43	13,86	-156,86	241,72	-3084,94	818,20
44	14,20	-31,10	87,37	-791,41	7,94
45	14,53	0,00	38,14	-360,19	12,39
46	14,87	0,00	39,53	-5,06	367,35
47	15,20	-30,45	89,35	-1,54	813,20
48	15,54	-155,61	245,36	-767,77	3136,67
49	15,87	-701,82	716,83	-1251,29	3037,62
50	16,17	-440,81	0,13	-4818,59	5349,38
51	16,47	-733,22	706,64	-3134,22	1070,60
52	16,80	-243,44	104,19	-3262,34	514,22

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione 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]
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, 100	2,01	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,75	100, 100	2,01	2,01	0,22	0,08	-1,55	-3,29
3	1,25	100, 200	2,01	2,01	0,28	0,08	-4,15	-2,15
4	2,00	100, 200	2,01	2,01	0,45	0,15	-4,41	-6,72
5	2,50	100, 300	2,01	2,01	0,51	0,16	-7,58	-5,02
6	3,00	100, 400	2,01	2,01	0,68	0,18	-10,14	-4,10
7	3,75	100, 400	2,01	2,01	0,71	0,26	-10,63	-8,53
8	4,25	100, 500	2,01	2,01	0,84	0,24	-12,61	-7,76
9	5,00	100, 500	2,01	2,01	0,83	0,26	-12,24	-12,47

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]
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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,42	-0,09	68,74	48,30
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	10,43	4,06	985,78	122,58

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,48	-0,32	-4,78	55,51
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,81	-42,38	492,04

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 7
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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	17281	9	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-144	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-2155	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	4372	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-774	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-165	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7889,16	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	53879,10	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	53879,10	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7889,16	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	54453,61	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6279,73	[kgm]

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	0,75	1624,71	104,77	651,73
3	1,25	4210,65	-462,03	1334,32
4	2,00	7438,64	533,20	2578,89
5	2,50	12629,28	-1312,25	3995,60
6	3,00	19020,23	-5472,78	6100,04
7	3,75	25579,73	-1902,23	8873,60
8	4,25	33990,47	-6855,33	10105,13
9	5,00	41229,83	326,51	10934,50

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 8
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-7,61	9,40	-597,21	406,45
2	0,18	-143,81	103,44	-2886,27	2360,97
3	0,35	-2155,39	851,26	-4876,83	5628,05
4	0,50	-365,44	4371,83	-2330,94	71077,10
5	5,50	-1465,00	0,00	-5962,67	0,00
6	5,65	-774,47	0,00	-4428,19	0,00
7	5,83	-165,27	0,00	-2202,04	0,00
8	6,00	0,00	31,86	-136,58	1,40

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,53	26,87	-6,63	359,13
2	0,39	-33,74	62,93	-139,25	785,21
3	0,78	-171,07	217,92	-567,30	2722,25
4	1,17	-669,96	650,90	-1090,09	2626,86
5	1,47	-457,66	4,26	-4976,81	4909,02
6	1,77	-700,14	714,55	-2987,32	1277,05
7	2,10	-156,89	241,80	-3084,99	819,42
8	2,44	-31,16	87,06	-792,22	8,12
9	2,77	0,00	37,76	-363,31	0,02
10	3,11	0,00	37,77	-0,66	363,45
11	3,44	-31,12	87,05	-8,09	792,09
12	3,78	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
13	4,11	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
14	4,41	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
15	4,71	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
16	5,04	-156,87	241,67	-3085,22	817,99
17	5,38	-31,12	87,05	-792,09	8,09
18	5,71	0,00	37,77	-363,44	0,55
19	6,05	0,00	37,77	-0,55	363,44
20	6,38	-31,12	87,05	-8,09	792,09
21	6,72	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
22	7,05	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
23	7,35	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
24	7,65	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
25	7,98	-156,87	241,67	-3085,22	817,98
26	8,32	-31,12	87,05	-792,09	8,09
27	8,65	0,00	37,77	-363,44	0,55
28	8,99	0,00	37,77	-0,55	363,44
29	9,32	-31,12	87,05	-8,09	792,09
30	9,66	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
31	9,99	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
32	10,29	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
33	10,59	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
34	10,92	-156,87	241,67	-3085,22	817,99

35	11,26	-31,12	87,05	-792,09	8,09
36	11,59	0,00	37,77	-363,44	0,55
37	11,93	0,00	37,77	-0,55	363,44
38	12,26	-31,12	87,05	-8,08	792,10
39	12,60	-156,87	241,67	-817,96	3085,25
40	12,93	-702,10	714,68	-1276,02	2987,53
41	13,23	-456,09	1,40	-5042,55	5042,92
42	13,53	-702,10	714,68	-2987,24	1276,39
43	13,86	-156,86	241,72	-3084,94	818,20
44	14,20	-31,10	87,37	-791,41	7,94
45	14,53	0,00	38,14	-360,19	12,39
46	14,87	0,00	39,53	-5,06	367,35
47	15,20	-30,45	89,35	-1,54	813,20
48	15,54	-155,61	245,36	-767,77	3136,67
49	15,87	-701,82	716,83	-1251,29	3037,62
50	16,17	-440,81	0,13	-4818,59	5349,38
51	16,47	-733,22	706,64	-3134,22	1070,60
52	16,80	-243,44	104,19	-3262,34	514,22

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 8

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1696	97	670	5,73	0,23	983	232	32,40	4,23
3	1,25	200,00	4344	-502	1347	11,56	0,14	5329	755	32,92	7,06
4	2,00	200,00	7681	456	2551	5,94	0,45	8908	2199	18,69	4,05
5	2,50	300,00	12998	-1396	3955	10,74	0,34	23383	4089	18,46	5,72
6	3,00	400,00	18827	-5209	4274	27,67	0,28	46592	6319	23,12	7,37
7	3,75	400,00	24822	-2312	5005	9,31	0,53	58730	9808	20,94	5,99
8	4,25	500,00	32038	-11422	2879	35,65	0,37	97302	8111	45,86	12,00
9	5,00	500,00	39269	-9429	3140	24,01	0,56	115431	10367	44,36	11,13

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]
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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,42	-0,09	68,74	48,30
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	10,43	4,06	985,78	122,58

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,48	-0,32	-4,78	55,51
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,81	-42,38	492,04

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 8
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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	17281	9	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-144	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-2155	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	4372	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-774	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-165	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7889,16	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	53879,10	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	53879,10	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7889,16	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	54453,61	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6279,73	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9
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	0,75	1624,71	104,77	651,73
3	1,25	4210,65	-462,03	1334,32
4	2,00	7438,64	533,20	2578,89
5	2,50	12629,28	-1312,25	3995,60
6	3,00	19020,23	-5472,78	6100,04
7	3,75	25579,73	-1902,23	8873,60
8	4,25	33990,47	-6855,33	10105,13
9	5,00	41229,83	326,51	10934,50

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 9
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria

Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-7,61	9,40	-597,21	406,45
2	0,18	-143,81	103,44	-2886,27	2360,97
3	0,35	-2155,39	851,26	-4876,83	5628,05
4	0,50	-365,44	4371,83	-2330,94	71077,10
5	5,50	-1465,00	0,00	-5962,67	0,00
6	5,65	-774,47	0,00	-4428,19	0,00
7	5,83	-165,27	0,00	-2202,04	0,00
8	6,00	0,00	31,86	-136,58	1,40

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,53	26,87	-6,63	359,13
2	0,39	-33,74	62,93	-139,25	785,21
3	0,78	-171,07	217,92	-567,30	2722,25
4	1,17	-669,96	650,90	-1090,09	2626,86
5	1,47	-457,66	4,26	-4976,81	4909,02
6	1,77	-700,14	714,55	-2987,32	1277,05
7	2,10	-156,89	241,80	-3084,99	819,42
8	2,44	-31,16	87,06	-792,22	8,12
9	2,77	0,00	37,76	-363,31	0,02
10	3,11	0,00	37,77	-0,66	363,45
11	3,44	-31,12	87,05	-8,09	792,09
12	3,78	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
13	4,11	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
14	4,41	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
15	4,71	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
16	5,04	-156,87	241,67	-3085,22	817,99
17	5,38	-31,12	87,05	-792,09	8,09
18	5,71	0,00	37,77	-363,44	0,55
19	6,05	0,00	37,77	-0,55	363,44
20	6,38	-31,12	87,05	-8,09	792,09
21	6,72	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
22	7,05	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
23	7,35	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
24	7,65	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
25	7,98	-156,87	241,67	-3085,22	817,98
26	8,32	-31,12	87,05	-792,09	8,09
27	8,65	0,00	37,77	-363,44	0,55
28	8,99	0,00	37,77	-0,55	363,44
29	9,32	-31,12	87,05	-8,09	792,09
30	9,66	-156,87	241,67	-817,98	3085,22
31	9,99	-702,10	714,68	-1276,04	2987,51
32	10,29	-456,10	1,40	-5042,80	5042,80
33	10,59	-702,10	714,68	-2987,51	1276,04
34	10,92	-156,87	241,67	-3085,22	817,99
35	11,26	-31,12	87,05	-792,09	8,09
36	11,59	0,00	37,77	-363,44	0,55
37	11,93	0,00	37,77	-0,55	363,44
38	12,26	-31,12	87,05	-8,08	792,10
39	12,60	-156,87	241,67	-817,96	3085,25
40	12,93	-702,10	714,68	-1276,02	2987,53
41	13,23	-456,09	1,40	-5042,55	5042,92
42	13,53	-702,10	714,68	-2987,24	1276,39
43	13,86	-156,86	241,72	-3084,94	818,20
44	14,20	-31,10	87,37	-791,41	7,94
45	14,53	0,00	38,14	-360,19	12,39
46	14,87	0,00	39,53	-5,06	367,35
47	15,20	-30,45	89,35	-1,54	813,20
48	15,54	-155,61	245,36	-767,77	3136,67
49	15,87	-701,82	716,83	-1251,29	3037,62
50	16,17	-440,81	0,13	-4818,59	5349,38
51	16,47	-733,22	706,64	-3134,22	1070,60
52	16,80	-243,44	104,19	-3262,34	514,22

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 9
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, 100	2,01	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,75	100, 100	2,01	2,01	0,22	0,08	-1,55	-3,29
3	1,25	100, 200	2,01	2,01	0,28	0,08	-4,15	-2,15
4	2,00	100, 200	2,01	2,01	0,45	0,15	-4,41	-6,72
5	2,50	100, 300	2,01	2,01	0,51	0,16	-7,58	-5,02
6	3,00	100, 400	2,01	2,01	0,68	0,18	-10,14	-4,10
7	3,75	100, 400	2,01	2,01	0,71	0,26	-10,63	-8,53
8	4,25	100, 500	2,01	2,01	0,84	0,24	-12,61	-7,76
9	5,00	100, 500	2,01	2,01	0,83	0,26	-12,24	-12,47

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 9
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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,42	-0,09	68,74	48,30
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	10,43	4,06	985,78	122,58

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,48	-0,32	-4,78	55,51
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,81	-42,38	492,04

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 9
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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	17281	9	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-144	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-2155	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	4372	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-774	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-165	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	8675,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,74	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	8219,38	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3426,02	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27949,28	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55991,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55991,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27949,28	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	62580,06	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42762,55	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10
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	0,75	1941,95	389,75	1834,67
3	1,25	4739,38	254,45	3409,67
4	2,00	8284,61	3049,31	6148,53
5	2,50	13686,74	2549,40	8768,98
6	3,00	20289,18	124,78	12077,17
7	3,75	27165,92	8337,56	16967,70
8	4,25	35788,15	6475,50	19714,31
9	5,00	43344,75	20981,74	22971,99

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 10
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-15,42	13,30	-955,55	731,88
2	0,18	-227,35	186,97	-4642,72	4120,64
3	0,35	-3540,76	1481,34	-7827,91	9765,33
4	0,50	-497,28	7423,30	-3398,98	119228,05
5	5,50	-1464,65	0,00	-5935,15	0,00
6	5,65	-740,39	0,00	-4360,21	0,00
7	5,83	-167,01	0,00	-2158,06	0,00
8	6,00	0,00	32,06	-139,70	0,11

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,99	44,99	-10,26	335,56
2	0,39	-56,35	105,32	-17,22	1123,49
3	0,78	-285,14	363,81	-1086,57	4507,05
4	1,17	-1116,52	1084,96	-1898,47	4415,54
5	1,47	-764,00	4,90	-8276,77	8154,98
6	1,77	-1168,48	1192,47	-5020,39	1996,93
7	2,10	-261,83	403,77	-5114,54	1508,68
8	2,44	-52,04	145,42	-1304,62	1,01
9	2,77	0,00	63,09	-427,27	1,04
10	3,11	0,00	63,11	-1,41	427,53
11	3,44	-51,97	145,44	-2,01	1304,59
12	3,78	-261,80	403,59	-1507,01	5115,49
13	4,11	-1171,74	1192,74	-1994,62	5021,29
14	4,41	-761,57	1,76	-8388,13	8388,14
15	4,71	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
16	5,04	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
17	5,38	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
18	5,71	0,00	63,11	-427,50	1,30
19	6,05	0,00	63,11	-1,30	427,50
20	6,38	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
21	6,72	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
22	7,05	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
23	7,35	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
24	7,65	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
25	7,98	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
26	8,32	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
27	8,65	0,00	63,11	-427,50	1,30
28	8,99	0,00	63,11	-1,30	427,50
29	9,32	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
30	9,66	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
31	9,99	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
32	10,29	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
33	10,59	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
34	10,92	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
35	11,26	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
36	11,59	0,00	63,11	-427,50	1,30
37	11,93	0,00	63,11	-1,30	427,51
38	12,26	-51,97	145,44	-1,85	1304,60
39	12,60	-261,80	403,59	-1506,98	5115,53
40	12,93	-1171,74	1192,75	-1994,58	5021,33
41	13,23	-761,55	1,76	-8387,71	8388,34
42	13,53	-1171,73	1192,76	-5020,83	1995,03
43	13,86	-261,79	403,67	-5115,02	1507,56
44	14,20	-51,94	145,98	-1303,45	1,67
45	14,53	-0,06	63,73	-423,71	210,57
46	14,87	-0,07	66,07	-198,26	441,50
47	15,20	-50,84	149,30	-2,78	1339,62
48	15,54	-259,68	409,77	-1457,96	5201,57
49	15,87	-1171,31	1196,38	-1918,02	5106,06
50	16,17	-735,88	0,16	-8013,55	8903,30
51	16,47	-1224,12	1180,59	-5308,04	1859,81
52	16,80	-414,21	164,00	-5430,96	934,23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 10

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1696	97	670	5,73	0,23	983	232	32,40	4,23
3	1,25	200,00	4344	-502	1347	11,56	0,14	5329	755	32,92	7,06
4	2,00	200,00	7681	456	2551	5,94	0,45	8908	2199	18,69	4,05
5	2,50	300,00	12998	-1396	3955	10,74	0,34	23383	4089	18,46	5,72

6	3,00	400,00	18827	-5209	4274	27,67	0,28	46592	6319	23,12	7,37
7	3,75	400,00	24822	-2312	5005	9,31	0,53	58730	9808	20,94	5,99
8	4,25	500,00	32038	-11422	2879	35,65	0,37	97302	8111	45,86	12,00
9	5,00	500,00	39269	-9429	3140	24,01	0,56	115431	10367	44,36	11,13

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,73	-0,18	124,25	76,36
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	17,70	6,84	1673,84	-189,99

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,49	-0,32	-4,83	56,09
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,85	-42,37	491,92

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 10

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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	-17417	-15	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-227	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-3541	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	7423	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-740	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-167	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	8675,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,74	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	8219,38	[kg]		

Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3426,02	[kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27949,28	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55991,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55991,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27949,28	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	62580,06	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42762,55	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11
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	0,75	1941,95	389,75	1834,67
3	1,25	4739,38	254,45	3409,67
4	2,00	8284,61	3049,31	6148,53
5	2,50	13686,74	2549,40	8768,98
6	3,00	20289,18	124,78	12077,17
7	3,75	27165,92	8337,56	16967,70
8	4,25	35788,15	6475,50	19714,31
9	5,00	43344,75	20981,74	22971,99

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 11
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-15,42	13,30	-955,55	731,88
2	0,18	-227,35	186,97	-4642,72	4120,64
3	0,35	-3540,76	1481,34	-7827,91	9765,33
4	0,50	-497,28	7423,30	-3398,98	119228,05
5	5,50	-1464,65	0,00	-5935,15	0,00
6	5,65	-740,39	0,00	-4360,21	0,00
7	5,83	-167,01	0,00	-2158,06	0,00
8	6,00	0,00	32,06	-139,70	0,11

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,99	44,99	-10,26	335,56
2	0,39	-56,35	105,32	-17,22	1123,49
3	0,78	-285,14	363,81	-1086,57	4507,05
4	1,17	-1116,52	1084,96	-1898,47	4415,54
5	1,47	-764,00	4,90	-8276,77	8154,98
6	1,77	-1168,48	1192,47	-5020,39	1996,93
7	2,10	-261,83	403,77	-5114,54	1508,68
8	2,44	-52,04	145,42	-1304,62	1,01
9	2,77	0,00	63,09	-427,27	1,04
10	3,11	0,00	63,11	-1,41	427,53
11	3,44	-51,97	145,44	-2,01	1304,59
12	3,78	-261,80	403,59	-1507,01	5115,49
13	4,11	-1171,74	1192,74	-1994,62	5021,29
14	4,41	-761,57	1,76	-8388,13	8388,14
15	4,71	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
16	5,04	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
17	5,38	-51,97	145,44	-1304,58	1,85

18	5,71	0,00	63,11	-427,50	1,30
19	6,05	0,00	63,11	-1,30	427,50
20	6,38	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
21	6,72	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
22	7,05	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
23	7,35	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
24	7,65	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
25	7,98	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
26	8,32	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
27	8,65	0,00	63,11	-427,50	1,30
28	8,99	0,00	63,11	-1,30	427,50
29	9,32	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
30	9,66	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
31	9,99	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
32	10,29	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
33	10,59	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
34	10,92	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
35	11,26	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
36	11,59	0,00	63,11	-427,50	1,30
37	11,93	0,00	63,11	-1,30	427,51
38	12,26	-51,97	145,44	-1,85	1304,60
39	12,60	-261,80	403,59	-1506,98	5115,53
40	12,93	-1171,74	1192,75	-1994,58	5021,33
41	13,23	-761,55	1,76	-8387,71	8388,34
42	13,53	-1171,73	1192,76	-5020,83	1995,03
43	13,86	-261,79	403,67	-5115,02	1507,56
44	14,20	-51,94	145,98	-1303,45	1,67
45	14,53	-0,06	63,73	-423,71	210,57
46	14,87	-0,07	66,07	-198,26	441,50
47	15,20	-50,84	149,30	-2,78	1339,62
48	15,54	-259,68	409,77	-1457,96	5201,57
49	15,87	-1171,31	1196,38	-1918,02	5106,06
50	16,17	-735,88	0,16	-8013,55	8903,30
51	16,47	-1224,12	1180,59	-5308,04	1859,81
52	16,80	-414,21	164,00	-5430,96	934,23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 11

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1696	97	670	5,73	0,23	983	232	32,40	4,23
3	1,25	200,00	4344	-502	1347	11,56	0,14	5329	755	32,92	7,06
4	2,00	200,00	7681	456	2551	5,94	0,45	8908	2199	18,69	4,05
5	2,50	300,00	12998	-1396	3955	10,74	0,34	23383	4089	18,46	5,72
6	3,00	400,00	18827	-5209	4274	27,67	0,28	46592	6319	23,12	7,37
7	3,75	400,00	24822	-2312	5005	9,31	0,53	58730	9808	20,94	5,99
8	4,25	500,00	32038	-11422	2879	35,65	0,37	97302	8111	45,86	12,00
9	5,00	500,00	39269	-9429	3140	24,01	0,56	115431	10367	44,36	11,13

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 11

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,73	-0,18	124,25	76,36
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	17,70	6,84	1673,84	-189,99

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,49	-0,32	-4,83	56,09
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,85	-42,37	491,92

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 11

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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	-17417	-15	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-227	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-3541	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	7423	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-740	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-167	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	8675,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,74	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	8219,38	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3426,02	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27949,28	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55991,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55991,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27949,28	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	62580,06	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42762,55	[kgm]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12
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	0,75	1941,95	389,75	1834,67
3	1,25	4739,38	254,45	3409,67
4	2,00	8284,61	3049,31	6148,53
5	2,50	13686,74	2549,40	8768,98
6	3,00	20289,18	124,78	12077,17
7	3,75	27165,92	8337,56	16967,70
8	4,25	35788,15	6475,50	19714,31
9	5,00	43344,75	20981,74	22971,99

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 12
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-15,42	13,30	-955,55	731,88
2	0,18	-227,35	186,97	-4642,72	4120,64
3	0,35	-3540,76	1481,34	-7827,91	9765,33
4	0,50	-497,28	7423,30	-3398,98	119228,05
5	5,50	-1464,65	0,00	-5935,15	0,00
6	5,65	-740,39	0,00	-4360,21	0,00
7	5,83	-167,01	0,00	-2158,06	0,00
8	6,00	0,00	32,06	-139,70	0,11

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,99	44,99	-10,26	335,56
2	0,39	-56,35	105,32	-17,22	1123,49
3	0,78	-285,14	363,81	-1086,57	4507,05
4	1,17	-1116,52	1084,96	-1898,47	4415,54
5	1,47	-764,00	4,90	-8276,77	8154,98
6	1,77	-1168,48	1192,47	-5020,39	1996,93
7	2,10	-261,83	403,77	-5114,54	1508,68
8	2,44	-52,04	145,42	-1304,62	1,01
9	2,77	0,00	63,09	-427,27	1,04
10	3,11	0,00	63,11	-1,41	427,53
11	3,44	-51,97	145,44	-2,01	1304,59
12	3,78	-261,80	403,59	-1507,01	5115,49
13	4,11	-1171,74	1192,74	-1994,62	5021,29
14	4,41	-761,57	1,76	-8388,13	8388,14
15	4,71	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
16	5,04	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
17	5,38	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
18	5,71	0,00	63,11	-427,50	1,30
19	6,05	0,00	63,11	-1,30	427,50
20	6,38	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
21	6,72	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
22	7,05	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
23	7,35	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
24	7,65	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
25	7,98	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
26	8,32	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
27	8,65	0,00	63,11	-427,50	1,30
28	8,99	0,00	63,11	-1,30	427,50
29	9,32	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
30	9,66	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
31	9,99	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
32	10,29	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13

33	10,59	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
34	10,92	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
35	11,26	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
36	11,59	0,00	63,11	-427,50	1,30
37	11,93	0,00	63,11	-1,30	427,51
38	12,26	-51,97	145,44	-1,85	1304,60
39	12,60	-261,80	403,59	-1506,98	5115,53
40	12,93	-1171,74	1192,75	-1994,58	5021,33
41	13,23	-761,55	1,76	-8387,71	8388,34
42	13,53	-1171,73	1192,76	-5020,83	1995,03
43	13,86	-261,79	403,67	-5115,02	1507,56
44	14,20	-51,94	145,98	-1303,45	1,67
45	14,53	-0,06	63,73	-423,71	210,57
46	14,87	-0,07	66,07	-198,26	441,50
47	15,20	-50,84	149,30	-2,78	1339,62
48	15,54	-259,68	409,77	-1457,96	5201,57
49	15,87	-1171,31	1196,38	-1918,02	5106,06
50	16,17	-735,88	0,16	-8013,55	8903,30
51	16,47	-1224,12	1180,59	-5308,04	1859,81
52	16,80	-414,21	164,00	-5430,96	934,23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 12

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1696	97	670	5,73	0,23	983	232	32,40	4,23
3	1,25	200,00	4344	-502	1347	11,56	0,14	5329	755	32,92	7,06
4	2,00	200,00	7681	456	2551	5,94	0,45	8908	2199	18,69	4,05
5	2,50	300,00	12998	-1396	3955	10,74	0,34	23383	4089	18,46	5,72
6	3,00	400,00	18827	-5209	4274	27,67	0,28	46592	6319	23,12	7,37
7	3,75	400,00	24822	-2312	5005	9,31	0,53	58730	9808	20,94	5,99
8	4,25	500,00	32038	-11422	2879	35,65	0,37	97302	8111	45,86	12,00
9	5,00	500,00	39269	-9429	3140	24,01	0,56	115431	10367	44,36	11,13

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 12

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,73	-0,18	124,25	76,36
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	17,70	6,84	1673,84	-189,99

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,49	-0,32	-4,83	56,09

2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,85	-42,37	491,92

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 12
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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	-17417	-15	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-227	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-3541	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	7423	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-740	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-167	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	8675,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,74	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	8219,38	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3426,02	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27949,28	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55991,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55991,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27949,28	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	62580,06	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42762,55	[kgm]

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	0,75	1941,95	389,75	1834,67
3	1,25	4739,38	254,45	3409,67
4	2,00	8284,61	3049,31	6148,53
5	2,50	13686,74	2549,40	8768,98

6	3,00	20289,18	124,78	12077,17
7	3,75	27165,92	8337,56	16967,70
8	4,25	35788,15	6475,50	19714,31
9	5,00	43344,75	20981,74	22971,99

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 13
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-15,42	13,30	-955,55	731,88
2	0,18	-227,35	186,97	-4642,72	4120,64
3	0,35	-3540,76	1481,34	-7827,91	9765,33
4	0,50	-497,28	7423,30	-3398,98	119228,05
5	5,50	-1464,65	0,00	-5935,15	0,00
6	5,65	-740,39	0,00	-4360,21	0,00
7	5,83	-167,01	0,00	-2158,06	0,00
8	6,00	0,00	32,06	-139,70	0,11

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,99	44,99	-10,26	335,56
2	0,39	-56,35	105,32	-17,22	1123,49
3	0,78	-285,14	363,81	-1086,57	4507,05
4	1,17	-1116,52	1084,96	-1898,47	4415,54
5	1,47	-764,00	4,90	-8276,77	8154,98
6	1,77	-1168,48	1192,47	-5020,39	1996,93
7	2,10	-261,83	403,77	-5114,54	1508,68
8	2,44	-52,04	145,42	-1304,62	1,01
9	2,77	0,00	63,09	-427,27	1,04
10	3,11	0,00	63,11	-1,41	427,53
11	3,44	-51,97	145,44	-2,01	1304,59
12	3,78	-261,80	403,59	-1507,01	5115,49
13	4,11	-1171,74	1192,74	-1994,62	5021,29
14	4,41	-761,57	1,76	-8388,13	8388,14
15	4,71	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
16	5,04	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
17	5,38	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
18	5,71	0,00	63,11	-427,50	1,30
19	6,05	0,00	63,11	-1,30	427,50
20	6,38	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
21	6,72	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
22	7,05	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
23	7,35	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
24	7,65	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
25	7,98	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
26	8,32	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
27	8,65	0,00	63,11	-427,50	1,30
28	8,99	0,00	63,11	-1,30	427,50
29	9,32	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
30	9,66	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
31	9,99	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
32	10,29	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
33	10,59	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
34	10,92	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
35	11,26	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
36	11,59	0,00	63,11	-427,50	1,30
37	11,93	0,00	63,11	-1,30	427,51
38	12,26	-51,97	145,44	-1,85	1304,60
39	12,60	-261,80	403,59	-1506,98	5115,53
40	12,93	-1171,74	1192,75	-1994,58	5021,33
41	13,23	-761,55	1,76	-8387,71	8388,34
42	13,53	-1171,73	1192,76	-5020,83	1995,03
43	13,86	-261,79	403,67	-5115,02	1507,56
44	14,20	-51,94	145,98	-1303,45	1,67
45	14,53	-0,06	63,73	-423,71	210,57
46	14,87	-0,07	66,07	-198,26	441,50

47	15,20	-50,84	149,30	-2,78	1339,62
48	15,54	-259,68	409,77	-1457,96	5201,57
49	15,87	-1171,31	1196,38	-1918,02	5106,06
50	16,17	-735,88	0,16	-8013,55	8903,30
51	16,47	-1224,12	1180,59	-5308,04	1859,81
52	16,80	-414,21	164,00	-5430,96	934,23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 13

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1732	138	837	7,95	0,26	983	291	25,97	3,37
3	1,25	200,00	4401	-387	1640	8,78	0,16	5329	927	27,07	5,75
4	2,00	200,00	7751	850	3032	10,97	0,52	8908	2664	15,75	3,34
5	2,50	300,00	13074	-763	4604	5,83	0,38	23383	4836	15,87	4,84
6	3,00	400,00	18909	-4259	5091	22,53	0,31	46592	7433	19,43	6,27
7	3,75	400,00	24913	-643	6151	2,58	0,60	58730	11657	17,06	5,04
8	4,25	500,00	32135	-9184	4269	28,58	0,42	97302	10591	30,95	9,19
9	5,00	500,00	39374	-6017	4935	15,28	0,64	115431	14043	28,24	8,22

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,73	-0,18	124,25	76,36
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	17,70	6,84	1673,84	-189,99

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,49	-0,32	-4,83	56,09
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,85	-42,37	491,92

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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	-17417	-15	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-227	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-3541	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	7423	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-740	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-167	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	8675,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,74	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	8219,38	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3426,02	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27949,28	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55991,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55991,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27949,28	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	62580,06	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42762,55	[kgm]

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	0,75	1941,95	389,75	1834,67
3	1,25	4739,38	254,45	3409,67
4	2,00	8284,61	3049,31	6148,53
5	2,50	13686,74	2549,40	8768,98
6	3,00	20289,18	124,78	12077,17
7	3,75	27165,92	8337,56	16967,70
8	4,25	35788,15	6475,50	19714,31
9	5,00	43344,75	20981,74	22971,99

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 14
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-15,42	13,30	-955,55	731,88
2	0,18	-227,35	186,97	-4642,72	4120,64
3	0,35	-3540,76	1481,34	-7827,91	9765,33
4	0,50	-497,28	7423,30	-3398,98	119228,05
5	5,50	-1464,65	0,00	-5935,15	0,00
6	5,65	-740,39	0,00	-4360,21	0,00
7	5,83	-167,01	0,00	-2158,06	0,00
8	6,00	0,00	32,06	-139,70	0,11

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,99	44,99	-10,26	335,56
2	0,39	-56,35	105,32	-17,22	1123,49
3	0,78	-285,14	363,81	-1086,57	4507,05
4	1,17	-1116,52	1084,96	-1898,47	4415,54
5	1,47	-764,00	4,90	-8276,77	8154,98
6	1,77	-1168,48	1192,47	-5020,39	1996,93
7	2,10	-261,83	403,77	-5114,54	1508,68
8	2,44	-52,04	145,42	-1304,62	1,01
9	2,77	0,00	63,09	-427,27	1,04
10	3,11	0,00	63,11	-1,41	427,53
11	3,44	-51,97	145,44	-2,01	1304,59
12	3,78	-261,80	403,59	-1507,01	5115,49
13	4,11	-1171,74	1192,74	-1994,62	5021,29
14	4,41	-761,57	1,76	-8388,13	8388,14
15	4,71	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
16	5,04	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
17	5,38	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
18	5,71	0,00	63,11	-427,50	1,30
19	6,05	0,00	63,11	-1,30	427,50
20	6,38	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
21	6,72	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
22	7,05	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
23	7,35	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
24	7,65	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
25	7,98	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
26	8,32	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
27	8,65	0,00	63,11	-427,50	1,30
28	8,99	0,00	63,11	-1,30	427,50
29	9,32	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
30	9,66	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
31	9,99	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
32	10,29	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
33	10,59	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
34	10,92	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
35	11,26	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
36	11,59	0,00	63,11	-427,50	1,30
37	11,93	0,00	63,11	-1,30	427,51
38	12,26	-51,97	145,44	-1,85	1304,60
39	12,60	-261,80	403,59	-1506,98	5115,53
40	12,93	-1171,74	1192,75	-1994,58	5021,33
41	13,23	-761,55	1,76	-8387,71	8388,34
42	13,53	-1171,73	1192,76	-5020,83	1995,03
43	13,86	-261,79	403,67	-5115,02	1507,56
44	14,20	-51,94	145,98	-1303,45	1,67
45	14,53	-0,06	63,73	-423,71	210,57
46	14,87	-0,07	66,07	-198,26	441,50
47	15,20	-50,84	149,30	-2,78	1339,62
48	15,54	-259,68	409,77	-1457,96	5201,57
49	15,87	-1171,31	1196,38	-1918,02	5106,06
50	16,17	-735,88	0,16	-8013,55	8903,30
51	16,47	-1224,12	1180,59	-5308,04	1859,81
52	16,80	-414,21	164,00	-5430,96	934,23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 14

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm
H altezza della sezione espressa in [cm]
N sforzo normale [kg]

M momento flettente [kgm]
T taglio [kg]
e eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms momento stabilizzante [kgm]
Mr momento ribaltante [kgm]
Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1732	138	837	7,95	0,26	983	291	25,97	3,37
3	1,25	200,00	4401	-387	1640	8,78	0,16	5329	927	27,07	5,75
4	2,00	200,00	7751	850	3032	10,97	0,52	8908	2664	15,75	3,34
5	2,50	300,00	13074	-763	4604	5,83	0,38	23383	4836	15,87	4,84
6	3,00	400,00	18909	-4259	5091	22,53	0,31	46592	7433	19,43	6,27
7	3,75	400,00	24913	-643	6151	2,58	0,60	58730	11657	17,06	5,04
8	4,25	500,00	32135	-9184	4269	28,58	0,42	97302	10591	30,95	9,19
9	5,00	500,00	39374	-6017	4935	15,28	0,64	115431	14043	28,24	8,22

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,73	-0,18	124,25	76,36
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	17,70	6,84	1673,84	-189,99

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,49	-0,32	-4,83	56,09
2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,85	-42,37	491,92

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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	-17417	-15	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-227	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-3541	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	7423	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-740	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-167	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	8134,06	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	7889,16	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	1980,91	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,50	[m]	Y = -1,81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	14,10	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,24	[°]		
Incremento sismico della spinta	8675,94	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,50	[m]	Y = -2,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,74	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15268,18	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,58	[m]	Y = -1,83	[m]
Inerzia del muro	8219,38	[kg]		
Inerzia verticale del muro	0,00	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3426,02	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	27949,28	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55991,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55991,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	27949,28	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,76	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,00	[m]
Risultante in fondazione	62580,06	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42762,55	[kgm]

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	0,75	1941,95	389,75	1834,67
3	1,25	4739,38	254,45	3409,67
4	2,00	8284,61	3049,31	6148,53
5	2,50	13686,74	2549,40	8768,98
6	3,00	20289,18	124,78	12077,17
7	3,75	27165,92	8337,56	16967,70
8	4,25	35788,15	6475,50	19714,31
9	5,00	43344,75	20981,74	22971,99

Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

Combinazione n° 15
Dimensioni della piastra(Simmetria)
Larghezza(m) = 16.80 Altezza(m) = 6.00
Origine all'attacco con il muro sull'asse di simmetria
Ascissa X positiva verso destra
Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero
I momenti negativi tendono le fibre superiori

Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M_{ymin}	M_{ymax}	T_{ymin}	T_{ymax}
1	0,00	-15,42	13,30	-955,55	731,88
2	0,18	-227,35	186,97	-4642,72	4120,64
3	0,35	-3540,76	1481,34	-7827,91	9765,33
4	0,50	-497,28	7423,30	-3398,98	119228,05
5	5,50	-1464,65	0,00	-5935,15	0,00
6	5,65	-740,39	0,00	-4360,21	0,00
7	5,83	-167,01	0,00	-2158,06	0,00
8	6,00	0,00	32,06	-139,70	0,11

Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M_{xmin}	M_{xmax}	T_{xmin}	T_{xmax}
1	0,00	-0,99	44,99	-10,26	335,56
2	0,39	-56,35	105,32	-17,22	1123,49
3	0,78	-285,14	363,81	-1086,57	4507,05
4	1,17	-1116,52	1084,96	-1898,47	4415,54
5	1,47	-764,00	4,90	-8276,77	8154,98
6	1,77	-1168,48	1192,47	-5020,39	1996,93
7	2,10	-261,83	403,77	-5114,54	1508,68
8	2,44	-52,04	145,42	-1304,62	1,01
9	2,77	0,00	63,09	-427,27	1,04
10	3,11	0,00	63,11	-1,41	427,53
11	3,44	-51,97	145,44	-2,01	1304,59
12	3,78	-261,80	403,59	-1507,01	5115,49
13	4,11	-1171,74	1192,74	-1994,62	5021,29
14	4,41	-761,57	1,76	-8388,13	8388,14
15	4,71	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
16	5,04	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
17	5,38	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
18	5,71	0,00	63,11	-427,50	1,30
19	6,05	0,00	63,11	-1,30	427,50
20	6,38	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
21	6,72	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
22	7,05	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29
23	7,35	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
24	7,65	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
25	7,98	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
26	8,32	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
27	8,65	0,00	63,11	-427,50	1,30
28	8,99	0,00	63,11	-1,30	427,50
29	9,32	-51,97	145,44	-1,85	1304,58
30	9,66	-261,80	403,59	-1507,02	5115,49
31	9,99	-1171,74	1192,74	-1994,63	5021,29

32	10,29	-761,57	1,76	-8388,13	8388,13
33	10,59	-1171,74	1192,74	-5021,29	1994,63
34	10,92	-261,80	403,59	-5115,49	1507,02
35	11,26	-51,97	145,44	-1304,58	1,85
36	11,59	0,00	63,11	-427,50	1,30
37	11,93	0,00	63,11	-1,30	427,51
38	12,26	-51,97	145,44	-1,85	1304,60
39	12,60	-261,80	403,59	-1506,98	5115,53
40	12,93	-1171,74	1192,75	-1994,58	5021,33
41	13,23	-761,55	1,76	-8387,71	8388,34
42	13,53	-1171,73	1192,76	-5020,83	1995,03
43	13,86	-261,79	403,67	-5115,02	1507,56
44	14,20	-51,94	145,98	-1303,45	1,67
45	14,53	-0,06	63,73	-423,71	210,57
46	14,87	-0,07	66,07	-198,26	441,50
47	15,20	-50,84	149,30	-2,78	1339,62
48	15,54	-259,68	409,77	-1457,96	5201,57
49	15,87	-1171,31	1196,38	-1918,02	5106,06
50	16,17	-735,88	0,16	-8013,55	8903,30
51	16,47	-1224,12	1180,59	-5308,04	1859,81
52	16,80	-414,21	164,00	-5430,96	934,23

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 15

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	100,00	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2	0,75	100,00	1732	138	837	7,95	0,26	983	291	25,97	3,37
3	1,25	200,00	4401	-387	1640	8,78	0,16	5329	927	27,07	5,75
4	2,00	200,00	7751	850	3032	10,97	0,52	8908	2664	15,75	3,34
5	2,50	300,00	13074	-763	4604	5,83	0,38	23383	4836	15,87	4,84
6	3,00	400,00	18909	-4259	5091	22,53	0,31	46592	7433	19,43	6,27
7	3,75	400,00	24913	-643	6151	2,58	0,60	58730	11657	17,06	5,04
8	4,25	500,00	32135	-9184	4269	28,58	0,42	97302	10591	30,95	9,19
9	5,00	500,00	39374	-6017	4935	15,28	0,64	115431	14043	28,24	8,22

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	0,18	100, 80	4,02	2,01	0,73	-0,18	124,25	76,36
2	0,50	100, 80	4,02	6,03	17,70	6,84	1673,84	-189,99

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	0,17	100, 80	4,02	2,01	0,49	-0,32	-4,83	56,09

2	0,50	100, 80	4,02	2,01	4,27	-0,85	-42,37	491,92

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 fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ε_m	s_m	w
1	-3,50	4,02	2,01	-17417	-15	0,0000	0,00	0,000
2	-3,32	4,02	2,01	-17417	-227	0,0000	0,00	0,000
3	-3,15	4,02	2,01	-17417	-3541	0,0000	0,00	0,000
4	-3,00	4,02	6,03	17638	7423	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	4,02	2,01	-17417	-1465	0,0000	0,00	0,000
6	2,15	4,02	2,01	-17417	-740	0,0000	0,00	0,000
7	2,33	4,02	2,01	-17417	-167	0,0000	0,00	0,000
8	2,50	4,02	2,01	17281	32	0,0000	0,00	0,000

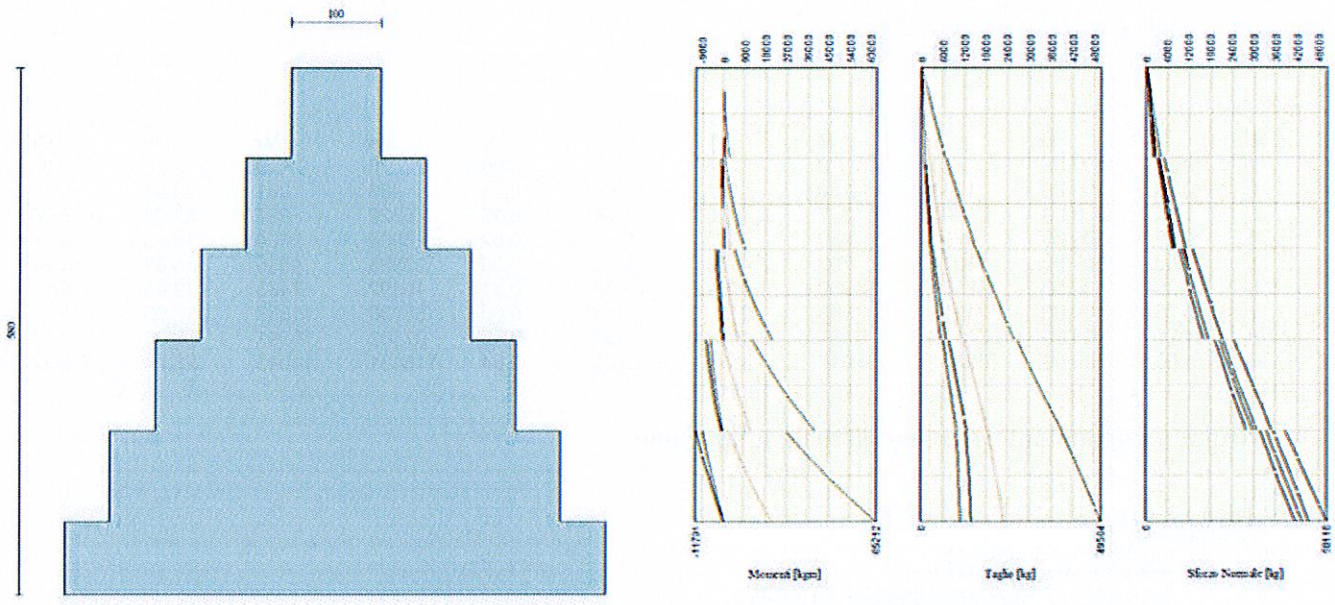
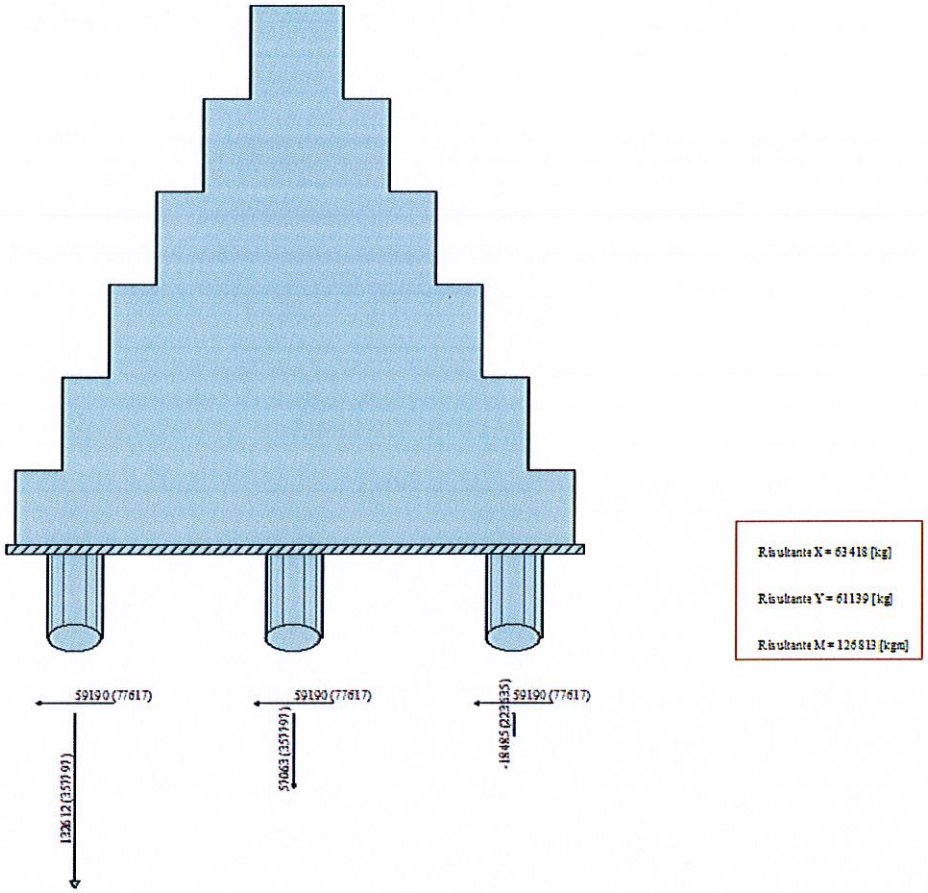
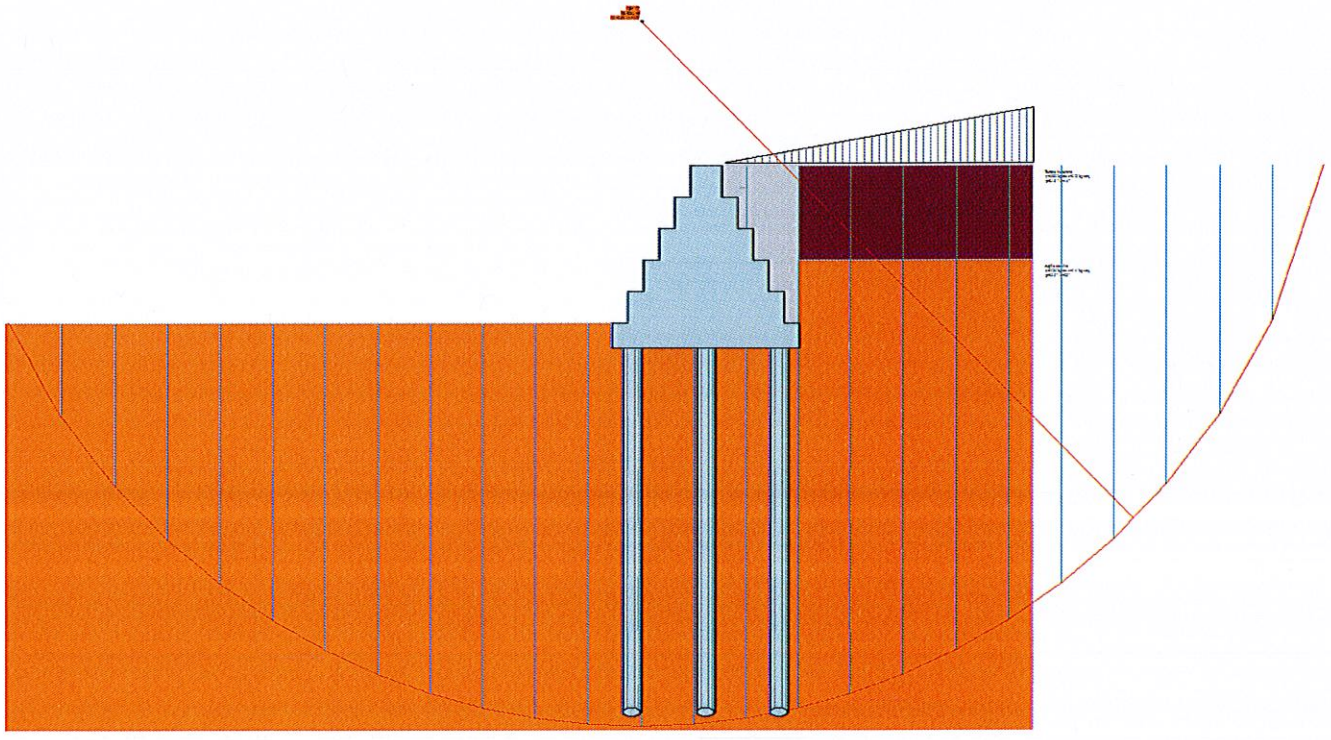


Diagramma inviluppo delle sollecitazioni paramento



Sollecitazioni massime pali



Cerchio critico con coefficiente di sicurezza minimo Cs=1,77