



**Dott. Ing. Gaspard Marco**  
Fraz. Quinod 241  
11020 Challand-Saint-Anselme (AO)  
C.F. GSPMRC84P10A326G  
P. IVA 01155880071  
Cell. +393403457015  
mail: gaspard.m@libero.it

Comune di Challand Saint Anselme  
Commune de Challand Saint Anselme

Committenti: Amministrazione comunale Challand-Saint-Anselme

## Progetto esecutivo

Adeguamento sede stradale con posa di guard rail ed opere ad esso  
associate strada comunale Ruvere - Area intervento 1

### Relazione di calcolo - Sezione tipo 2

Opera	Argomento	Doc. e Prog.	Fase	Revisione
C593	1	PE	RC02	0
				0

#### **PROGETTISTI**

Dott. Ing. Gaspard Marco  
gaspard.m@libero.it - Cel. +39 3403457015

Scala :

Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Progetto esecutivo	Novembre 2017	Gaspard	Gaspard	Gaspard
1					
2					
3					
4					

# SEZIONE TIPO 2

## Indice generale

<b>1 Descrizione del software</b>	3
<b>2 Normative di riferimento</b>	3
<b>3 Geometria del muro</b>	4
<b>3.1 Sistema di riferimento</b>	4
<b>3.2 Rappresentazione geometrica, sezione trasversale</b>	5
<b>3.3 Rappresentazione analitica</b>	5
<b>4 Caratteristiche dei terreni</b>	6
<b>5 Geometria degli strati</b>	6
<b>6 Geometria dei carichi</b>	7
<b>6.1 Carichi uniformi</b>	7
<b>7 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche</b>	7
<b>7.1 Descrizione della normativa sismica</b>	8
<b>7.2 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte</b>	9
<b>7.3 Descrizione del metodo di calcolo della portanza</b>	11
<b>8 Distribuzioni di spinte e pressioni</b>	11
<b>8.1 Coefficienti di spinta</b>	11
<b>8.2 Pressioni</b>	12
<b>8.2.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1</b>	13
<b>8.2.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2</b>	14
<b>8.2.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3</b>	14
<b>8.2.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1</b>	15
<b>8.2.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2</b>	16
<b>8.2.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3</b>	16
<b>8.2.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4</b>	17
<b>8.2.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1</b>	17
<b>8.2.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-2</b>	18
<b>8.2.10 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1</b>	19
<b>8.2.11 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2</b>	19
<b>8.2.12 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1</b>	20
<b>8.2.13 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2</b>	21
<b>9 Risultante delle azioni agenti sul muro</b>	21
<b>9.1 Combinazioni di calcolo</b>	21
<b>9.1.1 Combinazione di carico EQU-1</b>	22
<b>9.1.2 Combinazione di carico EQU-2</b>	22
<b>9.1.3 Combinazione di carico EQU-3</b>	22
<b>9.1.4 Combinazione di carico STR-1</b>	22
<b>9.1.5 Combinazione di carico STR-2</b>	22
<b>9.1.6 Combinazione di carico STR-3</b>	22
<b>9.1.7 Combinazione di carico STR-4</b>	23
<b>9.1.8 Combinazione di carico GEO-1</b>	23
<b>9.1.9 Combinazione di carico GEO-2</b>	23
<b>9.1.10 Combinazione di carico SIS-1</b>	23
<b>9.1.11 Combinazione di carico SIS-2</b>	23
<b>10 Verifiche di stabilità locale</b>	23
<b>10.1 Tensioni trasmesse sul terreno</b>	23

<b><u>10.2 Verifica allo scorrimento (traslazione del muro)</u></b> .....	24
<b><u>10.3 Verifica a ribaltamento (come equilibrio del corpo rigido)</u></b> .....	24
<b><u>10.4 Verifica di capacità portante del suolo</u></b> .....	24
<b><u>11 Verifica di stabilità globale dell'opera sul pendio</u></b> .....	24
<b><u>12 Parametri per dimensionamento del muro a gravità</u></b> .....	26
<b><u>13 Sollecitazioni e verifiche strutturali</u></b> .....	26

## **1 Descrizione del software**

Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica di Opere di Sostegno in cemento armato e a gravità. Il programma permette il calcolo delle spinte nelle diverse combinazioni di calcolo analizzate, l'esecuzione di verifiche di stabilità locale e globale di natura geotecnica, la progettazione delle parti in cemento armato e la verifica di resistenza strutturale. Nella determinazione delle sollecitazioni strutturali può utilizzare un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Nella relazione di calcolo vengono riportati i dati di input, le combinazioni di calcolo adottate, le pressioni e le spinte trovate, nonché i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali. Vengono anche prodotte le tavole con i prospetti e le distinte di armatura, ed il computo metrico delle principali grandezze.

### **SPECIFICHE TECNICHE**

Denominazione del software: WallCAD 7

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 7.18

Identificatore licenza: WP-7416725

Intestatario della licenza: PERRET DOT. ING. RICCARDO FRAZ. QUINCOD, 138/B CHALLAND SAINT ANSELME

Versione regolarmente licenziata

### **SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI**

Il programma permette il calcolo della spinta delle terre mediante metodi propri dell'Equilibrio limite e la valutazione della stabilità globale con metodi propri della stabilità dei pendii; le azioni sismiche vengono valutate mediante un approccio pseudo-statico, in accordo alle varie normative adottate. Le spinte vengono pensate agenti su un tratto di lunghezza unitaria di un muro di lunghezza indefinita, con sezione che resta quindi in stato piano di deformazione; nel caso di elementi discontinui con lo sviluppo del muro (come pali, tiranti, contrafforti, carichi puntuali) viene invece creato un modello 3D ad elementi finiti, di lunghezza e condizioni di vincolo alle estremità deciso dal progettista. In quest'ultimo caso le sollecitazioni sono calcolate dal modello numerico per integrazione nel tratto di verifica. La reazione del suolo è quella teorica di fondazione rigida su suolo elastico non reagente al sollevamento; nel caso di studio con modello fem il suolo è modellato mediante un numero elevato di molle elastoplastiche verticali, non reagenti al sollevamento; in direzione orizzontale sono altresì presenti molle elastiche di modulo di reazione proporzionale al verticale. I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse nei terreni della stratigrafia definita. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. I tiranti sono modellati mediante molle elastoplastiche di rigidità equivalente al sistema terreno/tratto libero/tratto ancorato, e di limiti plastici a trazione e compressione assegnati. I carichi possono essere inseriti sia sul muro che sul terreno; in quest'ultimo caso il carico uniforme è trattato come uno strato di spessore equivalente, mentre gli altri tipi di carico (lineare o nastriforme) vengono diffusi in orizzontale e sovrapposti alle restanti azioni.

### **VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO**

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08 o secondo Eurocodice 2. Le membrature in c.a. sono verificate a pressoflessione e taglio come piastre non espressamente armate a taglio, i pali sono verificati a pressoflessione, taglio e punzonamento verso la suola; nel caso di micropali si considera la sola resistenza del tubolare in acciaio.

## **2 Normative di riferimento**

L. 05.11.1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

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. del 09.01.1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. del 16.01.1996. Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

D.M. del 16.01.1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Ministeriale del 04.07.1996 n. 156AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16.01.1996.

L. 02.02.1974, n. 64. Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche.

D.M. LL. PP. E INT. 19.06.1984. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

D.M. LL. PP. 11.03.1988. Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 24.07.1988, n. 30483/STC.

Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11 Marzo 1988. Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 15.10.1996 N°252. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M.09.01.1996

Circolare Ministeriale del 10.04.1997 N°65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M.16.01.1996

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3274 del 20.03.2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3431 del 10.05.2005. Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza N°3274.

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.09.2005 (TU 2005)

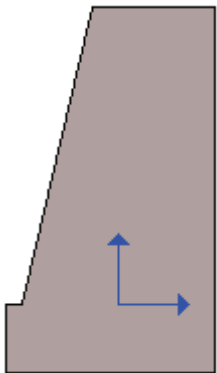
Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.01.2008 (NTC 2008)

### **3 Geometria del muro**

La descrizione della geometria del muro si avvale di una duplice rappresentazione, una schematica, tramite la sezione trasversale, e l'altra in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

#### **3.1 Sistema di riferimento**

Nella seguente rappresentazione schematica viene rappresentata la posizione e l'orientamento del sistema di riferimento rispetto ai vertici principali della sagoma del muro.



Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Ascisse X (esprese in centimetri) positive verso destra

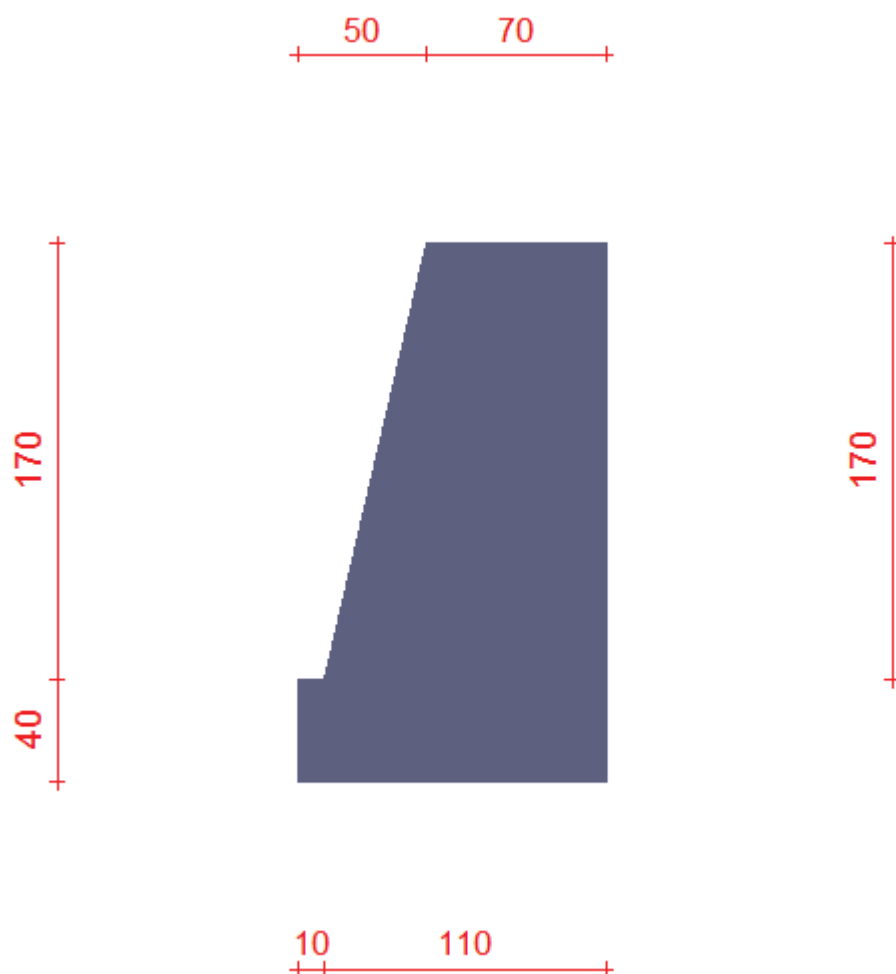
Ordinate Y (esprese in centimetri) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto

Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

### 3.2 Rappresentazione geometrica, sezione trasversale



### 3.3 Rappresentazione analitica

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

## Ingombro globale

Larghezza totale del muro	: 120 cm
Altezza totale del muro	: 210 cm
Peso specifico del muro	: 2500 daN/m <sup>3</sup>
Peso specifico delle falde	: 1000 daN/m <sup>3</sup>

## Paramento

Base inf.	: 110 cm
Base sup.	: 70 cm
Altezza	: 170 cm
Disassamento	: 20 cm

## Mensola sinistra in fondazione

Larghezza	: 10 cm
Alt.interna	: 40 cm
Alt.esterna	: 40 cm
Disassamento	: 0 cm

## Zoccolo centrale in fondazione

Larghezza	: 110 cm
Altezza a sx	: 40 cm
Altezza a dx	: 40 cm
Sfalsamento	: 0 cm

## 4 Caratteristiche dei terreni

Significato dei simboli e unità di misura:

Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m<sup>3</sup>)

Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m<sup>3</sup>)

Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)

C': Coesione drenata del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)

Al: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)

OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)

Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)

E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

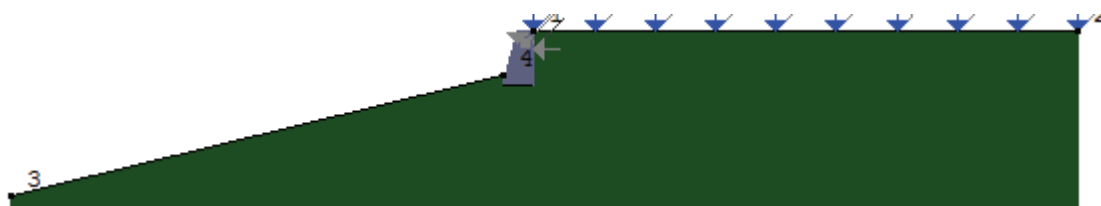
G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	Al	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Terreno	2100	2000	30,00	0,100	0,000	20,00	0,50	1,00	0,50	500	200	1,00E-02

## 5 Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligonali di separazione degli strati di terreno.



### Strato n.1, materiale sottostante: Terreno

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	55	170

2	2	2185	170
---	---	------	-----

### Strato n.2, materiale sottostante: Terreno

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	3	-1996	-470
2	4	-65	0

### Strato n.3, materiale sottostante: Terreno

Stratigrafia adattata al profilo del muro.

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	-	-65	-40
2	-	-55	-40
3	-	55	-40

## 6 Geometria dei carichi

Le coordinate e le componenti dei carichi stampate in questo paragrafo sono riferite al sistema di riferimento relativo alla sezione trasversale, dove gli assi X e Y locali coincidono rispettivamente con gli assi X e Z globali. L'asse Y globale si sviluppa nella profondità del muro. Tutte le tipologie di carico, esclusa quella puntuale, hanno componenti e coordinate diverse da zero solo lungo gli assi locali X e Y. Nel caso di carichi puntuali viene indicata anche la posizione in profondità (P), riferita rispetto alla sezione trasversale iniziale dell'intervento e quindi lungo l'asse Y globale.

### Carico n.1

Tipo di carico: coppia

Punto di inserimento:

X (asse X globale): 20 cm

Y (asse Z globale): 125 cm

Condizione: Permanenti

Valore: 0,00 daN cm/cm

Condizione: Variabili

Valore: 15,00 daN cm/cm

### Carico n.2

Tipo di carico: concentrato

Punto di inserimento:

X (asse X globale): 55 cm

Y (asse Z globale): 100 cm

Condizione: Permanenti

Componente Fx: 0,00 daN/cm

Componente Fy: 0,00 daN/cm

Condizione: Variabili

Componente Fx: -10,00 daN/cm

Componente Fy: 0,00 daN/cm

## 6.1 Carichi uniformi

Comp.permanente di carico uniforme a monte : 0 daN/cm<sup>2</sup>

Comp.variabile di carico uniforme a monte : 0 daN/cm<sup>2</sup>

## 7 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

Metodo di calcolo della spinta del terreno : Coulomb

Metodo di calcolo della portanza del terreno : Terzaghi

Normativa adottata per le verifiche locali : D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni



Normativa adottata per il sisma: D.M. 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2008.  
 Localizzazione dell'opera: Valle D'aosta/vallée D'aoste, Challand-saint-anse, Ruveré  
 Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni  
 Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 2  
 Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV  
 Accelerazione relativa  $A_g/g$  massima attesa al suolo: 0.0597 g  
 Categoria del suolo di fondazione: B  
 Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.2  
 Coefficiente di amplificazione topografica: 1  
 Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito ( $\beta_m$ ): 0.2  
 Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri ( $\beta_m$ ): 0.18  
 Punto di applicazione della forza dinamica: stesso punto di quella statica  
 Effetto della componente verticale di accelerazione sismica trascurato.

## 7.1 Descrizione della normativa sismica

In zona sismica per l'opera di sostegno viene condotta una analisi pseudostatica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 D.M. del 14/01/2008, paragrafo 7.11.6).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$k_h = \beta_m \cdot (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

Dove:  $\beta_m$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

$S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di  $\beta_m$  sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.II, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima  $a_g$ .

Il coefficiente  $S_s$  di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di  $S_s$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente  $S_T$  di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di  $S_T$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

I coefficienti sismici sopra definiti sono considerati costanti lungo l'altezza del muro.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto  $E_d$  agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h^2 + E_{ws}$$

dove:  $\gamma$  è il peso specifico del terreno;

$K$  è il coefficiente di spinta del terreno;

$h$  è l'altezza del muro;

$E_{ws}$  è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche\*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove:  $\gamma$  è il peso specifico del terreno saturo;

$\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua;

- nel caso di terreno sopra falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

\*eccetto il metodo di Mononobe-Okabe, che include il sisma in modo nativo nella formulazione.

L'acqua interstiziale viene considerata non libera all'interno dello scheletro solido del terreno, trattando quindi quest'ultimo come un mezzo monofase. In presenza di acqua libera sulla faccia del muro viene aggiunta la sovrappressione (considerata agente nel caso peggiore, cioè da monte verso valle) dovuta all'effetto idrodinamico, secondo la relazione:

$$q(z) = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

dove:  $h$  è l'altezza totale della zona interessata dall'acqua libera;

$z$  è la distanza dal pelo libero dell'acqua;

### **Stabilità globale**

In presenza di sisma viene condotta una analisi pseudo-statica secondo NTC 2008, paragrafo 7.11.3.5, secondo cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso del volume di terreno instabile ed ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot (a_{\max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

Dove:  $\beta_s$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, in funzione della zona sismica;

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

$S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.I, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima  $a_g$ .

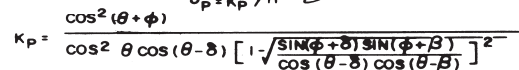
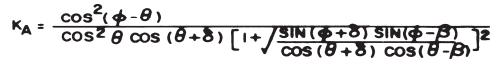
Il coefficiente  $S_s$  di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di  $S_s$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente  $S_T$  di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di  $S_T$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

Il calcolo viene condotto nelle combinazioni stabilite dal progettista, con i coefficienti parziali sulle azioni, sui materiali e resistenze indicati; di default vengono create combinazioni per il caso statico e sismico.

## **7.2 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte**

La teoria di Coulomb fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e considera l'equilibrio globale del cuneo di spinta alle spalle del muro di sostegno sottoposto alla forza nota del peso proprio ed alle due forze, note solo in direzione, costituite dalla reazione del terreno lungo la superficie di scorrimento e dalla spinta attiva agente sul paramento del muro.



K<sub>p</sub> VALUES ARE SATISFACTORY FOR  $\delta \leq \phi/3$  BUT ARE UNCONSERVATIVE FOR  $\delta > \phi/3$  AND THEREFORE SHOULD NOT BE USED.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo, nella generalizzazione analitica di Muller/Breslau, sono:

Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.

Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.

Superficie di rottura piana.

Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.

La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.

Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.

Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.

Scrivendo le equazioni di equilibrio lungo la superficie di rottura unitamente alla condizione di rottura sopra menzionata e massimizzando la spinta derivante dal calcolo al variare dell'angolo si perviene all'equazione della spinta attiva:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot K_a$$

dove  $K_a$  è il coefficiente di spinta attiva, usualmente scritto in funzione della geometria del problema in una delle varie forme presenti in letteratura, ad esempio la seguente:

$$K_a = \frac{1}{\sin(\vartheta - \delta)} \cdot \frac{\sin^2(\vartheta + \phi)}{\left[ \sin \vartheta \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\vartheta - \delta) \cdot \sin(\vartheta + \varepsilon)}} \right) \right]^2}$$

I simboli usati in questa formulazione sono:

$\theta$  = angolo che il paramento del muro forma con l'orizzontale.

$\delta$  = angolo di attrito terreno-muro.

$\varepsilon$  = angolo che il profilo del terrapieno forma con l'orizzontale.

$\phi$  = angolo di attrito interno del terreno.

Utilizzando la medesima formulazione della spinta attiva e minimizzando la spinta conseguente al variare dell'angolo, si perviene all'equazione della spinta passiva:

$$P_p = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot K_p$$

dove  $K_p$  è il coefficiente di spinta passiva, usualmente scritto in funzione della geometria del problema in una delle varie forme presenti in letteratura, ad esempio la seguente:

$$K_p = \frac{1}{\sin(\vartheta - \delta)} \cdot \frac{\sin^2(\vartheta + \phi)}{\left[ \sin \vartheta \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\vartheta - \delta) \cdot \sin(\vartheta + \varepsilon)}} \right) \right]^2}$$

I simboli usati in questa formulazione sono gli stessi del caso attivo.

Questa teoria ci fornisce il valore in modulo della spinta, attiva o passiva, la sua direzione, normale al paramento ma incrementata dell'angolo di attrito  $\delta$  (muro-terreno), ed il punto di applicazione, posto a 2/3 della profondità considerata (quindi ad 1/3 dell'altezza del muro partendo dalla base, indipendentemente dall'inclinazione del paramento).

### 7.3 Descrizione del metodo di calcolo della portanza

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Terzaghi per la quale risulta

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

dove:

$\gamma$  = peso di volume dello strato di fondazione;

$B$  = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $B = B_f - 2e$ );

$c$  = coesione dello strato di fondazione;

$q$  = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s_c, s_\gamma$  = fattori di forma della fondazione;

Per la teoria di Terzaghi i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi; \quad N_q = \frac{e^{2 \cdot (0.75 \cdot \pi - \phi/2) \cdot \tan \phi}}{2 \cdot \cos^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)}; \quad N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \cdot \left( \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

$\phi$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;

$K_{p\gamma}$  è un valore empirico che Terzaghi non ha mai definito in modo chiaro. Nel calcolo viene impiegato un valore interpolato linearmente dalla seguente tabella ( $\phi / K_{p\gamma}$ ), ricavata da Bowles interpretando i fattori di capacità portante di Terzaghi a ritroso: 0°/10.8; 5°/12.2; 10°/14.7; 15°/18.6; 20°/25; 25°/35; 30°/52; 35°/82; 40°/141; 45°/298; 50°/800;

I fattori di forma  $s_c$  ed  $s_\gamma$  valgono 1 per la fondazione nastriforme.

\* La formula di Terzaghi non considera gli effetti dell'inclinazione del carico, del piano di posa e del piano campagna.

## 8 Distribuzioni di spinte e pressioni

### 8.1 Coefficienti di spinta

Coefficienti di spinta sul paramento a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K <sub>a</sub>
1	55	55	170	-40	1	EQU-1	0.36
1	55	55	170	-40	2	EQU-2	0.36
1	55	55	170	-40	3	EQU-3	0.42
1	55	55	170	-40	4	STR-1	0.3
1	55	55	170	-40	5	STR-2	0.3
1	55	55	170	-40	6	STR-3	0.3
1	55	55	170	-40	7	STR-4	0.3
1	55	55	170	-40	8	GEO-1	0.36
1	55	55	170	-40	9	GEO-2	0.36
1	55	55	170	-40	10	SIS-1	0.31
1	55	55	170	-40	11	SIS-2	0.37
1	55	55	170	-40	12	SLE-1	0.3
1	55	55	170	-40	13	SLE-2	0.3

Coefficienti di spinta sul filo mensola a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K <sub>a</sub>
1	55	55	170	-40	1	EQU-1	0.36
1	55	55	170	-40	2	EQU-2	0.36
1	55	55	170	-40	3	EQU-3	0.42
1	55	55	170	-40	4	STR-1	0.3
1	55	55	170	-40	5	STR-2	0.3
1	55	55	170	-40	6	STR-3	0.3
1	55	55	170	-40	7	STR-4	0.3
1	55	55	170	-40	8	GEO-1	0.36
1	55	55	170	-40	9	GEO-2	0.36
1	55	55	170	-40	10	SIS-1	0.31
1	55	55	170	-40	11	SIS-2	0.37
1	55	55	170	-40	12	SLE-1	0.3
1	55	55	170	-40	13	SLE-2	0.3

Coefficienti di spinta sul filo mensola a valle							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K <sub>p</sub>
1	65	65	0	-40	1	EQU-1	2
1	65	65	0	-40	2	EQU-2	2
1	65	65	0	-40	3	EQU-3	1.78
1	65	65	0	-40	4	STR-1	2.66
1	65	65	0	-40	5	STR-2	2.66
1	65	65	0	-40	6	STR-3	2.66
1	65	65	0	-40	7	STR-4	2.66
1	65	65	0	-40	8	GEO-1	2
1	65	65	0	-40	9	GEO-2	2
1	65	65	0	-40	10	SIS-1	2.62
1	65	65	0	-40	11	SIS-2	1.96
1	65	65	0	-40	12	SLE-1	2.66
1	65	65	0	-40	13	SLE-2	2.66

## 8.2 Pressioni

Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore (VX1, VY1) sino ad un valore (VX2, VY2). Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.



### 8.2.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
2	55	160	55	150	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01
3	55	150	55	140	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
4	55	140	55	130	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
5	55	130	55	120	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01
6	55	120	55	110	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01
7	55	110	55	100	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02
8	55	100	55	90	-0.06	-0.02	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.06	-0.02
9	55	90	55	80	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
10	55	80	55	70	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02
11	55	70	55	60	-0.08	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.08	-0.02	-0.08	-0.02
12	55	60	55	50	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03
13	55	50	55	40	-0.09	-0.03	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.09	-0.03
14	55	40	55	30	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03
15	55	30	55	20	-0.1	-0.03	-0.11	-0.03	0	0	0	0	-0.1	-0.03	-0.11	-0.03
16	55	20	55	10	-0.11	-0.03	-0.11	-0.03	0	0	0	0	-0.11	-0.03	-0.11	-0.03
17	55	10	55	0	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03	0	0	0	0	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03
18	55	0	55	-10	-0.12	-0.03	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.12	-0.03	-0.13	-0.04

1 9	55	-10	55	-20	-0.13	-0.04	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.13	-0.04	-0.13	-0.04
2 0	55	-20	55	-30	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04	0	0	0	0	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04
2 1	55	-30	55	-40	-0.14	-0.04	-0.14	-0.04	0	0	0	0	-0.14	-0.04	-0.14	-0.04

### 8.2.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
2	55	160	55	150	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
3	55	150	55	140	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
4	55	140	55	130	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01
5	55	130	55	120	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01
6	55	120	55	110	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02
7	55	110	55	100	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
8	55	100	55	90	-0.07	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.07	-0.02
9	55	90	55	80	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02
1 0	55	80	55	70	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03
1 1	55	70	55	60	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03
1 2	55	60	55	50	-0.1	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.1	-0.03	-0.1	-0.03
1 3	55	50	55	40	-0.1	-0.03	-0.11	-0.03	0	0	0	0	-0.1	-0.03	-0.11	-0.03
1 4	55	40	55	30	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03	0	0	0	0	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03
1 5	55	30	55	20	-0.12	-0.03	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.12	-0.03	-0.13	-0.04
1 6	55	20	55	10	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04	0	0	0	0	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04
1 7	55	10	55	0	-0.14	-0.04	-0.14	-0.04	0	0	0	0	-0.14	-0.04	-0.14	-0.04
1 8	55	0	55	-10	-0.14	-0.04	-0.15	-0.04	0	0	0	0	-0.14	-0.04	-0.15	-0.04
1 9	55	-10	55	-20	-0.15	-0.04	-0.16	-0.05	0	0	0	0	-0.15	-0.04	-0.16	-0.05
2 0	55	-20	55	-30	-0.16	-0.05	-0.17	-0.05	0	0	0	0	-0.16	-0.05	-0.17	-0.05
2 1	55	-30	55	-40	-0.17	-0.05	-0.17	-0.05	0	0	0	0	-0.17	-0.05	-0.17	-0.05

### 8.2.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1 1	55	70	55	60	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
1 2	55	60	55	50	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
1 3	55	50	55	40	-0.02	0	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	-0.01
1 4	55	40	55	30	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
1 5	55	30	55	20	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01
1 6	55	20	55	10	-0.04	-0.01	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.02
1 7	55	10	55	0	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02
1 8	55	0	55	-10	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
1 9	55	-10	55	-20	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02
2 0	55	-20	55	-30	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03
2 1	55	-30	55	-40	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03

#### **8.2.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1**

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1	55	70	55	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 2	55	60	55	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 3	55	50	55	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 4	55	40	55	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 5	55	30	55	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 6	55	20	55	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 7	55	10	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 8	55	0	55	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 9	55	-10	55	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 0	55	-20	55	-30	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
2 1	55	-30	55	-40	-0.01	0	-0.01	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	-0.01



### 8.2.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
6	55	120	55	110	-0.01	0	-0.01	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	-0.01
7	55	110	55	100	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01
8	55	100	55	90	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
9	55	90	55	80	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01
10	55	80	55	70	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
11	55	70	55	60	-0.04	-0.01	-0.04	-0.02	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.04	-0.02
12	55	60	55	50	-0.04	-0.02	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.04	-0.02	-0.05	-0.02
13	55	50	55	40	-0.05	-0.02	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.02	-0.05	-0.02
14	55	40	55	30	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02
15	55	30	55	20	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
16	55	20	55	10	-0.07	-0.02	-0.07	-0.03	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.07	-0.03
17	55	10	55	0	-0.07	-0.03	-0.08	-0.03	0	0	0	0	-0.07	-0.03	-0.08	-0.03
18	55	0	55	-10	-0.08	-0.03	-0.08	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.03	-0.08	-0.03
19	55	-10	55	-20	-0.08	-0.03	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.03	-0.09	-0.03
20	55	-20	55	-30	-0.09	-0.03	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.09	-0.03
21	55	-30	55	-40	-0.09	-0.03	-0.1	-0.04	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.04

### 8.2.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	55	70	55	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	55	60	55	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	55	50	55	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	55	40	55	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4																
15	55	30	55	20	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
16	55	20	55	10	-0.01	0	-0.01	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	-0.01
17	55	10	55	0	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01
18	55	0	55	-10	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
19	55	-10	55	-20	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
20	55	-20	55	-30	-0.04	-0.01	-0.04	-0.02	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.04	-0.02
21	55	-30	55	-40	-0.04	-0.02	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.04	-0.02	-0.05	-0.02

### 8.2.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
5	55	130	55	120	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
6	55	120	55	110	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01
7	55	110	55	100	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
8	55	100	55	90	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
9	55	90	55	80	-0.04	-0.01	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.02
10	55	80	55	70	-0.05	-0.02	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.02	-0.05	-0.02
11	55	70	55	60	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02
12	55	60	55	50	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
13	55	50	55	40	-0.07	-0.02	-0.08	-0.03	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.08	-0.03
14	55	40	55	30	-0.08	-0.03	-0.08	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.03	-0.08	-0.03
15	55	30	55	20	-0.08	-0.03	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.03	-0.09	-0.03
16	55	20	55	10	-0.09	-0.03	-0.1	-0.04	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.04
17	55	10	55	0	-0.1	-0.04	-0.1	-0.04	0	0	0	0	-0.1	-0.04	-0.1	-0.04
18	55	0	55	-10	-0.1	-0.04	-0.11	-0.04	0	0	0	0	-0.1	-0.04	-0.11	-0.04
19	55	-10	55	-20	-0.11	-0.04	-0.12	-0.04	0	0	0	0	-0.11	-0.04	-0.12	-0.04
20	55	-20	55	-30	-0.12	-0.04	-0.13	-0.05	0	0	0	0	-0.12	-0.04	-0.13	-0.05
21	55	-30	55	-40	-0.13	-0.05	-0.13	-0.05	0	0	0	0	-0.13	-0.05	-0.13	-0.05

### 8.2.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	55	70	55	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	55	60	55	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	55	50	55	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	55	40	55	30	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
15	55	30	55	20	-0.01	0	-0.01	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	0
16	55	20	55	10	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
17	55	10	55	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
18	55	0	55	-10	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01
19	55	-10	55	-20	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
20	55	-20	55	-30	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01
21	55	-30	55	-40	-0.05	-0.01	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.05	-0.02

### 8.2.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	Vx <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	Vx <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
2	55	160	55	150	-0.01	0	-0.01	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	0
3	55	150	55	140	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
4	55	140	55	130	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
5	55	130	55	120	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01
6	55	120	55	110	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
7	55	110	55	100	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01
8	55	100	55	90	-0.05	-0.01	-0.05	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.05	-0.02
9	55	90	55	80	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.02	-0.06	-0.02
10	55	80	55	70	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
11	55	70	55	60	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02
12	55	60	55	50	-0.08	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.08	-0.02	-0.08	-0.02
13	55	50	55	40	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03	0	0	0	0	-0.08	-0.02	-0.09	-0.03
14	55	40	55	30	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.09	-0.03	-0.1	-0.03
15	55	30	55	20	-0.1	-0.03	-0.1	-0.03	0	0	0	0	-0.1	-0.03	-0.1	-0.03
16	55	20	55	10	-0.1	-0.03	-0.11	-0.03	0	0	0	0	-0.1	-0.03	-0.11	-0.03
17	55	10	55	0	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03	0	0	0	0	-0.11	-0.03	-0.12	-0.03

1 8	55	0	55	-10	-0.12	-0.03	-0.12	-0.04	0	0	0	0	-0.12	-0.03	-0.12	-0.04
1 9	55	-10	55	-20	-0.12	-0.04	-0.13	-0.04	0	0	0	0	-0.12	-0.04	-0.13	-0.04
2 0	55	-20	55	-30	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04	0	0	0	0	-0.13	-0.04	-0.14	-0.04
2 1	55	-30	55	-40	-0.14	-0.04	-0.15	-0.04	0	0	0	0	-0.14	-0.04	-0.15	-0.04

#### **8.2.10 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1**

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1	55	70	55	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 2	55	60	55	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 3	55	50	55	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 4	55	40	55	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 5	55	30	55	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 6	55	20	55	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 7	55	10	55	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
1 8	55	0	55	-10	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
1 9	55	-10	55	-20	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01
2 0	55	-20	55	-30	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
2 1	55	-30	55	-40	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01

#### **8.2.11 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2**

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1 0	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1	55	70	55	60	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
1 2	55	60	55	50	-0.01	0	-0.01	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	0
1 3	55	50	55	40	-0.01	0	-0.02	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	-0.01
1 4	55	40	55	30	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01
1 5	55	30	55	20	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.03	-0.01
1 6	55	20	55	10	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01	0	0	0	0	-0.03	-0.01	-0.04	-0.01
1 7	55	10	55	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01	0	0	0	0	-0.04	-0.01	-0.05	-0.01
1 8	55	0	55	-10	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.05	-0.01	-0.06	-0.02
1 9	55	-10	55	-20	-0.06	-0.02	-0.06	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.06	-0.02
2 0	55	-20	55	-30	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02	0	0	0	0	-0.06	-0.02	-0.07	-0.02
2 1	55	-30	55	-40	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02	0	0	0	0	-0.07	-0.02	-0.08	-0.02

#### **8.2.12 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1**

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	55	170	55	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	55	160	55	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	150	55	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	55	140	55	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	55	130	55	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	55	120	55	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	55	110	55	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	55	100	55	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	55	90	55	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0	55	80	55	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1	55	70	55	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 2	55	60	55	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 3	55	50	55	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 4	55	40	55	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 5	55	30	55	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 6	55	20	55	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 7	55	10	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 8	55	0	55	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 9	55	-10	55	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 0	55	-20	55	-30	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
2 1	55	-30	55	-40	-0.01	0	-0.01	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	-0.01

### 8.2.13 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2

## 9 Risultante delle azioni agenti sul muro

### 9.1 Combinazioni di calcolo

Con l'indice stampato n uguale a 0 (A0, M0 e R0), si intendono le situazioni in cui non sono definiti dei gruppi specifici da parte della normativa (cfr. par.7.11.1) ed i coefficienti moltiplicatori sono da intendersi implicitamente unitari.

Pag.21

EQU	A0	M2	R0	3	EQU-3	1	0.3	1	0
STR	A1	M1	R1	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R1	2	STR-2	1	1.5	0	0
STR	A1	M1	R1	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R1	4	STR-4	1.3	1.5	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	2	GEO-2	1	1.3	0	0
SIS	A0	M1	R1	1	SIS-1	1	0.3	1	0
SIS	A0	M2	R2	2	SIS-2	1	0.3	1	0
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0
SLE	A0	M0	R0	2	SLE-2	1	0.3	0	0

#### 9.1.1 Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-45.23
Spinta del terreno a monte	55	35	-16.43	-4.79
Spinta del terreno a valle	-65	-22	11.61	2.55
Carichi applicati al muro	0	100	-15	0

#### 9.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-55.28
Spinta del terreno a monte	55	35	-19.52	-5.68
Spinta del terreno a valle	-65	-22	12.23	2.69
Carichi applicati al muro	0	100	-15	0

#### 9.1.3 Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	-3	-5.43	-1.58
Spinta del terreno a valle	-65	-21	11.07	2.43
Carichi applicati al muro	0	100	-3	0
Forza di inerzia dovuta al muro	6	55	-3.6	0

#### 9.1.4 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	-31	-0.2	-0.07
Spinta del terreno a valle	-65	-22	16.67	4.47

#### 9.1.5 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	19	-8.71	-3.17
Spinta del terreno a valle	-65	-22	16.67	4.47
Carichi applicati al muro	0	100	-15	0

#### 9.1.6 Combinazione di carico STR-3

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-65.33
Spinta del terreno a monte	55	-17	-1.73	-0.63
Spinta del terreno a valle	-65	-22	17.9	4.8

#### 9.1.7 Combinazione di carico STR-4

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-65.33
Spinta del terreno a monte	55	21	-12.34	-4.49
Spinta del terreno a valle	-65	-22	17.9	4.8
Carichi applicati al muro	0	100	-15	0

#### 9.1.8 Combinazione di carico GEO-1

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	-14	-2.1	-0.61
Spinta del terreno a valle	-65	-22	11.92	2.62

#### 9.1.9 Combinazione di carico GEO-2

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	29	-15.05	-4.38
Spinta del terreno a valle	-65	-22	11.92	2.62
Carichi applicati al muro	0	100	-13	0

#### 9.1.10 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	-21	-1	-0.37
Spinta del terreno a valle	-65	-22	16.5	4.42
Carichi applicati al muro	0	100	-3	0
Forza di inerzia dovuta al muro	6	55	-0.65	0

#### 9.1.11 Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	6	55	0	-50.25
Spinta del terreno a monte	55	-4	-4.26	-1.24
Spinta del terreno a valle	-65	-22	11.77	2.59
Carichi applicati al muro	0	100	-3	0
Forza di inerzia dovuta al muro	6	55	-0.65	0

## 10 Verifiche di stabilità locale

### 10.1 Tensioni trasmesse sul terreno

Moltiplicatore spinta passiva per equilibrio

: 0.5



Pressione limite sul terreno per abbassamento	: 2.5 daN/cm <sup>2</sup>
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	: 35.4 cm (comb. GEO-2)
Momento rispetto al baricentro della fondazione	: 1886 daN cm (comb. GEO-2)
Larghezza reagente minima in fondazione	: 74 cm (comb. GEO-2)
Tensione max sul terreno allo spigolo di valle	: 1.44 daN/cm <sup>2</sup> (comb. GEO-2)
Tensione max sul terreno allo spigolo di monte	: 0.95 daN/cm <sup>2</sup> (comb. STR-3)

## **10.2 Verifica allo scorrimento (traslazione del muro)**

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: GEO-2  
 Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)  
 Moltiplicatore spinta passiva per traslazione : 0.5  
 Coefficiente di attrito caratteristico terreno-fondazione : 0.5  
 Coefficiente di attrito di progetto terreno-fondazione : 0.4  
 Adesione di progetto terreno-fondazione : 0.04 daN/cm<sup>2</sup>  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione : 53 daN  
 Sforzo tangenziale positivo all'intradosso della fondazione : 6 daN  
 Sforzo tangenziale negativo all'intradosso della fondazione : 28 daN  
 Coefficiente limite verifica alla traslazione : 1  
 Coefficiente di sicurezza alla traslazione : 1.14

## **10.3 Verifica a ribaltamento (come equilibrio del corpo rigido)**

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-1  
 Moltiplicatore spinta passiva per ribaltamento : 0.5  
 Momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle : 2788 daN cm  
 Momento stabilizzante rispetto a spigolo di valle : -3311 daN cm  
 Coefficiente limite verifica al ribaltamento : 1  
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento : 1.19

## **10.4 Verifica di capacità portante del suolo**

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: GEO-2  
 Verifica condotta in condizioni drenate (a lungo termine)  
 Moltiplicatore spinta passiva per portanza terreno : 0.5  
 Inclinazione media del pendio circostante la fondazione : 14 °  
 Profondità del piano di posa : 40 cm  
 Sovraccarico agente sul piano di posa : 0.08 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coesione di progetto del suolo di fondazione : 0.08 daN/cm<sup>2</sup>  
 Angolo di attrito di progetto del suolo di fondazione : 24.8 °  
 Peso specifico di progetto del suolo di fondazione : 0.002 daN/cm<sup>3</sup>  
 Inclinazione della risultante rispetto alla normale : 22.5 °  
 Base efficace : 49 cm  
 Carico tangenziale al piano di posa : 22.1 daN/cm  
 Carico di progetto della fondazione (normale al P.P.) : 53.3 daN/cm  
 Carico ultimo della fondazione : 169.4 daN/cm  
 Lunghezza Fondazione per verifica carico limite : 10000 cm  
 Coefficiente limite verifica al carico limite : 1  
 Coefficiente di sicurezza al carico limite : 3.18

Tabella dei coefficienti di capacità portante

Coefficienti	Coesione	Sovraccarico	Attrito
Coefficienti di capacità portante	N <sub>c</sub> = 25	N <sub>q</sub> = 12	N <sub>γ</sub> = 9

## **11 Verifica di stabilità globale dell'opera sul pendio**

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: GEO-2  
 Metodo di analisi di stabilità del pendio : Bishop  
 Passo dei conci : 100 cm  
 Coefficiente di stabilità globale pendio : 1.93  
 Coefficiente limite suggerito dalla normativa : 1.1  
 X centro della superficie critica : -161 cm  
 Y centro della superficie critica : 267 cm  
 Raggio della superficie critica : 370 cm

Forza di bilancio : 49.85 daN/cm  
Volume spostato dalla superficie critica : 5.6 m³/m  
Peso spostato dalla superficie critica : 12208 daN/m

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP  
Combinazione GEO-1

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minstab
1	-21 .8	64	0.0 8	0. 46	-288	-67	127	2	0	2	0	2491	-317
2	-8. 8	103	0.0 8	0. 46	-212	-66	50	12	0	12	0	5243	-678
3	7.1	102	0.0 8	0. 46	-115	-55	47	17	0	17	0	5901	793
4	15. 9	10	0.0 8	0. 46	-60	-42	101	2	0	2	0	635	202
5	20	43	0.0 8	0. 46	-32	13	130	16	0	16	0	3913	1996
6	28. 7	70	0.0 8	0. 46	15	58	176	34	0	34	0	8117	6134
7	34. 9	10	4	0	51	66	212	4	0	4	0	15004	912
8	47. 4	150	0.0 8	0. 46	99	92	261	30	0	30	0	10332	8244
9	67	102	0.0 8	0. 46	170	139	331	4	0	4	0	3413	1278
		655						122	0	122		55048	18564

Coefficiente di sicurezza FS = 2.9653

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP  
Combinazione GEO-2

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minstab
1	-21 .8	64	0.0 8	0. 46	-288	-67	127	2	0	2	0	2583	-317
2	-8. 8	103	0.0 8	0. 46	-212	-66	50	12	0	12	0	5313	-678
3	7.1	102	0.0 8	0. 46	-115	-55	47	17	0	17	0	5841	793
4	15. 9	10	0.0 8	0. 46	-60	-42	101	2	0	2	0	621	202
5	20	43	0.0 8	0. 46	-32	13	130	16	0	16	0	3804	1996
6	28. 7	70	0.0 8	0. 46	15	58	176	34	0	34	0	7789	6134
7	34. 9	10	4	0	51	66	212	4	0	4	0	15004	912
8	47. 4	150	0.0 8	0. 46	99	92	261	30	26	57	0	9698	15433
9	67	102	0.0 8	0. 46	170	139	331	4	10	14	0	5889	4816
		655						122	37	159		56541	29291

Coefficiente di sicurezza FS = 1.9303

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP  
Combinazione SIS-2

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minstab
1	-21 .8	64	0.0 8	0. 46	-288	-67	127	2	0	2	0	2516	-306
2	-8. 8	103	0.0 8	0. 46	-212	-66	50	12	0	12	0	5262	-621

3	7.1	102	0.0 8	0. 46	-115	-55	47	17	0	17	0	5884	873
4	15. 9	10	0.0 8	0. 46	-60	-42	101	2	0	2	0	631	211
5	20	43	0.0 8	0. 46	-32	13	130	16	0	16	0	3882	2054
6	28. 7	70	0.0 8	0. 46	15	58	176	34	0	34	0	8023	6237
7	34. 9	10	4	0	51	66	212	4	0	4	0	15004	924
8	47. 4	150	0.0 8	0. 46	99	92	261	30	6	36	0	10181	9993
9	67	102	0.0 8	0. 46	170	139	331	4	2	6	0	4019	2106
		655						122	8	131		55402	21471

Coefficiente di sicurezza FS = 2.5804

## 12 Parametri per dimensionamento del muro a gravità

Metodo di calcolo: D.M. 14-01-2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Coefficiente di attrito del materiale : 1  
Tensione di compressione massima ammissibile : 5 daN/cm<sup>q</sup>

## 13 Sollecitazioni e verifiche strutturali

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c.: combinazione di carico critica per la verifica della sezione non armata

M: momento applicato sulla sezione

N: sforzo normale applicato sulla sezione

$\sigma_c$ : compressione massima sul materiale

A<sub>r</sub>: ampiezza reagente

v<sub>pfl</sub>: soddisfacimento della verifica di compressione massima e parzializzazione

c<sub>t</sub>: combinazione di carico critica per la verifica a taglio

T: taglio applicato sulla sezione

T<sub>lim</sub>: taglio limite

v<sub>tg</sub>: soddisfacimento verifica taglio

### Paramento (sezioni longitudinali)

X	Y	H	c.	M	N	$\sigma_c$	A <sub>r</sub>	v <sub>pfl</sub>	c <sub>t</sub>	T	T <sub>lim</sub>	v <sub>tg</sub>
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm <sup>2</sup>	cm			daN	daN	
0	0	109	GEO-2	135631	-4349	-1.2	70.3	ok	GEO-2	1785	4349	ok
4	31	102	GEO-2	88663	-3398	-0.9	74.8	ok	GEO-2	1565	3398	ok
7	61	95	GEO-2	47844	-2561	-0.6	86.6	ok	STR-2	1379	2500	ok
11	91	88	STR-4	7449	-2261	-0.3	88.1	ok	STR-2	1363	1769	ok
14	120	81	STR-3	-3484	-1216	-0.2	81.1	ok	STR-3	143	1216	ok
18	150	74	STR-3	-540	-464	-0.1	74.2	ok	STR-1	42	357	ok

### Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali)

X	Y	H	c.	M	N	$\sigma_c$	A <sub>r</sub>	v <sub>pfl</sub>	c <sub>t</sub>	T	T <sub>lim</sub>	v <sub>tg</sub>
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm <sup>2</sup>	cm			daN	daN	