

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Progetto di un Muro di Sostegno

(redatta ai sensi Cap. 10 NTC coi contenuti Cap. 10.1 §.1.1 della Circ. 02/02/2009 n. 617)

Progetto muro di sostegno lungo la strada provinciale XX

strada provinciale XX

IL TECNICO

Ing. Pinco Pallino
Ordine Ingegneri n.123
Via Generica n.10 - Città (XX)
ingmail@mail.it
340987654

IL COMMITTENTE

Sign. Mario Rossi
Via Generica n.11 - Città (XX)
mariorossi@mail.com
100/357951

Città (XX) , li 10/11/2018

Realizzato col Software StruMURO R1.6.1

Autore : Ing. Salvatore Manai

www.ingegneriabit.com

Licenza Utente : boret-280403-CDCBF

INDICE DEI PARAGRAFI

- I. Normativa**
- II. Metodo di calcolo**
- III. Modello di calcolo**
- IV. Pericolosità Sismica**
- V. Relazione descrittiva**
- VI. AZIONI PARETE**
- VII. RIBALTAMENTO**
- VIII. SCORRIMENTO**
- IX. CARICO LIMITE**
- X. STABILITA' GLOBALE**
- XI. VERIFICA STRUTTURALE - Parete**
- XII. VERIFICA STRUTTURALE - Suola**

I. Normativa

- Legge 5 Novembre 1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica"
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 6 Giugno 2001 n. 380
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 9 Gennaio 1996 Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2008 (D.M. 14.01.2008)
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al D.M. 14.01.2008 (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17.01.2018) - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"

II.1 RICHIAMI TEORICI

Il calcolo delle spinte sui muri di sostegno è strettamente legato all'interazione che avviene tra il manufatto e il terreno o meglio alle modalità con cui avvengono gli spostamenti reciproci che influenzano il regime di spinta.

Questo può essere di SPINTA ATTIVA o di SPINTA PASSIVA, a seconda di come il manufatto "trasla" rispetto al terreno. Semplificando, nel primo caso la struttura permette al terreno di espandersi lateralmente, nel secondo è la struttura a premere sul terreno.

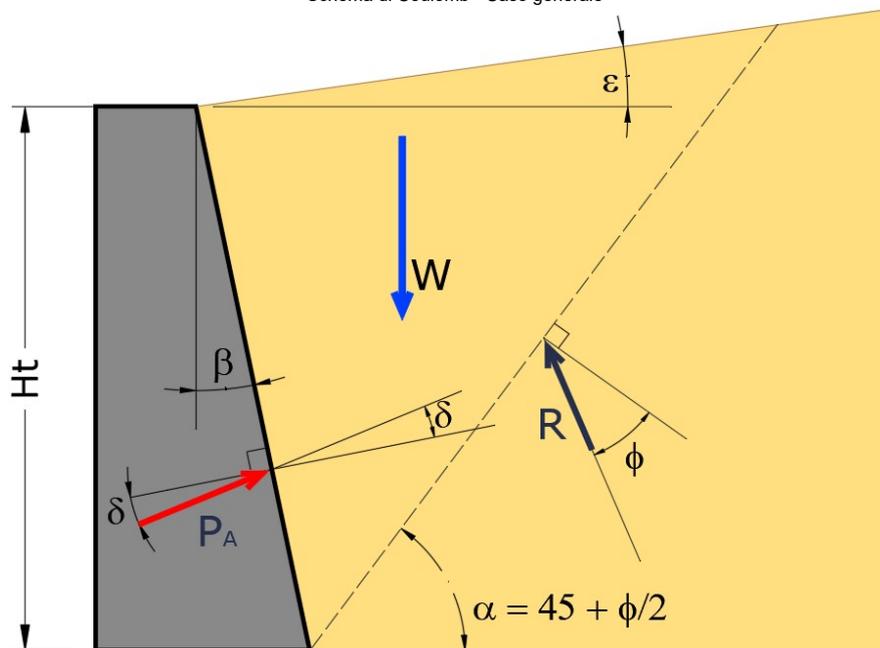
Da notare che per mobilitare la spinta attiva sono sufficienti piccoli spostamenti, mentre per mobilitare la spinta passiva occorrono grandi spostamenti (spesso non compatibili con la funzionalità dell'opera).

Può essere altresì definita una situazione nella quale non sono ammessi/previsti spostamenti del manufatto, perciò si parla di SPINTA A RIPOSO (es. nei muri di cantina).

Il modello di calcolo storico e più importante sul quale si basa la teoria del calcolo delle opere di sostegno è il Metodo di Coulomb (XVIII secolo - derivato da quella di Rankine), generalizzato e ampliato poi da vari studiosi tra cui Müller-Breslau (XX secolo) secondo specifiche ipotesi e condizioni al contorno tra cui le più importanti:

- Terrapieno in materiale incoerente e omogeneo, anche con profilo inclinato, ma regolare (piano);
- Superficie del paramento a contatto col terreno piana, verticale o inclinata;
- Presenza di attrito nell'interfaccia terreno-muro;
- Superficie di scorrimento del cuneo di spinta piana e inclinata.

Schema di Coulomb - Caso generale



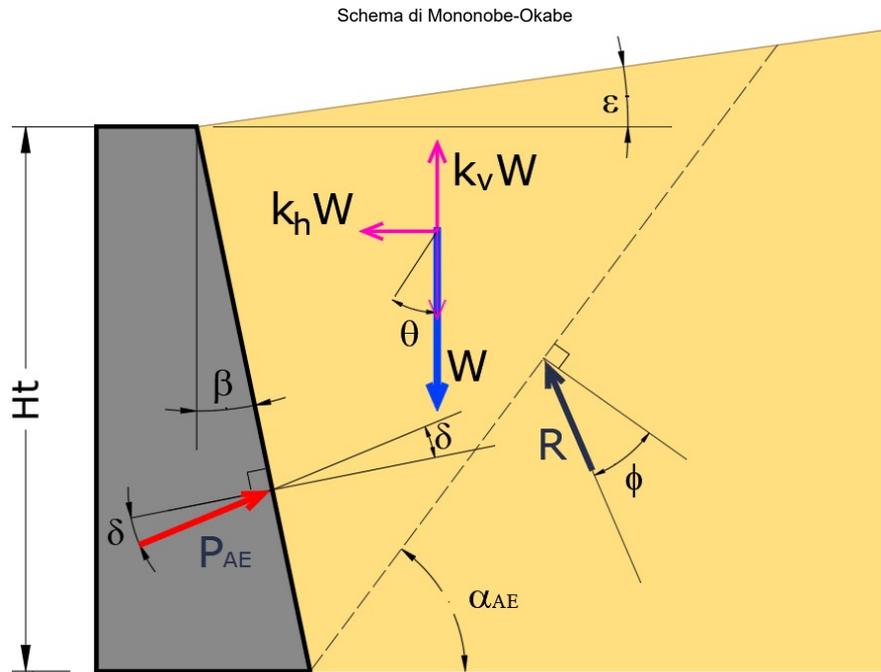
In condizioni STATICHE, i coefficienti per calcolare la spinta del cuneo di rottura, inclinata di un angolo δ in condizioni attive o passive, sono dati dalle seguenti equazioni dove :

- ϕ = angolo di attrito (o di resistenza a taglio) del terreno
- β = angolo formato dal paramento virtuale con la verticale
- δ = angolo di attrito fra terreno e paramento virtuale
- ϵ = angolo inclinazione terrapieno

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

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

In condizioni SISMICHE la metodologia di calcolo più comunemente usata e riconosciuta anche nelle NTC è quella basata sulla teoria di Mononobe-Okabe. Quest'ultima può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb e permette di valutare le spinte, con un approccio pseudo-statico, come delle forze statiche equivalenti che tengono conto delle azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.



Detto ψ l'angolo sismico, i valori dei coefficienti di spinta del terreno per stati di spinta attiva e passiva sono

$$\psi = \arctan\left(\frac{k_h}{\pm k_v}\right)$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \psi - \beta)}{\cos(\psi) \cdot \cos^2(\beta) \cdot \cos(\delta + \beta + \psi) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \psi - \epsilon)}{\cos(\delta + \beta + \psi) \cdot \cos(\beta - \epsilon)}}\right]^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi - \psi + \beta)}{\cos(\psi) \cdot \cos^2(\beta) \cdot \cos(\beta - \delta + \psi) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \psi + \epsilon)}{\cos(\beta - \delta + \psi) \cdot \cos(\beta - \epsilon)}}\right]^2}$$

Relativamente alla valutazione dei coefficienti suddetti, l'approccio di Mononobe-Okabe entra in crisi nel caso in cui $\phi - \theta < \beta$. In tal caso si fa riferimento alle indicazioni dell' EC 8 Punto 4 Appendice E, le quali prevedono che il coefficiente di spinta sia valutato trascurando il termine sotto radice

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \psi - \beta)}{\cos(\psi) \cdot \cos^2(\beta) \cdot \cos(\delta + \beta + \psi)}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi - \psi + \beta)}{\cos(\psi) \cdot \cos^2(\beta) \cdot \cos(\beta - \delta + \psi)}$$

II.2 Metodo di calcolo

Il Software StruMURO permette di valutare sia le situazioni che rientrano nelle teorie suddette che le altre situazioni, spesso presenti nella realtà e nella pratica progettuale, tra cui:

- Terrapieno dotato di coesione;
- Presenza di falda a qualsiasi quota;
- Terrapieno composto da una spezzata;
- Presenza di carichi uniformi e nastriformi sul terrapieno;
- Presenza di forze e coppie concentrate applicate al muro;

Il Software StruMURO applica le seguenti modalità e formulazioni per risolvere casi di dettaglio :

(*) Tutti i moduli delle spinte sono valutati come area del diagramma delle pressioni e la loro retta di applicazione è legata alla posizione del baricentro geometrico dei diagrammi stessi;

(*) In presenza di terreni coesivi il diagramma delle pressioni viene assunto nullo a partire dalla quota dell'altezza fessurata.

(*) Quando il terrapieno a monte ha un'inclinazione ε superiore all'angolo di resistenza al taglio o angolo di attrito del terreno φ , esso assume una configurazione teoricamente instabile e la formula di Coulomb, riveduta da Muller-Breslau, non può essere applicata. Il calcolo procede lo stesso adottando un coefficiente di spinta attiva $K_a(\varepsilon = \varphi)$ e considerando la porzione di terreno compresa tra ε e φ come un sovraccarico distribuito.

(*) Il diagramma delle pressioni della falda è assunto triangolare con la spinta applicata a 1/3.

(*) Per i carichi nastriformi il diagramma delle sigma è calcolato con la teoria di Boussinesque corretta da Terzaghi, nella quale la sigma si assume raddoppiata per tenere conto della non omogeneità del materiale.

(*) Il modulo della spinta dovuta alla pressione laterale dei carichi sul terrapieno viene corretto mediante un apposito coefficiente qualora il terrapieno non sia orizzontale e il paramento non sia verticale;

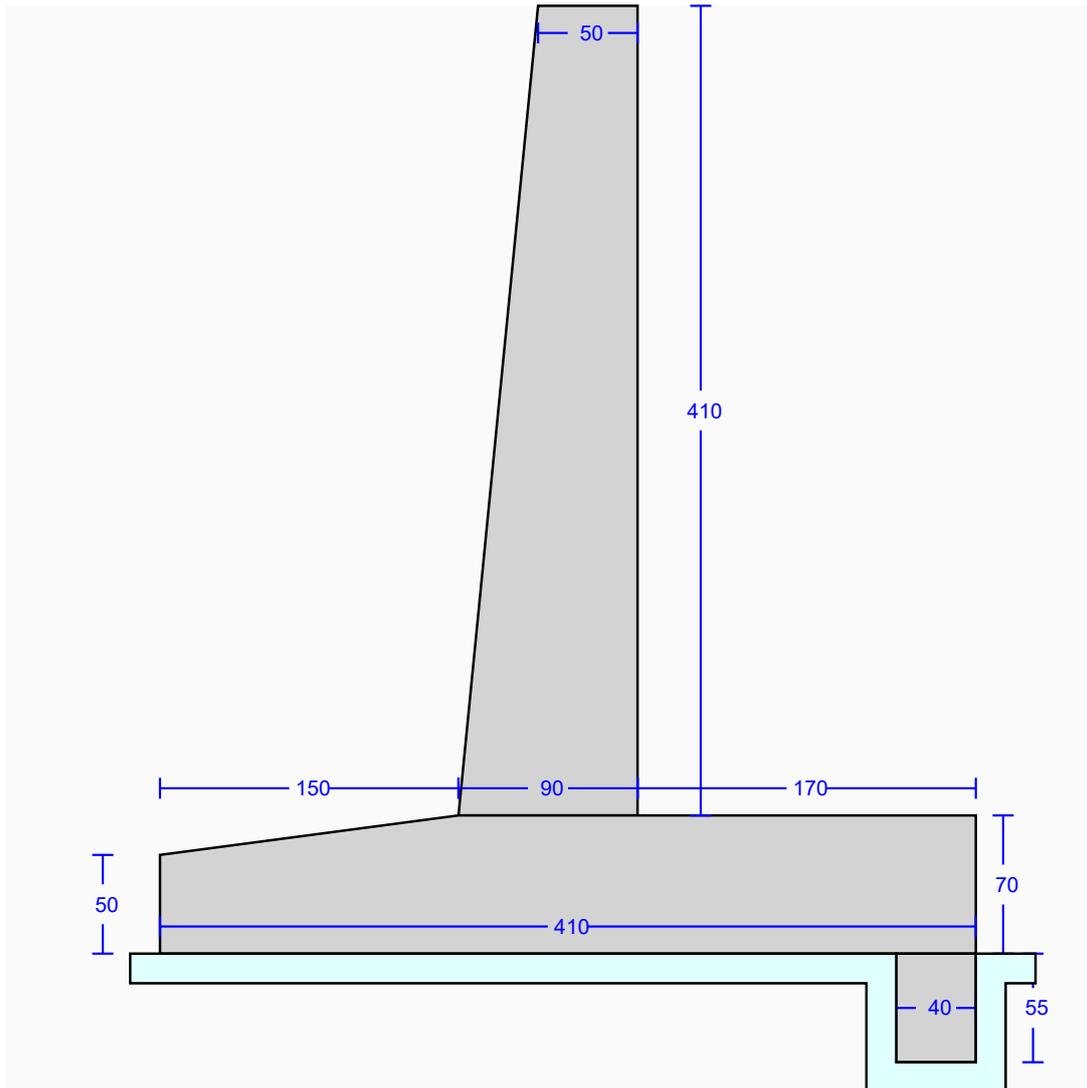
(*) La soluzione del modello, in termini di calcolo delle sollecitazioni interne, avviene col metodo F.E.M. (finite element method). La parete e la suola sono schematizzati con una apposita discretizzazione in nodi e aste (travi alla Timoshenko).

Il Software StruMURO applica il Metodo agli Stati Limite Ultimi, di seguito SLU, per il quale la norma (6.5.3.1.1) prevede che vengano eseguite sui muri di sostegno le seguenti verifiche allo stato limite di stabilità (locale e globale) oltre a quelle di resistenza:

- Verifica della stabilità locale al RIBALTAMENTO, trattato come SLU di equilibrio di corpo rigido (EQU);
- Verifica della stabilità locale allo SCORRIMENTO sul piano di posa, SLU di tipo geotecnico (GEO);
- Verifica del collasso per CARICO LIMITE dell'insieme fondazione-terreno, SLU di tipo geotecnico (GEO);
- Verifica della stabilità GLOBALE del complesso opera di sostegno-terreno col metodo di Fellenius (1937);
- Verifica SLU di tipo strutturale (STR) per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali (suola e parete).

Per maggiori dettagli si rimanda alla letteratura specifica, alle Norme Tecniche NTC, alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e al manuale del software.

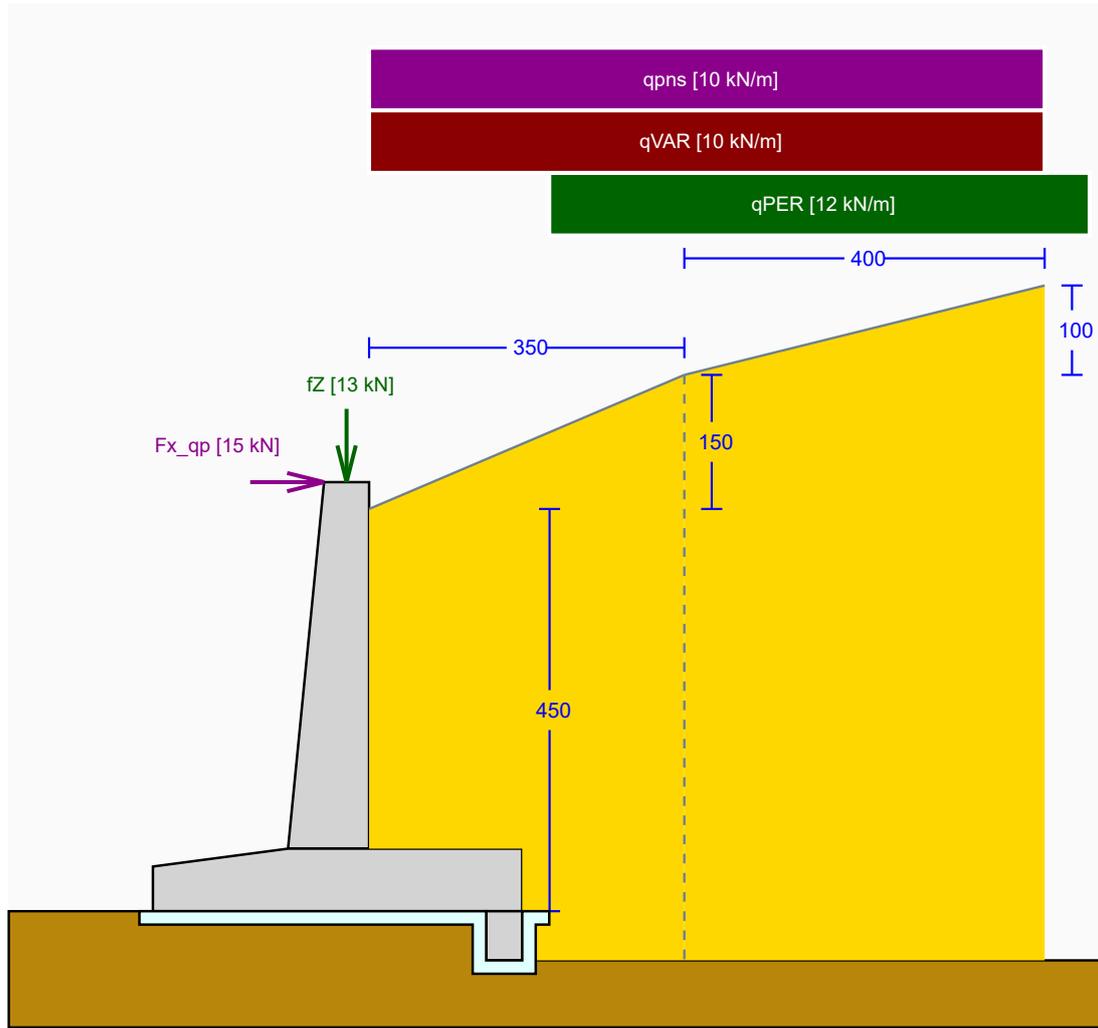
III. Modello di calcolo



III.1 Muro

PBs =	50	cm (base superiore parete)	Sext =	150	cm (larghezza suola esterna)
Psext =	40	cm (scarpa esterna)	Sint =	170	cm (larghezza suola interna)
Psint =	0	cm (scarpa interna)	SB =	410	cm (larghezza totale suola)
PH=	410	cm (altezza parete)	SH =	70	cm (altezza suola)
Pbi=	90	cm (base inferiore parete)	SHext =	50	cm (altezza suola esterna)
β =	0	° (inclinazione parete lato terrapieno)	SHint =	70	cm (altezza suola interna)
ξ =	5,57	° (inclinazione parete lato esterno)	Spm =	15	cm (spessore magrone)
Db =	40	cm (larghezza dente)			
Dh =	55	cm (altezza dente)			
Dd =	0	cm (distanza dente da bordo suola interna)			
Lm =	500	cm (lunghezza muro)	δ =	11,33	° (angolo attrito terra-muro)
γ_m =	25	kN/mc (peso specifico muro)	Vincolo =	Libero	(vincolo superiore della testa muro)

III.2 Geometria sistema



III.3 Terreni

TERRENO DI FONDAZIONE

$\gamma_{tf} =$	19	kN/mc (peso specifico terreno)	$\phi_{tf} =$	36	° (angolo resistenza al taglio)
$\gamma_{tfs} =$	21	kN/mc (peso specifico terreno saturo)	$c_{tf} =$	0	kN/mq (coesione terreno)

TERRAPIENO DI SPINTA

$\gamma_{ts} =$	18,5	kN/mc (peso specifico terreno)	$\phi_{ts} =$	32	° (angolo resistenza al taglio)
$\gamma_{tss} =$	21	kN/mc (peso specifico terreno saturo)	$c_{ts} =$	8	kN/mq (coesione terreno)
Ht =	450	cm (Altezza terrapieno)	Lt2 =	400	cm (Lunghezza terrapieno Campo2)
Lt1 =	350	cm (Lunghezza terrapieno Campo1)	$\Delta t2 =$	100	cm (Dislivello terrapieno Campo2)
$\Delta t1 =$	150	cm (Dislivello terrapieno Campo1)	$\epsilon 2 =$	14,04	° (inclinazione terrapieno Campo2)
$\epsilon 1 =$	23,2	° (inclinazione terrapieno Campo1)			

III .4.a Azioni esterne - Terrapieno

Descrizione	TipoAzione	Valore	psi0	psi2	X	B	Tipologia
qPER	Per	12	1	0	200	600	AzioneTerrapieno
qVAR	Var	10	1	0	0	0	AzioneTerrapieno
qpns	Pns	10	1	0	0	0	AzioneTerrapieno

III .4.b Azioni esterne - Muro

Descrizione	TipoAzione	Valore	psi0	psi2	PosX	PosY	Tipologia
fZ	Per	-13	1	1	215	480	AzioneMuro_Fz
Fx_qp	Pns	15	1	1	190	480	AzioneMuro_Fx

LEGENDA :

Descrizione : Descrizione assegnata al carico

TipoAzione : Tipo di azione (Per=Permanente, Pns=Permanente non strutturale, Var=Variabile)

Valore : Valore dell'azione in [kN ; m]

psi0 : Coeff. di combinazione SLU statica per le azioni variabili [NTC par. 2.5.3. f.mula 2.5.1]

psi2 : Coeff. di combinazione SLU sismica per le azioni variabili [NTC par. 2.5.3. f.mula 2.5.5]

PosX : Per azioni sul muro, coordinata X del punto di applicazione

PosY : Per azioni sul muro, coordinata Y del punto di applicazione

X : Per i carichi nastriformi, coordinata X di inizio di applicazione del carico. Valore 0 per carichi distribuiti

B : Per i carichi nastriformi, lunghezza del tratto di applicazione del carico. Valore 0 per carichi distribuiti

Tipologia : Tipologia di azione

Tutte le coordinate sono riferite al riferimento globale con origine (0,0,0) nel vertice basso sinistro della suola

IV. Pericolosità Sismica

LOCALITA' : Terni

COORDINATE GEOGRAFICHE DEL SITO : LAT. 42,5873817130646 LONG. 12,6447203365235

NODI DELLA MAGLIA DI RIFERIMENTO - Allegato A Tab.1 NTC

Nodo 1 - ID : 25407 LAT : 42,582 LON : 12,675 ag : 1,717 F0 : 2,44 T*c : 0,32

Nodo 2 - ID : 25406 LAT : 42,582 LON : 12,607 ag : 1,632 F0 : 2,46 T*c : 0,32

Nodo 3 - ID : 25185 LAT : 42,632 LON : 12,675 ag : 1,772 F0 : 2,43 T*c : 0,32

Nodo 4 - ID : 25184 LAT : 42,632 LON : 12,607 ag : 1,663 F0 : 2,46 T*c : 0,32

CLASSE D'USO : Classe II

VITA NOMINALE : 50 anni

VITA RIFERIMENTO : 50 anni

STATO LIMITE : SLU - SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita)

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO NEL PERIODO DI RIFERIMENTO VR : PVR 10%

PERIODO DI RITORNO TR : 475

ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA AL SITO ag[g] : 0,169

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE F0 : 2,448

PERIODO DI INIZIO DEL TRATTO A VELOCITÀ COSTANTE DELLO SPETTRO T*c : 0,32

Dal punto di vista sismico, le indagini svolte consentono di classificare il volume rappresentativo del terreno di spinta secondo i seguenti parametri :

Coeff. amplificazione stratigrafica $S_s = 1,452$ - Terreno TIPO "C"

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Coeff. amplificazione topografica $S_t = 1,2$ - Topografia TIPO "T3"

Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$

Accelerazione orizzontale massima attesa al sito $a_{max}[g] = 0,2944$

Coeff. di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito per verifiche LOCALI (SLV) $\beta_{m,loc} = 0,38$

Coeff. sismico orizzontale $k_{h,loc} = 0,1119$

Coeff. sismico verticale $k_{v,loc} = 0,0559$

Coeff. di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito per verifica GLOBALE (SLV) $\beta_{m,glo} = 0,38$

Coeff. sismico orizzontale $k_{h,glo} = 0,1119$

Coeff. sismico verticale $k_{v,glo} = 0,0559$

V. Relazione descrittiva

La presente relazione di calcolo è accompagnatoria del progetto del muro di sostegno da realizzarsi presso la strada provinciale XX al km 12,700 per la messa in sicurezza del fronte di scavo. Per maggiori dettagli inerenti la natura del terreno di quest'ultimo si rimanda alla relazione geologica e alla relazione geotecnica allegate alla presente. Il muro sarà realizzato in opera secondo la tipologia "a mensola" in c.a. considerando sul terrapieno il carico veicolare presente sulla strada a monte.



VI. AZIONI SULLA PARETE - CASO STATICO

verifiche strutturali

<< APPROCCIO 2>>

A1 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$
 $\tan(\varphi, k) = 0,62$
Pspec,k = 18,5 kN/mc
PspecSat,k = 21 kN/mc
Coes,k = 8 kN/mq
CoesND,k = 0 kN/mq

$\gamma G1, sf = 1,3$
 $\gamma G2, sf = 1,5$
 $\gamma Q, sf = 1,5$
 $\gamma G1, f = 1$
 $\gamma G2, f = 0,8$
 $\gamma Q, f = 0$
 $\gamma \varphi = 1$
 $\gamma coes = 1$
 $\gamma coesND = 1$

$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$
 $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$
Pspec,d = Pspec,k . $\gamma G1 = 24,05$ kN/mc
PspecSat,d = PspecSat,k . $\gamma G1 = 27,3$ kN/mc
Coes,d = Coes,k / $\gamma coes = 8$ kN/mq
CoesND,d = CoesND,k / $\gamma coesND = 0$ kN/mq

Parametri di calcolo

Ht = 380 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

Kh = 0 Condizione di carico statica

Kv = 0 Condizione di carico statica

Ka = 0,4077 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Müller-Breslau)

SPT = 37,292 kN Spinta delle terre

SPq = 56,146 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

Azione variabile prevalente : qVAR

SPtx = 36,56 kN Componente orizzontale della spinta

SPqx = 55,05 kN Componente orizzontale dovuta ai carichi sul terrapieno

Fi_z = 0 kN Forza di inerzia della zavorra

Fi_p = 0 kN Forza di inerzia della parete

Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

SPw = 0 kN Componente dovuta alla falda

Fx_A = -22,5 kN Componente dovuta alle azioni esterne Fx

SPTz = 7,33 kN Componente verticale della spinta

SPqz = 11,03 kN Componente verticale dovuta ai carichi sul terrapieno

Pp_p = 93,28 kN Peso di calcolo della parete

Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

Fz_A = 16,9 kN Componente normale dovuta alle azioni esterne Fz

bSPTz = 0,92 m (braccio della Stz)

bSPtx = 0,45 m (braccio della Stx)

bSPqz = 1,87 m (braccio della Sqz)

bSPqx = 0,45 m (braccio della Sqx)

bFi_z = 0 m (braccio forza di inerzia della zavorra)

bFi_p = 0 m (braccio forza di inerzia della parete)

bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

bSPw = 0 m (braccio spinta della falda)

VI. AZIONI SULLA PARETE - CASO SISMA Kv+
verifiche strutturali
<< APPROCCIO 2>>
1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$
$\tan(\varphi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1$	$\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma \varphi = 1$	
	$\gamma coes = 1$	
	$\gamma coesND = 1$	

Parametri di calcolo

Ht = 380 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)

Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))

St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))

$\beta m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC 7.11.6.2.1))

amax = 0,29441952384 (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)

Kh = 0,1118794190592 (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta s \cdot amax$)

Kv = 0,0559397095296 (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot Kh$)

KAE = 0,5977 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)

SPT = 41,973 kN Spinta delle terre

SPq = 32,058 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

Azione variabile prevalente : qVAR

SPTx = 41,16 kN Componente orizzontale della spinta

SPqx = 31,43 kN Componente orizzontale dovuta ai carichi sul terrapieno

Fi_z = 15,47 kN Forza di inerzia della zavorra

Fi_p = 8,48 kN Forza di inerzia della parete

Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

SPw = 0 kN Componente dovuta alla falda

Fx_A = -15 kN Componente dovuta alle azioni esterne Fx

SPTz = 8,25 kN Componente verticale della spinta

SPqz = 6,3 kN Componente verticale dovuta ai carichi sul terrapieno

Pp_p = 75,76 kN Peso di calcolo della parete

Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

Fz_A = 13 kN Componente normale dovuta alle azioni esterne Fz

bSPtz = 0,89 m (braccio della Stx)

bSPtx = 0,45 m (braccio della Stz)

bSPqz = 1,79 m (braccio della Sqx)

bSPqx = 0,45 m (braccio della Sqz)

bFi_z = 2,09 m (braccio forza di inerzia della zavorra)

bFi_p = 1,85 m (braccio forza di inerzia della parete)

bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

bSPw = 0 m (braccio spinta della falda)

VI. AZIONI SULLA PARETE - CASO SISMA Kv-
verifiche strutturali
<< APPROCCIO 2>>
1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$
$\tan(\varphi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1$	$\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma \varphi = 1$	
	$\gamma coes = 1$	
	$\gamma coesND = 1$	

Parametri di calcolo

Ht = 380 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)

Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))

St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))

$\beta m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC 7.11.6.2.1))

amax = 0,29441952384 (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)

Kh = 0,1118794190592 (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta s \cdot amax$)

Kv = -0,0559397095296 (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot Kh$)

KAE = 0,6361 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)

SPT = 40,96 kN Spinta delle terre

SPq = 30,5 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

Azione variabile prevalente : qVAR

SPTx = 40,16 kN Componente orizzontale della spinta

SPqx = 29,91 kN Componente orizzontale dovuta ai carichi sul terrapieno

Fi_z = 13,83 kN Forza di inerzia della zavorra

Fi_p = 7,58 kN Forza di inerzia della parete

Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

SPw = 0 kN Componente dovuta alla falda

Fx_A = -15 kN Componente dovuta alle azioni esterne Fx

SPTz = 8,05 kN Componente verticale della spinta

SPqz = 5,99 kN Componente verticale dovuta ai carichi sul terrapieno

Pp_p = 67,74 kN Peso di calcolo della parete

Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

Fz_A = 13 kN Componente normale dovuta alle azioni esterne Fz

bSPtz = 0,91 m (braccio della Stx)

bSPtx = 0,45 m (braccio della Stz)

bSPqz = 1,79 m (braccio della Sqx)

bSPqx = 0,45 m (braccio della Sqz)

bFi_z = 2,09 m (braccio forza di inerzia della zavorra)

bFi_p = 1,85 m (braccio forza di inerzia della parete)

bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

bSPw = 0 m (braccio spinta della falda)

VII. RIBALTAMENTO - CASO STATICO

verifiche stabilità locale

<< APPROCCIO 2>>

A1 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$ $\tan(\varphi, k) = 0,62$ $P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma G1, sf = 1,3$ $\gamma G2, sf = 1,5$ $\gamma Q, sf = 1,5$ $\gamma G1, f = 1$ $\gamma G2, f = 0,8$ $\gamma Q, f = 0$ $\gamma \varphi = 1$ $\gamma coes = 1$ $\gamma coesND = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$ $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$ $P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 24,05 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 27,3 \text{ kN/mc}$ $Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
---	---	--

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

Kh = 0 Condizione di carico statica

Kv = 0 Condizione di carico statica

Ka1 = 0,4077 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Müller-Breslau)

Kam = 0,3387(Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 125,592 kN Spinta delle terre

SPq = 107,826 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

SPTx = 123,14 kN Componente orizzontale della spinta St

SPqx = 105,72 kN Componente orizzontale della spinta Sq

Fi_z = 0 kN Forza di inerzia della zavorra

Fi_s = 0 kN Forza di inerzia della suola

Fi_p = 0 kN Forza di inerzia della parete

Fi_d = 0 kN Forza di inerzia del dente

Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

bSPtz = 1,74 m (braccio della SPTx)

bSPqz = 2,85 m (braccio della spinta SPqx)

bFi_z = 2,79 m (braccio forza di inerzia della zavorra)

bFi_s = 0,33 m (braccio forza di inerzia della suola)

bFi_p = 2,55 m (braccio forza di inerzia della parete)

bFi_d = -0,28 m (braccio forza di inerzia del dente)

bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

SPTz = 18,98 kN Componente verticale della spinta SPT

SPqz = 9,64 kN Componente verticale della spinta SPq

Pp_z = 130,97 kN Peso di calcolo della zavorra

Pp_s = 68 kN Peso di calcolo della suola

Pp_p = 71,75 kN Peso di calcolo della parete

Pp_d = 5,5 kN Peso di calcolo del dente

Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

bSPtx = 4,1 m (braccio della SPTz)

bSPqx = 4,1 m (braccio della SPqz)

bFp_z = 3,27 m (braccio peso di calcolo della zavorra)

bFp_s = 2,14 m (braccio peso di calcolo della suola)

bFp_p = 2,04 m (braccio peso di calcolo della parete)

bFp_d = 3,9 m (braccio peso di calcolo del dente)

bFp_g = 0 m (braccio peso di calcolo del gradone)

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

Mrib_T = 213,9 kN.m Momento ribaltante dovuto a spinta terre e sistema muro

Mrib_C = 262,06 kN.m Momento ribaltante dovuto ai carichi sul terrapieno

MR = 475,96 kN.m Momento ribaltante totale

Mstab_T = 819,77 kN.m Momento stabilizzante dovuto a terrapieno e sistema muro

Mstab_C = 0 kN.m Momento stabilizzante dovuto ai carichi sul terrapieno

MS = 819,77 kN.m Momento stabilizzante totale

$\gamma R = 1,15$ Coeff. R3 Tab. 6.5.I che si applica agli effetti delle azioni stabilizzanti

MSred = MS / $\gamma R = 712,85 \text{ kN.m}$ (MS ridotto col coeff. R3)

Mext = -85,55 kN.m Momento dovuto alle forze esterne applicate al muro

VERIFICA

Coeff. di sicurezza a Ribaltamento

(MSred + |Mext|) / MR = 1,677

VII. RIBALTAMENTO - CASO SISMA Kv+

verifiche stabilità locale

<< APPROCCIO 2>>

1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$ $\tan(\varphi, k) = 0,62$ $P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma G1, sf = 1$ $\gamma G2, sf = 1$ $\gamma Q, sf = 1$ $\gamma G1, f = 1$ $\gamma G2, f = 0,8$ $\gamma Q, f = 0$ $\gamma \varphi = 1$ $\gamma coes = 1$ $\gamma coesND = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$ $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$ $P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
---	---	---

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)
 $\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)
 $\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)
 $\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)
 $\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)
 $S_s = 1,4517728$ (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))
 $S_t = 1,2$ (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))
 $\beta_m = 0,57$ (Coeff. riduzione acceler. massima per Ribaltamento (NTC 7.11.6.2.1))
 $a_{max} = 0,29441952384$ (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot S_s \cdot S_t$)
 $K_h = 0,1678191285888$ (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta_s \cdot a_{max}$)
 $K_v = 0,0839095642944$ (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot K_h$)

KAE = 0,9067 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)
 Kam = 0,5023 (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 244,994 kN Spinta delle terre

SPq = 117,53 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

SPTx = 240,22 kN Componente orizzontale della spinta St
 SPqx = 115,24 kN Componente orizzontale della spinta Sq
 $F_{i_z} = 23,82 \text{ kN}$ Forza di inerzia della zavorra
 $F_{i_s} = 12,37 \text{ kN}$ Forza di inerzia della suola
 $F_{i_p} = 13,05 \text{ kN}$ Forza di inerzia della parete
 $F_{i_d} = 1 \text{ kN}$ Forza di inerzia del dente
 $F_{i_g} = 0 \text{ kN}$ Forza di inerzia del gradone

bSPtz = 1,77 m (braccio della SPTx)
 bSPqz = 2,79 m (braccio della spinta SPqx)
 $bF_{i_z} = 2,79 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia della zavorra)
 $bF_{i_s} = 0,33 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia della suola)
 $bF_{i_p} = 2,55 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia della parete)
 $bF_{i_d} = -0,28 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia del dente)
 $bF_{i_g} = 0 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia del gradone)

SPTz = 48,13 kN Componente verticale della spinta SPT
 SPqz = 20,99 kN Componente verticale della spinta SPq
 $P_{p_z} = 141,96 \text{ kN}$ Peso di calcolo della zavorra
 $P_{p_s} = 73,71 \text{ kN}$ Peso di calcolo della suola
 $P_{p_p} = 77,77 \text{ kN}$ Peso di calcolo della parete
 $P_{p_d} = 5,96 \text{ kN}$ Peso di calcolo del dente
 $P_{p_g} = 0 \text{ kN}$ Peso di calcolo del gradone

bSPtx = 4,1 m (braccio della SPTz)
 bSPqx = 4,1 m (braccio della SPqx)
 $bF_{p_z} = 3,27 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo della zavorra)
 $bF_{p_s} = 2,14 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo della suola)
 $bF_{p_p} = 2,04 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo della parete)
 $bF_{p_d} = 3,9 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo del dente)
 $bF_{p_g} = 0 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo del gradone)

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

Mrib_T = 530,1 kN.m Momento ribaltante dovuto a spinta terre e sistema muro
 Mrib_C = 235,04 kN.m Momento ribaltante dovuto ai carichi sul terrapieno

MR = 765,13 kN.m Momento ribaltante totale

Mstab_T = 1001,55 kN.m Momento stabilizzante dovuto a terrapieno e sistema muro
 Mstab_C = 0 kN.m Momento stabilizzante dovuto ai carichi sul terrapieno

MS = 1001,55 kN.m Momento stabilizzante totale

$\gamma_R = 1$ Coeff. R3 Tab. 7.11.III che si applica agli effetti delle azioni stabilizzanti

MSred = MS / $\gamma_R = 1001,55 \text{ kN.m}$ (MS ridotto col coeff. R3)

Mext = -85,55 kN.m Momento dovuto alle forze esterne applicate al muro

VERIFICA

Coeff. di sicurezza a Ribaltamento
(MSred + |Mext|) / MR = 1,421

VII. RIBALTAMENTO - CASO SISMA Kv-
verifiche stabilità locale

<< APPROCCIO 2>>

1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$ $\tan(\varphi, k) = 0,62$ $P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma G1, sf = 1$ $\gamma G2, sf = 1$ $\gamma Q, sf = 1$ $\gamma G1, f = 1$ $\gamma G2, f = 0,8$ $\gamma Q, f = 0$ $\gamma \varphi = 1$ $\gamma coes = 1$ $\gamma coesND = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$ $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$ $P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
---	---	---

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)
 $\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)
 $\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)
 $\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)
 $\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)
 $S_s = 1,4517728$ (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))
 $S_t = 1,2$ (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))
 $\beta_m = 0,57$ (Coeff. riduzione acceler. massima per Ribaltamento (NTC 7.11.6.2.1))
 $a_{max} = 0,29441952384$ (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot S_s \cdot S_t$)
 $K_h = 0,1678191285888$ (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta_s \cdot a_{max}$)
 $K_v = -0,0839095642944$ (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot K_h$)

KAE = 0,9457 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)
 Kam = 0,5453 (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 217,513 kN Spinta delle terre

SPq = 103,612 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

SPtx = 213,27 kN Componente orizzontale della spinta St
 SPqx = 101,59 kN Componente orizzontale della spinta Sq
 $F_{i_z} = 20,13 \text{ kN}$ Forza di inerzia della zavorra
 $F_{i_s} = 10,45 \text{ kN}$ Forza di inerzia della suola
 $F_{i_p} = 11,03 \text{ kN}$ Forza di inerzia della parete
 $F_{i_d} = 0,85 \text{ kN}$ Forza di inerzia del dente
 $F_{i_g} = 0 \text{ kN}$ Forza di inerzia del gradone

bSPtz = 1,78 m (braccio della SPtx)
 bSPqz = 2,79 m (braccio della spinta SPqx)
 $bF_{i_z} = 2,79 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia della zavorra)
 $bF_{i_s} = 0,33 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia della suola)
 $bF_{i_p} = 2,55 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia della parete)
 $bF_{i_d} = -0,28 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia del dente)
 $bF_{i_g} = 0 \text{ m}$ (braccio forza di inerzia del gradone)

SPtz = 42,73 kN Componente verticale della spinta SPT
 SPqz = 18,5 kN Componente verticale della spinta SPq
 $P_{p_z} = 119,98 \text{ kN}$ Peso di calcolo della zavorra
 $P_{p_s} = 62,29 \text{ kN}$ Peso di calcolo della suola
 $P_{p_p} = 65,73 \text{ kN}$ Peso di calcolo della parete
 $P_{p_d} = 5,04 \text{ kN}$ Peso di calcolo del dente
 $P_{p_g} = 0 \text{ kN}$ Peso di calcolo del gradone

bSPtx = 4,1 m (braccio della SPtz)
 bSPqx = 4,1 m (braccio della SPqx)
 $bF_{p_z} = 3,27 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo della zavorra)
 $bF_{p_s} = 2,14 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo della suola)
 $bF_{p_p} = 2,04 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo della parete)
 $bF_{p_d} = 3,9 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo del dente)
 $bF_{p_g} = 0 \text{ m}$ (braccio peso di calcolo del gradone)

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

$M_{rib_T} = 467,33 \text{ kN.m}$ Momento ribaltante dovuto a spinta terre e sistema muro
 $M_{rib_C} = 207,2 \text{ kN.m}$ Momento ribaltante dovuto ai carichi sul terrapieno
MR = 674,53 kN.m Momento ribaltante totale
 $M_{stab_T} = 854,9 \text{ kN.m}$ Momento stabilizzante dovuto a terrapieno e sistema muro
 $M_{stab_C} = 0 \text{ kN.m}$ Momento stabilizzante dovuto ai carichi sul terrapieno
MS = 854,9 kN.m Momento stabilizzante totale

$\gamma_R = 1$ Coeff. R3 Tab. 7.11.III che si applica agli effetti delle azioni stabilizzanti

MSred = MS / γ_R = 854,9 kN.m (MS ridotto col coeff. R3)

Mext = -85,55 kN.m Momento dovuto alle forze esterne applicate al muro

VERIFICA

Coeff. di sicurezza a Ribaltamento
(MSred + |Mext|) / MR = 1,394

VIII. SCORRIMENTO - CASO STATICO

verifiche stabilità locale

<< APPROCCIO 2>>

A1 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1,3$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma\varphi = 0,62$
$\tan(\varphi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1,5$	$\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1,5$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 24,05 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 27,3 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma\varphi = 1$	
	$\gamma coes = 1$	
	$\gamma coesND = 1$	

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

Kh = 0 Condizione di carico statica

Kv = 0 Condizione di carico statica

Ka1 = 0,4077 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Müller-Breslau)

Kam = 0,3387(Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 125,592 kN Spinta delle terre

SPq = 107,826 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

Kf = $\tan(\varphi, k) / \gamma\varphi = 0,727$ Coeff. attrito suola - terreno

Kc = 0,5 Coes, k / $\gamma coes = 0$ Coeff. attrito col terreno nei terreni coesivi

i = 8,455 Angolo d'inclinazione del piano di scorrimento ($^\circ$)

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

SPTx = 123,14 kN Componente orizzontale della spinta

SPqx = 105,72 kN Componente dello scorrimento dovuta ai carichi sul terrapieno

Fi_z = 0 kN Forza di inerzia della zavorra

Fi_s = 0 kN Forza di inerzia della suola

Fi_p = 0 kN Forza di inerzia della parete

Fi_d = 0 kN Forza di inerzia del dente

Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

Fx_A = -12 kN Componente dello scorrimento dovuta alle azioni esterne Fx

Fp_F = 0 kN Spinta passiva sulla suola a valle

Fp_D = -0,69 kN Spinta passiva sul dente

FS = 214,06 kN Forza complessiva che genera lo scorrimento

SPTz = 18,98 kN Componente verticale della spinta

SPqz = 9,64 kN Componente verticale della spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

Pp_z = 130,97 kN Peso di calcolo della zavorra

Pp_s = 68 kN Peso di calcolo della suola

Pp_p = 71,75 kN Peso di calcolo della parete

Pp_d = 5,5 kN Peso di calcolo del dente

Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

Fs_Q = 0 kN Carichi permanenti sulla zavorra

Fz_A = 13 kN Componente normale dovuta alle azioni esterne Fz

B = 4,1 m Larghezza della suola

FN = 362,53 kN Forza complessiva normale al piano di scorrimento

FR = FN * Kf + B * Kc = 296,1 kN Forza che impedisce lo scorrimento

$\gamma R = 1,1$ Coeff. R3 Tab. 6.5.I che si applica alle resistenze di progetto

FRred = FR / $\gamma R = 269,18 \text{ kN}$ (FR ridotta col coeff. R3)

VERIFICA

Coeff. di sicurezza Scorrimento

FRred / FS = 1,258

VIII. SCORRIMENTO - CASO SISMA Kv+
verifiche stabilità locale

<< APPROCCIO 2>>

1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$
$\tan(\varphi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1$	$\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma \varphi = 1$	
	$\gamma coes = 1$	
	$\gamma coesND = 1$	

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)

Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))

St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))

$\beta m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC 7.11.6.2.1))

amax = 0,29441952384 (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)

Kh = 0,1118794190592 (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta s \cdot amax$)

Kv = 0,0559397095296 (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot Kh$)

KAE = 0,5977 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)

Kam = 0,4402 (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 145,177 kN Spinta delle terre

SPq = 75,48 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

$K_f = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,727$ Coeff. attrito suola - terreno

$K_c = 0,5 \text{ Coes, k} / \gamma coes = 0$ Coeff. attrito col terreno nei terreni coesivi

i = 8,455 Angolo d'inclinazione del piano di scorrimento ($^\circ$)

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

SPTx = 142,35 kN Componente orizzontale della spinta

SPqx = 74,01 kN Componente dello scorrimento dovuta ai carichi sul terrapieno

Fi_z = 15,47 kN Forza di inerzia della zavorra

Fi_s = 8,03 kN Forza di inerzia della suola

Fi_p = 8,48 kN Forza di inerzia della parete

Fi_d = 0,65 kN Forza di inerzia del dente

Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

Fx_A = -12 kN Componente dello scorrimento dovuta alle azioni esterne Fx

Fp_F = 0 kN Spinta passiva sulla suola a valle

Fp_D = -0,84 kN Spinta passiva sul dente

FS = 233,83 kN Forza complessiva che genera lo scorrimento

SPtz = 28,52 kN Componente verticale della spinta

SPqz = 13,48 kN Componente verticale della spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

Pp_z = 138,29 kN Peso di calcolo della zavorra

Pp_s = 71,8 kN Peso di calcolo della suola

Pp_p = 75,76 kN Peso di calcolo della parete

Pp_d = 5,81 kN Peso di calcolo del dente

Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

Fs_Q = 0 kN Carichi permanenti sulla zavorra

Fz_A = 13 kN Componente normale dovuta alle azioni esterne Fz

B = 4,1 m Larghezza della suola

FN = 393,73 kN Forza complessiva normale al piano di scorrimento

FR = FN * Kf + B * Kc = 321,54 kN Forza che impedisce lo scorrimento

$\gamma R = 1$ Coeff. R3 Tab. 7.11.III che si applica alle resistenze di progetto

FRred = FR / $\gamma R = 321,54 \text{ kN}$ (FR ridotta col coeff. R3)

VERIFICA

Coeff. di sicurezza Scorrimento

FRred / FS = 1,375

VIII. SCORRIMENTO - CASO SISMA Kv-
verifiche stabilità locale

<< APPROCCIO 2>>

1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$ $\tan(\varphi, k) = 0,62$ $P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma G1, sf = 1$ $\gamma G2, sf = 1$ $\gamma Q, sf = 1$ $\gamma G1, f = 1$ $\gamma G2, f = 0,8$ $\gamma Q, f = 0$ $\gamma \varphi = 1$ $\gamma coes = 1$ $\gamma coesND = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$ $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$ $P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
---	---	---

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)
 $\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)
 $\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)
 $\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)
 $\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)
 $S_s = 1,4517728$ (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))
 $S_t = 1,2$ (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))
 $\beta_m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC 7.11.6.2.1))
 $a_{max} = 0,29441952384$ (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot S_s \cdot S_t$)
 $K_h = 0,1118794190592$ (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta_s \cdot a_{max}$)
 $K_v = -0,0559397095296$ (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot K_h$)

KAE = 0,6361 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)
 $K_{am} = 0,4549$ (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 139,978 kN Spinta delle terre

SPq = 71,812 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

$K_f = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,727$ Coeff. attrito suola - terreno
 $K_c = 0,5$ Coef. attrito col terreno nei terreni coesivi
 $i = 8,455$ Angolo d'inclinazione del piano di scorrimento ($^\circ$)

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

SPTx = 137,25 kN Componente orizzontale della spinta
 SPqx = 70,41 kN Componente dello scorrimento dovuta ai carichi sul terrapieno
 $F_{i_z} = 13,83 \text{ kN}$ Forza di inerzia della zavorra
 $F_{i_s} = 7,18 \text{ kN}$ Forza di inerzia della suola
 $F_{i_p} = 7,58 \text{ kN}$ Forza di inerzia della parete
 $F_{i_d} = 0,58 \text{ kN}$ Forza di inerzia del dente
 $F_{i_g} = 0 \text{ kN}$ Forza di inerzia del gradone
 $F_{x_A} = -12 \text{ kN}$ Componente dello scorrimento dovuta alle azioni esterne Fx
 $F_{p_F} = 0 \text{ kN}$ Spinta passiva sulla suola a valle
 $F_{p_D} = -0,86 \text{ kN}$ Spinta passiva sul dente
FS = 221,78 kN Forza complessiva che genera lo scorrimento

SPtz = 27,5 kN Componente verticale della spinta
 SPqz = 12,83 kN Componente verticale della spinta dovuta ai carichi sul terrapieno
 $P_{p_z} = 123,64 \text{ kN}$ Peso di calcolo della zavorra
 $P_{p_s} = 64,2 \text{ kN}$ Peso di calcolo della suola
 $P_{p_p} = 67,74 \text{ kN}$ Peso di calcolo della parete
 $P_{p_d} = 5,19 \text{ kN}$ Peso di calcolo del dente
 $P_{p_g} = 0 \text{ kN}$ Peso di calcolo del gradone
 $F_{s_Q} = 0 \text{ kN}$ Carichi permanenti sulla zavorra
 $F_{z_A} = 13 \text{ kN}$ Componente normale dovuta alle azioni esterne Fz
 $B = 4,1 \text{ m}$ Larghezza della suola
FN = 359,85 kN Forza complessiva normale al piano di scorrimento
FR = FN * Kf + B * Kc = 293,79 kN Forza che impedisce lo scorrimento

$\gamma R = 1$ Coeff. R3 Tab. 7.11.III che si applica alle resistenze di progetto

FRred = FR / $\gamma R = 293,79 \text{ kN}$ (FR ridotta col coeff. R3)

VERIFICA

Coeff. di sicurezza Scorrimento
FRred / FS = 1,325

IX. CARICO LIMITE - CASO STATICO

verifica terreno fondale

<< APPROCCIO 2>>

A1 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$ $\tan(\varphi, k) = 0,62$ $P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma G1, sf = 1,3$ $\gamma G2, sf = 1,5$ $\gamma Q, sf = 1,5$ $\gamma G1, f = 1$ $\gamma G2, f = 0,8$ $\gamma Q, f = 0$ $\gamma \varphi = 1$ $\gamma coes = 1$ $\gamma coesND = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$ $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$ $P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 24,05 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 27,3 \text{ kN/mc}$ $Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
---	---	--

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)
 $\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)
 $\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)
 $\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)
 $\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

Kh = 0 Condizione di carico statica
 Kv = 0 Condizione di carico statica

Ka1 = 0,4077 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Müller-Breslau)
 Kam = 0,3387 (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 125,592 kN Spinta delle terre

SPq = 107,826 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

SPTx = 123,14 kN Componente orizzontale della spinta St
 SPqx = 105,72 kN Componente orizzontale della spinta Sq
 Fi_z = 0 kN Forza di inerzia della zavorra
 Fi_s = 0 kN Forza di inerzia della suola
 Fi_p = 0 kN Forza di inerzia della parete
 Fi_d = 0 kN Forza di inerzia del dente
 Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

bSPtz = 1,74 m (braccio della SPTz)
 bSPqz = 2,85 m (braccio della spinta SPqz)
 bFi_z = 2,79 m (braccio forza di inerzia della zavorra)
 bFi_s = 0,33 m (braccio forza di inerzia della suola)
 bFi_p = 2,55 m (braccio forza di inerzia della parete)
 bFi_d = -0,28 m (braccio forza di inerzia del dente)
 bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

SPTz = 24,67 kN Componente verticale della spinta SPT
 SPqz = 21,18 kN Componente verticale della spinta SPq
 Fs_Q = 0 kN Carichi permanenti sulla zavorra
 Pp_z = 170,26 kN Peso di calcolo della zavorra
 Pp_s = 88,4 kN Peso di calcolo della suola
 Pp_p = 93,28 kN Peso di calcolo della parete
 Pp_d = 7,15 kN Peso di calcolo del dente
 Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

bSPtx = 4,1 m (braccio della SPTx)
 bSPqx = 4,1 m (braccio della SPqx)
 bFp_z = 3,27 m (braccio peso di calcolo della zavorra)
 bFp_s = 2,14 m (braccio peso di calcolo della suola)
 bFp_p = 2,04 m (braccio peso di calcolo della parete)
 bFp_d = 3,9 m (braccio peso di calcolo del dente)
 bFp_g = 0 m (braccio peso di calcolo del gradone)

Fx_A = -12 kN Componente del taglio alla base dovuta alle azioni esterne Fx
 Fz_A = 16,9 kN Componente dell'azione normale alla base dovuta alle azioni esterne Fz

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

Mrib_T = 213,9 kN.m Momento ribaltante dovuto a spinta terre e sistema muro
 Mrib_C = 262,06 kN.m Momento ribaltante dovuto ai carichi sul terrapieno
MR = 475,96 kN.m Momento ribaltante totale
 Mstb_T = 819,77 kN.m Momento stabilizzante dovuto a terrapieno e sistema muro
 Mstb_C = 0 kN.m Momento stabilizzante dovuto ai carichi sul terrapieno
MS = 819,77 kN.m Momento stabilizzante totale
 Mext = -85,55 kN.m Momento dovuto alle forze esterne applicate al muro

Md = MS + |Mext| - MR = 429,36 kN.m Momento di calcolo alla base della suola
Nd = 421,84 kN Azione normale alla base della suola
Td = 216,87 kN Taglio alla base della suola

CALCOLO Qlim CON METODO VESIC

$$q_{lim} = coes \cdot N_c \cdot S_c \cdot D_c \cdot I_c \cdot B_c \cdot G_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot D_q \cdot I_q \cdot B_q \cdot G_q + 0.5 \cdot B_{eff} \cdot \gamma_{soil} \cdot N_g \cdot S_g \cdot D_g \cdot I_g \cdot B_g \cdot G_g + 10 \cdot H_w$$

Fattori capacità portante : $N_q = 37,752$ $N_c = 50,585$ $N_g = 56,311$
 Fattori di forma : $S_q = 3,219$ $S_c = 3,279$ $S_g = -0,221$
 Fattori di profondità : $D_q = 1,04$ $D_c = 1,042$ $D_g = 1$
 Fattori inclinazione carico : $I_q = 0,422$ $I_c = 0,406$ $I_g = 0,205$
 Fattori inclinazione del piano di campagna : $B_q = 1$ $B_c = 1$ $B_g = 1$
 Fattori inclinazione del piano di posa : $G_q = 1$ $G_c = 1$ $G_g = 1$

q = 9,5 kN/mq (Tensione litostatica al piano di posa)
 u = 1,018 m (Md/Nd)
 e = 1,032 m (B/2 - u)
 B_{eff} = 3,05 m (Larghezza efficace della fondazione)

$$q_{lim} = 432,428 \text{ kN/mq} = 0,432 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff} = 1320 \text{ kN/m}$$

$\gamma_R = 1,4$ Coeff. R3 Tab. 6.5.I che si applica alle resistenze di progetto

$$F_{limR} = F_{lim} / \gamma_R = 943,16 \text{ kN (Flim ridotta col coeff. R3)}$$

CALCOLO PRESSIONI SUL TERRENO

Campo eccentricità : $B/6 < e < B/2$

$t = B - 3 \cdot u = 3 \cdot e - B/2 = 1,05 \text{ m}$ (tratto della fondazione in trazione)

$\sigma_{ext} = 2 \cdot N_d / [B_{eff}] = 276,3 \text{ kN/mq} = 0,276 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{int} = 0 \text{ kN/mq} = 0 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{med} = 138,15 \text{ kN/mq} = 0,138 \text{ N/mm}^2$

$$F_{max} = \sigma_{med} \cdot B_{eff} = 422 \text{ kN/m}$$

VERIFICA

Coeff. di sicurezza Carico Limite

$$F_{limR} / F_{max} = 2,236$$

IX. CARICO LIMITE - CASO SISMA Kv+

verifica terreno fondale

<< APPROCCIO 2>>

1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma\varphi = 0,62$
$\tan(\varphi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1$	$\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma\varphi = 1$	
	$\gamma coes = 1$	
	$\gamma coesND = 1$	

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)
 $\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)
 $\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)
 $\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)
 $\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)
 Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))
 St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))
 $\beta m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC 7.11.6.2.1))
 $a_{max} = 0,29441952384$ (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)
 $K_h = 0,1118794190592$ (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta s \cdot a_{max}$)
 $K_v = 0,0559397095296$ (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot K_h$)

KAE = 0,5977 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)
 Kam = 0,4402 (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 145,177 kN Spinta delle terre

SPq = 75,48 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

SPTx = 142,35 kN Componente orizzontale della spinta St
 SPqx = 74,01 kN Componente orizzontale della spinta Sq
 Fi_z = 15,47 kN Forza di inerzia della zavorra
 Fi_s = 8,03 kN Forza di inerzia della suola
 Fi_p = 8,48 kN Forza di inerzia della parete
 Fi_d = 0,65 kN Forza di inerzia del dente
 Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

bSPTz = 1,72 m (braccio della SPTx)
 bSPqz = 2,79 m (braccio della spinta SPqx)
 bFi_z = 2,79 m (braccio forza di inerzia della zavorra)
 bFi_s = 0,33 m (braccio forza di inerzia della suola)
 bFi_p = 2,55 m (braccio forza di inerzia della parete)
 bFi_d = -0,28 m (braccio forza di inerzia del dente)
 bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

SPTz = 28,52 kN Componente verticale della spinta SPT
 SPqz = 14,83 kN Componente verticale della spinta SPq
 Fs_Q = 0 kN Carichi permanenti sulla zavorra
 Pp_z = 138,29 kN Peso di calcolo della zavorra
 Pp_s = 71,8 kN Peso di calcolo della suola
 Pp_p = 75,76 kN Peso di calcolo della parete
 Pp_d = 5,81 kN Peso di calcolo del dente
 Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

bSPTx = 4,1 m (braccio della SPTz)
 bSPqx = 4,1 m (braccio della SPqz)
 bFp_z = 3,27 m (braccio peso di calcolo della zavorra)
 bFp_s = 2,14 m (braccio peso di calcolo della suola)
 bFp_p = 2,04 m (braccio peso di calcolo della parete)
 bFp_d = 3,9 m (braccio peso di calcolo del dente)
 bFp_g = 0 m (braccio peso di calcolo del gradone)

Fx_A = -12 kN Componente del taglio alla base dovuta alle azioni esterne Fx
 Fz_A = 13 kN Componente dell'azione normale alla base dovuta alle azioni esterne Fz

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

Mrib_T = 311,66 kN.m Momento ribaltante dovuto a spinta terre e sistema muro
 Mrib_C = 150,95 kN.m Momento ribaltante dovuto ai carichi sul terrapieno
MR = 462,61 kN.m Momento ribaltante totale
 Mstb_T = 900,4 kN.m Momento stabilizzante dovuto a terrapieno e sistema muro
 Mstb_C = 0 kN.m Momento stabilizzante dovuto ai carichi sul terrapieno
MS = 900,4 kN.m Momento stabilizzante totale
 Mext = -85,55 kN.m Momento dovuto alle forze esterne applicate al muro

Md = MS + |Mext| - MR = 523,34 kN.m Momento di calcolo alla base della suola
Nd = 348,02 kN Azione normale alla base della suola
Td = 236,99 kN Taglio alla base della suola

CALCOLO Qlim CON METODO VESIC

$$q_{lim} = coes \cdot Nc \cdot Sc \cdot Dc \cdot Ic \cdot Bc \cdot Gc + q \cdot Nq \cdot Sq \cdot Dq \cdot Iq \cdot Bq \cdot Gq + 0.5 \cdot Beff \cdot \Gamma_{\text{GammaT}} \cdot Ng \cdot Sg \cdot Dg \cdot Ig \cdot Bg \cdot Gg + 10 \cdot Hw$$

Fattori capacità portante : $Nq = 37,752$ $Nc = 50,585$ $Ng = 56,311$
 Fattori di forma : $Sq = 3,979$ $Sc = 4,06$ $Sg = -0,64$
 Fattori di profondità : $Dq = 1,03$ $Dc = 1,031$ $Dg = 1$
 Fattori inclinazione carico : $Iq = 0,255$ $Ic = 0,235$ $Ig = 0,081$
 Fattori inclinazione del piano di campagna : $Bq = 1$ $Bc = 1$ $Bg = 1$
 Fattori inclinazione del piano di posa : $Gq = 1$ $Gc = 1$ $Gg = 1$

$q = 9,5 \text{ kN/mq}$ (Tensione litostatica al piano di posa)
 $u = 1,504 \text{ m}$ (Md/Nd)
 $e = 0,546 \text{ m}$ (B/2 - u)
 $B_{eff} = B = 4,1 \text{ m}$ (Larghezza efficace della fondazione)

$$q_{lim} = 260,651 \text{ kN/mq} = 0,261 \text{ N/mmq}$$

$$F_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff} = 1069 \text{ kN/m}$$

$\gamma_R = 1,2$ Coeff. R3 Tab. 7.11.III che si applica alle resistenze di progetto

$$F_{limR} = F_{lim} / \gamma_R = 890,56 \text{ kN (Flim ridotta col coeff. R3)}$$

CALCOLO PRESSIONI SUL TERRENO

Campo eccentricità : $e \leq B / 6$

$$B_{eff} = B = 4,1 \text{ m}$$

$$\sigma_{ext} = Nd / (B \cdot 1) \cdot (1 + 6 \cdot e / B) = 152,73 \text{ kN/mq} = 0,153 \text{ N/mmq}$$

$$\sigma_{int} = Nd / (B \cdot 1) \cdot (1 - 6 \cdot e / B) = 17,03 \text{ kN/mq} = 0,017 \text{ N/mmq}$$

$$\sigma_{med} = 84,88 \text{ kN/mq} = 0,085 \text{ N/mmq}$$

$$F_{max} = \sigma_{med} \cdot B_{eff} = 348 \text{ kN/m}$$

VERIFICA

Coeff. di sicurezza Carico Limite

$$F_{limR} / F_{max} = 2,559$$

IX. CARICO LIMITE - CASO SISMA Kv-
verifica terreno fondale
 << APPROCCIO 2>>
 1,00 - M1 - R3

$\varphi, k = 32^\circ$ $\tan(\varphi, k) = 0,62$ $P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma G1, sf = 1$ $\gamma G2, sf = 1$ $\gamma Q, sf = 1$ $\gamma G1, f = 1$ $\gamma G2, f = 0,8$ $\gamma Q, f = 0$ $\gamma \varphi = 1$ $\gamma coes = 1$ $\gamma coesND = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma \varphi = 0,62$ $\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 32^\circ$ $P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$ $P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$ $Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 8 \text{ kN/mq}$ $CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
---	---	---

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)
 $\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)
 $\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)
 $\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)
 $\alpha = 61^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)
 Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))
 St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))
 $\beta m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC 7.11.6.2.1))
 $a_{max} = 0,29441952384$ (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)
 $K_h = 0,1118794190592$ (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta s \cdot a_{max}$)
 $K_v = -0,0559397095296$ (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot K_h$)

KAE = 0,6361 (Coeff. di spinta attiva - Form.la Mononobe e Okabe)
 Kam = 0,4549 (Coeff. di spinta attiva terreno tratto spezzata a monte)

SPT = 139,978 kN Spinta delle terre

SPq = 71,812 kN Spinta dovuta ai carichi sul terrapieno

SPTx = 137,25 kN Componente orizzontale della spinta St
 SPqx = 70,41 kN Componente orizzontale della spinta Sq
 Fi_z = 13,83 kN Forza di inerzia della zavorra
 Fi_s = 7,18 kN Forza di inerzia della suola
 Fi_p = 7,58 kN Forza di inerzia della parete
 Fi_d = 0,58 kN Forza di inerzia del dente
 Fi_g = 0 kN Forza di inerzia del gradone

bSPtz = 1,73 m (braccio della SPTx)
 bSPqz = 2,79 m (braccio della spinta SPqx)
 bFi_z = 2,79 m (braccio forza di inerzia della zavorra)
 bFi_s = 0,33 m (braccio forza di inerzia della suola)
 bFi_p = 2,55 m (braccio forza di inerzia della parete)
 bFi_d = -0,28 m (braccio forza di inerzia del dente)
 bFi_g = 0 m (braccio forza di inerzia del gradone)

SPTz = 27,5 kN Componente verticale della spinta SPT
 SPqz = 14,11 kN Componente verticale della spinta SPq
 Fs_Q = 0 kN Carichi permanenti sulla zavorra
 Pp_z = 123,64 kN Peso di calcolo della zavorra
 Pp_s = 64,2 kN Peso di calcolo della suola
 Pp_p = 67,74 kN Peso di calcolo della parete
 Pp_d = 5,19 kN Peso di calcolo del dente
 Pp_g = 0 kN Peso di calcolo del gradone

bSPtx = 4,1 m (braccio della SPTz)
 bSPqx = 4,1 m (braccio della SPqz)
 bFp_z = 3,27 m (braccio peso di calcolo della zavorra)
 bFp_s = 2,14 m (braccio peso di calcolo della suola)
 bFp_p = 2,04 m (braccio peso di calcolo della parete)
 bFp_d = 3,9 m (braccio peso di calcolo del dente)
 bFp_g = 0 m (braccio peso di calcolo del gradone)

Fx_A = -12 kN Componente del taglio alla base dovuta alle azioni esterne Fx
 Fz_A = 13 kN Componente dell'azione normale alla base dovuta alle azioni esterne Fz

AZIONE VARIABILE PREVALENTE : qVAR

Mrib_T = 297,09 kN.m Momento ribaltante dovuto a spinta terre e sistema muro
 Mrib_C = 143,61 kN.m Momento ribaltante dovuto ai carichi sul terrapieno
MR = 440,7 kN.m Momento ribaltante totale
 Mstb_T = 813,2 kN.m Momento stabilizzante dovuto a terrapieno e sistema muro
 Mstb_C = 0 kN.m Momento stabilizzante dovuto ai carichi sul terrapieno
MS = 813,2 kN.m Momento stabilizzante totale
 Mext = -85,55 kN.m Momento dovuto alle forze esterne applicate al muro

Md = MS + |Mext| - MR = 458,05 kN.m Momento di calcolo alla base della suola
Nd = 315,37 kN Azione normale alla base della suola
Td = 224,84 kN Taglio alla base della suola

CALCOLO Qlim CON METODO VESIC

$$q_{lim} = coes \cdot N_c \cdot Sc \cdot Dc \cdot Ic \cdot Bc \cdot Gc + q \cdot N_q \cdot Sq \cdot Dq \cdot Iq \cdot Bq \cdot Gq + 0.5 \cdot B_{eff} \cdot \Gamma_{\text{GammaT}} \cdot N_g \cdot Sg \cdot Dg \cdot Ig \cdot Bg \cdot Gg + 10 \cdot H_w$$

Fattori capacità portante : $N_q = 37,752$ $N_c = 50,585$ $N_g = 56,311$
 Fattori di forma : $S_q = 3,979$ $S_c = 4,06$ $S_g = -0,64$
 Fattori di profondità : $D_q = 1,03$ $D_c = 1,031$ $D_g = 1$
 Fattori inclinazione carico : $I_q = 0,225$ $I_c = 0,204$ $I_g = 0,065$
 Fattori inclinazione del piano di campagna : $B_q = 1$ $B_c = 1$ $B_g = 1$
 Fattori inclinazione del piano di posa : $G_q = 1$ $G_c = 1$ $G_g = 1$

$q = 9,5 \text{ kN/mq}$ (Tensione litostatica al piano di posa)
 $u = 1,452 \text{ m}$ (Md/Nd)
 $e = 0,598 \text{ m}$ (B/2 - u)
 $B_{eff} = B = 4,1 \text{ m}$ (Larghezza efficace della fondazione)

$$q_{lim} = 239,821 \text{ kN/mq} = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff} = 983 \text{ kN/m}$$

$\gamma_R = 1,2$ Coeff. R3 Tab. 7.11.III che si applica alle resistenze di progetto

$$F_{limR} = F_{lim} / \gamma_R = 819,39 \text{ kN (Flim ridotta col coeff. R3)}$$

CALCOLO PRESSIONI SUL TERRENO

Campo eccentricità : $e \leq B / 6$

$$B_{eff} = B = 4,1 \text{ m}$$

$$\sigma_{ext} = Nd / (B \cdot 1) \cdot (1 + 6 \cdot e / B) = 144,19 \text{ kN/mq} = 0,144 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{int} = Nd / (B \cdot 1) \cdot (1 - 6 \cdot e / B) = 9,65 \text{ kN/mq} = 0,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{med} = 76,92 \text{ kN/mq} = 0,077 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{max} = \sigma_{med} \cdot B_{eff} = 315 \text{ kN/m}$$

VERIFICA

Coeff. di sicurezza Carico Limite

$$F_{limR} / F_{max} = 2,598$$

X. STABILITA' GLOBALE - CASO STATICO

verifiche stabilità globale

<< APPROCCIO 1 - COMBINAZ. 2>>

A2 - M2 - R2 - (NTC 6.5.3.1.1)

$\varphi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\varphi, d) = \tan(\varphi, k) / \gamma\varphi = 0,5$
$\tan(\varphi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1,3$	$\varphi, d = \text{Arctan} [\tan(\varphi, d)] = 26,56^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1,3$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 6,4 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma\varphi = 1,25$	
	$\gamma coes = 1,25$	
	$\gamma coesND = 1,4$	

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 58,28^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \varphi/2)$ nel caso di spinta attiva)

Kh = 0 Condizione di carico statica

Kv = 0 Condizione di carico statica

Azione variabile prevalente : qVAR

LEGENDA

Xc = Coord. X del centro circonferenza (m)

Zc = Coord. Z del centro circonferenza (m)

R = Raggio della circonferenza (m)

MS = $\sum MSi$ Momento stabilizzante totale (kN.m)

MR = $\sum MRi$ Momento ribaltante totale (kN.m)

K

ID	Xc	Zc	R	MS	MR	C
1	0	8,25	9,71	550,73	523,96	1,051
2	0	8,5	9,94	560,82	532,52	1,053
3	0	8,75	10,16	570,96	540,88	1,056
4	0	9	10,39	581,14	549,06	1,058
5	0	9,25	10,62	591,34	556,98	1,062
6	0	9,5	10,85	601,22	562,65	1,069
7	0	9,75	11,09	611,12	568,21	1,076
8	0	10	11,32	621,02	573,67	1,083
9	-0,25	8,25	9,82	550,91	524,49	1,05
10	-0,25	8,5	10,04	560,58	532,91	1,052
11	-0,25	8,75	10,27	570,32	541,13	1,054
12	-0,25	9	10,49	580,11	549,17	1,056
13	-0,25	9,25	10,72	589,95	557,06	1,059
14	-0,25	9,5	10,95	599,75	564,31	1,063
15	-0,25	9,75	11,18	609,31	569,76	1,069
16	-0,25	10	11,41	618,88	575,11	1,076
17	-0,5	8,25	9,93	552,57	524,83	1,053
18	-0,5	8,5	10,15	561,82	533,11	1,054
19	-0,5	8,75	10,38	571,13	541,21	1,055
20	-0,5	9	10,6	580,52	549,13	1,057
21	-0,5	9,25	10,83	589,97	556,89	1,059
22	-0,5	9,5	11,05	599,47	564,5	1,062
23	-0,5	9,75	11,28	608,87	571,13	1,066
24	-0,5	10	11,51	618,1	576,38	1,072
25	-0,75	8,25	10,05	555,74	524,98	1,059
26	-0,75	8,5	10,27	564,54	533,15	1,059
27	-0,75	8,75	10,49	573,43	541,13	1,06
28	-0,75	9	10,71	582,39	548,93	1,061
29	-0,75	9,25	10,93	591,43	556,59	1,063
30	-0,75	9,5	11,16	600,53	564,09	1,065
31	-0,75	9,75	11,38	609,69	571,45	1,067
32	-0,75	10	11,61	618,7	577,49	1,071
33	-1	8,25	10,17	560,44	524,97	1,068
34	-1	8,5	10,39	568,77	533,02	1,067
35	-1	8,75	10,61	577,21	540,89	1,067
36	-1	9	10,83	585,73	548,6	1,068
37	-1	9,25	11,05	594,35	556,15	1,069
38	-1	9,5	11,27	603,04	563,55	1,07
39	-1	9,75	11,49	611,8	570,81	1,072
40	-1	10	11,72	620,63	577,95	1,074
41	-1,25	8,25	10,3	566,68	524,79	1,08
42	-1,25	8,5	10,51	574,53	532,75	1,078
43	-1,25	8,75	10,73	582,5	540,52	1,078
44	-1,25	9	10,95	590,57	548,13	1,077
45	-1,25	9,25	11,17	598,74	555,58	1,078
46	-1,25	9,5	11,39	607,01	562,89	1,078
47	-1,25	9,75	11,61	615,35	570,07	1,079

48	-1,25	10	11,83	623,78	577,11	1,081
49	-1,5	8,25	10,43	574,44	524,42	1,095
50	-1,5	8,5	10,64	581,82	532,33	1,093
51	-1,5	8,75	10,86	589,31	540,02	1,091
52	-1,5	9	11,07	596,91	547,54	1,09
53	-1,5	9,25	11,29	604,63	554,91	1,09
54	-1,5	9,5	11,5	612,45	562,13	1,09
55	-1,5	9,75	11,72	620,37	569,22	1,09
56	-1,5	10	11,94	628,37	576,18	1,091
57	-1,75	8,25	10,57	583,77	523,9	1,114
58	-1,75	8,5	10,78	590,66	531,77	1,111
59	-1,75	8,75	10,99	597,65	539,39	1,108
60	-1,75	9	11,2	604,77	546,83	1,106
61	-1,75	9,25	11,41	612,02	554,12	1,104
62	-1,75	9,5	11,63	619,38	561,26	1,104
63	-1,75	9,75	11,85	626,85	568,27	1,103
64	-1,75	10	12,06	634,42	575,16	1,103

LISTA CONCI
(numerazione a partire dai conci a valle)
Metodo : Fellenius
N° centri : 64

(*) Valori per la superficie di scorrimento col minor coeff. di sicurezza
Centro (X = -0,25 ; Z = 8,25) Raggio r = 9,82 m

LEGENDA

S = Superficie del concio i-esimo (mq)
P = Peso complessivo sul concio i-esimo (kN)
Q = Porzione di carico sul terrapieno che grava sul concio i-esimo (kN)
B(x,z) = Coordinate del baricentro del concio i-esimo (m) nel riferimento globale
bi = Braccio della forza di inerzia del concio i-esimo rispetto al polo (m)
L = Lunghezza del lato inferiore (arco di circonferenza) del concio i-esimo (m)
α = Inclinazione del lato inferiore del concio i-esimo (°)
ui = Pressione idrostatica alla base del concio (kN/mq)
MRi = Momento ribaltante concio i-esimo (kN.m)
MSi = Momento stabilizzante concio i-esimo (kN.m)
MRi = (P + Q) * (1 - Kv) * Sin(α) - P * Kh * bi / r
MSi = c * L + [(P + Q) * (1 - Kv) * Cos(α) - (P * Kh) * Sin(α) - ui * L] * Tan(φ)

ID	S	P	qa	Q	B(x,z)	bi	L	α	ui	MRi	MSi
1	0,246	4,67	0	0	-4,95;-0,18	8,43	1,07	-29,69	0	-2,31	2,23
2	0,68	12,92	0	0	-4,13;-0,38	8,63	1,01	-23,62	0	-5,17	6,51
3	1,007	19,13	0	0	-3,23;-0,55	8,8	0,98	-17,81	0	-5,85	10,01
4	1,238	23,52	0	0	-2,31;-0,67	8,92	0,95	-12,19	0	-4,97	12,64
5	1,382	26,25	0	0	-1,39;-0,74	8,99	0,94	-6,69	0	-3,06	14,34
6	1,442	27,39	0	0	-0,46;-0,78	9,03	0,93	-1,25	0	-0,6	15,06
7	0,775	21,4	6,67	0	0,25;-0,78	9,03	0,5	2,92	0	1,09	11,75
8	0,756	21,87	7,5	0	0,75;-0,76	9,01	0,5	5,85	0	2,23	11,96
9	0,724	22,09	8,33	0	1,25;-0,72	8,97	0,51	8,79	0	3,38	12
10	0,414	24,64	16,78	0	1,65;-0,69	8,94	0,31	11,16	0	4,77	13,29
11	0,395	42,22	34,72	0	1,95;-0,66	8,91	0,31	12,95	0	9,46	22,62
12	0,372	56,08	49	0	2,25;-0,62	8,87	0,31	14,76	0	14,28	29,81
13	0,631	63,01	51,03	14,73	2,68;-0,56	8,81	0,59	17,39	0	23,24	40,79
14	0,519	63,44	53,57	14,73	3,24;-0,46	8,71	0,61	20,9	0	27,88	40,15
15	0,385	63,43	56,12	14,73	3,8;-0,34	8,59	0,62	24,49	0	32,4	39,11
16	3,854	71,31	0	21,92	4,44;2,5	5,75	0,76	28,54	0	44,53	44,13
17	3,778	69,9	0	25,52	5,11;2,85	5,4	0,8	33,11	0	52,11	43,42
18	3,636	67,26	0	25,52	5,78;3,22	5,03	0,85	37,93	0	57,03	40,51
19	3,389	62,7	0	25,52	6,45;3,61	4,64	0,92	43,1	0	60,28	36,75
20	3,034	56,12	0	25,52	7,11;4,04	4,21	1,02	48,76	0	61,39	32,31
21	2,565	47,45	0	25,52	7,78;4,55	3,7	1,18	55,17	0	59,9	27,5
22	1,913	35,39	0	25,52	8,44;5,19	3,06	1,48	62,91	0	54,23	22,74
23	0,764	14,14	0	25,52	9,02;6,02	2,23	2,54	74,64	0	38,24	21,3

VERIFICA

Coeff. di sicurezza a Stabilità globale

$$MS = \sum MSi = 550,906 \text{ kN.m}$$

$$MR = \sum MRi = 524,494 \text{ kN.m}$$

$$MS / MR = 1,05$$

X. STABILITA' GLOBALE - CASO SISMA Kv+

verifiche stabilità globale

<< APPROCCIO 1 - COMBINAZ. 2>>

1,00 - M2 - R2

$\phi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\phi, d) = \tan(\phi, k) / \gamma\phi = 0,5$
$\tan(\phi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1,3$	$\phi, d = \text{Arctan} [\tan(\phi, d)] = 26,56^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1,3$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 6,4 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma\phi = 1,25$	
	$\gamma coes = 1,25$	
	$\gamma coesND = 1,4$	

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 58,28^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \phi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)

Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))

St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))

$\beta m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC Tabella 7.11.II))

amax = 0,29441952384 (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)

Kh = 0,1118794190592 (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta s \cdot amax$)

Kv = 0,0559397095296 (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot Kh$)

Azione variabile prevalente : qVAR

LEGENDA

Xc = Coord. X del centro circonferenza (m)

Zc = Coord. Z del centro circonferenza (m)

R = Raggio della circonferenza (m)

MS = $\sum MSi$ Momento stabilizzante totale (kN.m)

MR = $\sum MRi$ Momento ribaltante totale (kN.m)

K

ID	Xc	Zc	R	MS	MR	C
1	0	8,25	9,71	503,39	423,58	1,188
2	0	8,5	9,94	512,73	430,27	1,192
3	0	8,75	10,16	522,11	436,77	1,195
4	0	9	10,39	531,55	443,09	1,2
5	0	9,25	10,62	541	449,15	1,205
6	0	9,5	10,85	550,17	453,08	1,214
7	0	9,75	11,09	559,34	456,91	1,224
8	0	10	11,32	568,52	460,63	1,234
9	-0,25	8,25	9,82	503,37	423,18	1,189
10	-0,25	8,5	10,04	512,33	429,8	1,192
11	-0,25	8,75	10,27	521,34	436,22	1,195
12	-0,25	9	10,49	530,41	442,48	1,199
13	-0,25	9,25	10,72	539,54	448,57	1,203
14	-0,25	9,5	10,95	548,63	454,05	1,208
15	-0,25	9,75	11,18	557,49	457,83	1,218
16	-0,25	10	11,41	566,36	461,51	1,227
17	-0,5	8,25	9,93	504,77	422,38	1,195
18	-0,5	8,5	10,15	513,33	428,94	1,197
19	-0,5	8,75	10,38	521,96	435,31	1,199
20	-0,5	9	10,6	530,65	441,51	1,202
21	-0,5	9,25	10,83	539,41	447,54	1,205
22	-0,5	9,5	11,05	548,22	453,43	1,209
23	-0,5	9,75	11,28	556,94	458,37	1,215
24	-0,5	10	11,51	565,5	462,02	1,224
25	-0,75	8,25	10,05	507,61	421,2	1,205
26	-0,75	8,5	10,27	515,75	427,71	1,206
27	-0,75	8,75	10,49	523,97	434,03	1,207
28	-0,75	9	10,71	532,27	440,18	1,209
29	-0,75	9,25	10,93	540,65	446,17	1,212
30	-0,75	9,5	11,16	549,09	452,02	1,215
31	-0,75	9,75	11,38	557,59	457,72	1,218
32	-0,75	10	11,61	565,95	462,16	1,225
33	-1	8,25	10,17	511,89	419,64	1,22
34	-1	8,5	10,39	519,6	426,11	1,219
35	-1	8,75	10,61	527,4	432,39	1,22
36	-1	9	10,83	535,3	438,51	1,221
37	-1	9,25	11,05	543,28	444,46	1,222
38	-1	9,5	11,27	551,33	450,27	1,224
39	-1	9,75	11,49	559,46	455,94	1,227
40	-1	10	11,72	567,65	461,48	1,23
41	-1,25	8,25	10,3	517,64	417,7	1,239
42	-1,25	8,5	10,51	524,9	424,14	1,238
43	-1,25	8,75	10,73	532,27	430,4	1,237

44	-1,25	9	10,95	539,74	436,49	1,237
45	-1,25	9,25	11,17	547,3	442,42	1,237
46	-1,25	9,5	11,39	554,96	448,2	1,238
47	-1,25	9,75	11,61	562,7	453,85	1,24
48	-1,25	10	11,83	570,51	459,36	1,242
49	-1,5	8,25	10,43	524,85	415,37	1,264
50	-1,5	8,5	10,64	531,66	421,83	1,26
51	-1,5	8,75	10,86	538,57	428,07	1,258
52	-1,5	9	11,07	545,61	434,14	1,257
53	-1,5	9,25	11,29	552,75	440,05	1,256
54	-1,5	9,5	11,5	559,99	445,81	1,256
55	-1,5	9,75	11,72	567,32	451,44	1,257
56	-1,5	10	11,94	574,74	456,93	1,258
57	-1,75	8,25	10,57	533,54	412,68	1,293
58	-1,75	8,5	10,78	539,88	419,17	1,288
59	-1,75	8,75	10,99	546,34	425,4	1,284
60	-1,75	9	11,2	552,92	431,45	1,282
61	-1,75	9,25	11,41	559,62	437,35	1,28
62	-1,75	9,5	11,63	566,43	443,1	1,278
63	-1,75	9,75	11,85	573,35	448,72	1,278
64	-1,75	10	12,06	580,36	454,2	1,278

LISTA CONCI
(numerazione a partire dai conchi a valle)
Metodo : Fellenius
N° centri : 64

(* Valori per la superficie di scorrimento col minor coeff. di sicurezza
Centro (X = 0 ; Z = 8,25) Raggio r = 9,71 m

LEGENDA

S = Superficie del conchio i-esimo (mq)
P = Peso complessivo sul conchio i-esimo (kN)
Q = Porzione di carico sul terrapieno che grava sul conchio i-esimo (kN)
B(x,z) = Coordinate del baricentro del conchio i-esimo (m) nel riferimento globale
bi = Braccio della forza di inerzia del conchio i-esimo rispetto al polo (m)
L = Lunghezza del lato inferiore (arco di circonferenza) del conchio i-esimo (m)
α = Inclinazione del lato inferiore del conchio i-esimo (°)
ui = Pressione idrostatica alla base del conchio (kN/mq)
MRi = Momento ribaltante conchio i-esimo (kN.m)
MSi = Momento stabilizzante conchio i-esimo (kN.m)
MRi = (P + Q) * (1 - Kv) * Sin(α) - P * Kh * bi / r
MSi = c * L + [(P + Q) * (1 - Kv) * Cos(α) - (P * Kh) * Sin(α) - ui * L] * Tan(φ)

ID	S	P	qa	Q	B(x,z)	bi	L	α	ui	MRi	MSi
1	0,201	3,82	0	0	-4,55;-0,16	8,41	0,97	-28,93	0	-2,11	1,85
2	0,559	10,62	0	0	-3,8;-0,34	8,59	0,93	-23,32	0	-5,02	5,32
3	0,833	15,83	0	0	-2,97;-0,49	8,74	0,9	-17,93	0	-6,2	8,12
4	1,033	19,63	0	0	-2,12;-0,61	8,86	0,87	-12,7	0	-6,08	10,2
5	1,163	22,1	0	0	-1,27;-0,68	8,93	0,86	-7,58	0	-5,03	11,55
6	1,228	23,33	0	0	-0,42;-0,72	8,97	0,85	-2,52	0	-3,38	12,16
7	0,726	20,46	6,67	0	0,25;-0,73	8,98	0,5	1,48	0	-1,62	10,58
8	0,713	21,05	7,5	0	0,75;-0,71	8,96	0,5	4,43	0	-0,64	10,79
9	0,687	21,39	8,33	0	1,25;-0,69	8,94	0,5	7,4	0	0,4	10,84
10	0,395	24,28	16,78	0	1,65;-0,66	8,91	0,3	9,79	0	1,4	12,16
11	0,378	41,9	34,72	0	1,95;-0,63	8,88	0,31	11,59	0	3,66	20,78
12	0,358	55,8	49	0	2,25;-0,6	8,85	0,31	13,4	0	6,52	27,38
13	0,609	62,6	51,03	14,73	2,68;-0,54	8,79	0,59	16,05	0	13,85	37,51
14	0,506	63,19	53,57	14,73	3,24;-0,45	8,7	0,6	19,57	0	18,3	36,8
15	0,38	63,34	56,12	14,73	3,8;-0,34	8,59	0,62	23,16	0	22,72	35,72
16	3,965	73,35	0	22,61	4,44;2,5	5,75	0,78	27,27	0	36,65	41,75
17	3,898	72,11	0	26,21	5,13;2,85	5,4	0,81	31,96	0	44,65	40,89
18	3,758	69,53	0	26,21	5,82;3,22	5,03	0,86	36,91	0	50,25	37,91
19	3,509	64,91	0	26,21	6,51;3,61	4,64	0,93	42,2	0	54,31	34,16
20	3,148	58,23	0	26,21	7,2;4,04	4,21	1,03	47,99	0	56,41	29,84
21	2,668	49,37	0	26,21	7,88;4,55	3,7	1,19	54,55	0	56,02	25,29
22	1,997	36,94	0	26,21	8,56;5,2	3,05	1,49	62,47	0	51,57	21,01
23	0,8	14,8	0	26,21	9,16;6,04	2,21	2,59	74,53	0	36,94	20,78

VERIFICA
Coeff. di sicurezza a Stabilità globale
MS = Σ MSi = 503,387 kN.m
MR = Σ MRi = 423,582 kN.m
MS / MR = 1,188

X. STABILITA' GLOBALE - CASO SISMA Kv-
verifiche stabilità globale

<< APPROCCIO 1 - COMBINAZ. 2>>

1,00 - M2 - R2

$\phi, k = 32^\circ$	$\gamma G1, sf = 1$	$\tan(\phi, d) = \tan(\phi, k) / \gamma\phi = 0,5$
$\tan(\phi, k) = 0,62$	$\gamma G2, sf = 1,3$	$\phi, d = \text{Arctan} [\tan(\phi, d)] = 26,56^\circ$
$P_{spec, k} = 18,5 \text{ kN/mc}$	$\gamma Q, sf = 1,3$	$P_{spec, d} = P_{spec, k} \cdot \gamma G1 = 18,5 \text{ kN/mc}$
$P_{specSat, k} = 21 \text{ kN/mc}$	$\gamma G1, f = 1$	$P_{specSat, d} = P_{specSat, k} \cdot \gamma G1 = 21 \text{ kN/mc}$
$Coes, k = 8 \text{ kN/mq}$	$\gamma G2, f = 0,8$	$Coes, d = Coes, k / \gamma coes = 6,4 \text{ kN/mq}$
$CoesND, k = 0 \text{ kN/mq}$	$\gamma Q, f = 0$	$CoesND, d = CoesND, k / \gamma coesND = 0 \text{ kN/mq}$
	$\gamma\phi = 1,25$	
	$\gamma coes = 1,25$	
	$\gamma coesND = 1,4$	

Parametri di calcolo

Ht = 578 cm (altezza paramento di calcolo)

$\delta = 11,33^\circ$ (angolo attrito interfaccia terreno-muro)

$\epsilon = 23,2^\circ$ (inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale)

$\beta = 0^\circ$ (inclinazione del paramento rispetto alla verticale)

$\alpha = 58,28^\circ$ (inclinazione piano di rottura pari a $(\pi/4 + \phi/2)$ nel caso di spinta attiva)

agg = 0,169 (Accelerazione orizzontale di riferimento per il sito ag/g)

Ss = 1,4517728 (Coeff. di amplificaz. stratigrafica (NTC Tabella 3.2.II))

St = 1,2 (Coeff. di amplificaz. topografica (NTC Tabella 3.2.IV))

$\beta_m = 0,38$ (Coeff. riduzione acceler. massima (NTC Tabella 7.11.II))

amax = 0,29441952384 (Accel. orizzontale massima di progetto per il sito = $agg \cdot Ss \cdot St$)

Kh = 0,1118794190592 (Coeff. sismico per la componente orizzontale = $\beta_s \cdot amax$)

Kv = -0,0559397095296 (Coeff. sismico per la componente verticale = $0,5 \cdot Kh$)

Azione variabile prevalente : qVAR

LEGENDA

Xc = Coord. X del centro circonferenza (m)

Zc = Coord. Z del centro circonferenza (m)

R = Raggio della circonferenza (m)

MS = $\sum MS_i$ Momento stabilizzante totale (kN.m)

MR = $\sum MR_i$ Momento ribaltante totale (kN.m)

K

ID	Xc	Zc	R	MS	MR	C
1	0	8,25	9,71	558,06	482,2	1,157
2	0	8,5	9,94	568,41	489,85	1,16
3	0	8,75	10,16	578,82	497,28	1,164
4	0	9	10,39	589,28	504,52	1,168
5	0	9,25	10,62	599,76	511,46	1,173
6	0	9,5	10,85	609,91	516,03	1,182
7	0	9,75	11,09	620,08	520,48	1,191
8	0	10	11,32	630,25	524,82	1,201
9	-0,25	8,25	9,82	558,17	481,86	1,158
10	-0,25	8,5	10,04	568,09	489,42	1,161
11	-0,25	8,75	10,27	578,08	496,76	1,164
12	-0,25	9	10,49	588,14	503,92	1,167
13	-0,25	9,25	10,72	598,25	510,89	1,171
14	-0,25	9,5	10,95	608,32	517,18	1,176
15	-0,25	9,75	11,18	618,13	521,57	1,185
16	-0,25	10	11,41	627,97	525,85	1,194
17	-0,5	8,25	9,93	559,85	481,1	1,164
18	-0,5	8,5	10,15	569,33	488,58	1,165
19	-0,5	8,75	10,38	578,89	495,86	1,167
20	-0,5	9	10,6	588,52	502,94	1,17
21	-0,5	9,25	10,83	598,22	509,85	1,173
22	-0,5	9,5	11,05	607,99	516,59	1,177
23	-0,5	9,75	11,28	617,65	522,27	1,183
24	-0,5	10	11,51	627,13	526,5	1,191
25	-0,75	8,25	10,05	563,13	479,94	1,173
26	-0,75	8,5	10,27	572,15	487,36	1,174
27	-0,75	8,75	10,49	581,26	494,57	1,175
28	-0,75	9	10,71	590,45	501,6	1,177
29	-0,75	9,25	10,93	599,73	508,44	1,18
30	-0,75	9,5	11,16	609,08	515,13	1,182
31	-0,75	9,75	11,38	618,5	521,65	1,186
32	-0,75	10	11,61	627,75	526,77	1,192
33	-1	8,25	10,17	568,03	478,37	1,187
34	-1	8,5	10,39	576,56	485,74	1,187
35	-1	8,75	10,61	585,2	492,91	1,187
36	-1	9	10,83	593,94	499,88	1,188
37	-1	9,25	11,05	602,78	506,68	1,19
38	-1	9,5	11,27	611,7	513,32	1,192
39	-1	9,75	11,49	620,7	519,8	1,194
40	-1	10	11,72	629,77	526,14	1,197
41	-1,25	8,25	10,3	574,56	476,42	1,206
42	-1,25	8,5	10,51	582,59	483,75	1,204
43	-1,25	8,75	10,73	590,74	490,88	1,203

44	-1,25	9	10,95	599,01	497,81	1,203
45	-1,25	9,25	11,17	607,39	504,58	1,204
46	-1,25	9,5	11,39	615,87	511,18	1,205
47	-1,25	9,75	11,61	624,43	517,62	1,206
48	-1,25	10	11,83	633,08	523,93	1,208
49	-1,5	8,25	10,43	582,71	474,05	1,229
50	-1,5	8,5	10,64	590,24	481,39	1,226
51	-1,5	8,75	10,86	597,9	488,49	1,224
52	-1,5	9	11,07	605,68	495,4	1,223
53	-1,5	9,25	11,29	613,58	502,13	1,222
54	-1,5	9,5	11,5	621,59	508,7	1,222
55	-1,5	9,75	11,72	629,71	515,12	1,222
56	-1,5	10	11,94	637,92	521,39	1,223
57	-1,75	8,25	10,57	592,52	471,29	1,257
58	-1,75	8,5	10,78	599,53	478,66	1,253
59	-1,75	8,75	10,99	606,67	485,75	1,249
60	-1,75	9	11,2	613,95	492,63	1,246
61	-1,75	9,25	11,41	621,36	499,35	1,244
62	-1,75	9,5	11,63	628,9	505,9	1,243
63	-1,75	9,75	11,85	636,55	512,3	1,243
64	-1,75	10	12,06	644,31	518,55	1,243

LISTA CONCI
(numerazione a partire dai conchi a valle)
Metodo : Fellenius
N° centri : 64

(*) Valori per la superficie di scorrimento col minor coeff. di sicurezza
Centro (X = 0 ; Z = 8,25) Raggio r = 9,71 m

LEGENDA

S = Superficie del conchio i-esimo (mq)
P = Peso complessivo sul conchio i-esimo (kN)
Q = Porzione di carico sul terrapieno che grava sul conchio i-esimo (kN)
B(x,z) = Coordinate del baricentro del conchio i-esimo (m) nel riferimento globale
bi = Braccio della forza di inerzia del conchio i-esimo rispetto al polo (m)
L = Lunghezza del lato inferiore (arco di circonferenza) del conchio i-esimo (m)
α = Inclinazione del lato inferiore del conchio i-esimo (°)
ui = Pressione idrostatica alla base del conchio (kN/mq)
MRi = Momento ribaltante conchio i-esimo (kN.m)
MSi = Momento stabilizzante conchio i-esimo (kN.m)
MRi = (P + Q) * (1 - Kv) * Sin(α) - P * Kh * bi / r
MSi = c * L + [(P + Q) * (1 - Kv) * Cos(α) - (P * Kh) * Sin(α) - ui * L] * Tan(φ)

ID	S	P	qa	Q	B(x,z)	bi	L	α	ui	MRi	MSi
1	0,201	3,82	0	0	-4,55;-0,16	8,41	0,97	-28,93	0	-2,32	2,05
2	0,559	10,62	0	0	-3,8;-0,34	8,59	0,93	-23,32	0	-5,49	5,92
3	0,833	15,83	0	0	-2,97;-0,49	8,74	0,9	-17,93	0	-6,74	9,04
4	1,033	19,63	0	0	-2,12;-0,61	8,86	0,87	-12,7	0	-6,56	11,38
5	1,163	22,1	0	0	-1,27;-0,68	8,93	0,86	-7,58	0	-5,35	12,9
6	1,228	23,33	0	0	-0,42;-0,72	8,97	0,85	-2,52	0	-3,49	13,59
7	0,726	20,46	6,67	0	0,25;-0,73	8,98	0,5	1,48	0	-1,56	11,84
8	0,713	21,05	7,5	0	0,75;-0,71	8,96	0,5	4,43	0	-0,46	12,08
9	0,687	21,39	8,33	0	1,25;-0,69	8,94	0,5	7,4	0	0,71	12,14
10	0,395	24,28	16,78	0	1,65;-0,66	8,91	0,3	9,79	0	1,87	13,64
11	0,378	41,9	34,72	0	1,95;-0,63	8,88	0,31	11,59	0	4,6	23,31
12	0,358	55,8	49	0	2,25;-0,6	8,85	0,31	13,4	0	7,97	30,71
13	0,609	62,6	51,03	14,73	2,68;-0,54	8,79	0,59	16,05	0	16,24	42,08
14	0,506	63,19	53,57	14,73	3,24;-0,45	8,7	0,6	19,57	0	21,22	41,32
15	0,38	63,34	56,12	14,73	3,8;-0,34	8,59	0,62	23,16	0	26,16	40,14
16	3,965	73,35	0	22,61	4,44;2,5	5,75	0,78	27,27	0	41,57	46,32
17	3,898	72,11	0	26,21	5,13;2,85	5,4	0,81	31,96	0	50,47	45,36
18	3,758	69,53	0	26,21	5,82;3,22	5,03	0,86	36,91	0	56,68	42,01
19	3,509	64,91	0	26,21	6,51;3,61	4,64	0,93	42,2	0	61,16	37,77
20	3,148	58,23	0	26,21	7,2;4,04	4,21	1,03	47,99	0	63,43	32,87
21	2,668	49,37	0	26,21	7,88;4,55	3,7	1,19	54,55	0	62,91	27,64
22	1,997	36,94	0	26,21	8,56;5,2	3,05	1,49	62,47	0	57,83	22,57
23	0,8	14,8	0	26,21	9,16;6,04	2,21	2,59	74,53	0	41,36	21,37

VERIFICA
Coeff. di sicurezza a Stabilità globale
MS = Σ MSi = 558,063 kN.m
MR = Σ MRi = 482,203 kN.m
MS / MR = 1,157

XI. VERIFICA STRUTTURALE PARETE

MATERIALI

CALCESTRUZZO

TIPO : C25/30

 $\rho = 25000 \text{ N/mc}$ $\gamma_C = 1,5$ $f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$ $E = 31447 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0,2$ $G = 13101 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctd} = 1,71 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{c0} = 0,002$ $\epsilon_{cu} = 0,0035$

TIPO DIAGRAMMA = PARABOLA RETTANGOLO

ACCIAIO

TIPO : B450 C

 $\rho = 78500 \text{ N/mc}$ $\gamma_S = 1,15$ $f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$ $E = 200000 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{yd} = -0,00196$ $\epsilon_{su} = -0,0675$

TIPO DIAGRAMMA = ELASTICO PERFETTAMENTE PLASTICO

PARAMETRI

n° Sezioni Verifica = 4

Copriferro = 3 cm

% armatura minima = 0,13 %

VERIFICA

LEGENDA :

ID : ID della sezione di verifica

z : Quota z (cm) della sezione di verifica a partire dallo spiccatto di fondazione

B : Base della sezione (cm); fissa per tutte = 100 cm

H : Altezza della sezione (cm) alla quota di verifica z

N : Azione Normale (kN) nella sezione di verifica; + se di compressione

T : Azione Taglio (kN) nella sezione di verifica

M : Momento (kN.m) nella sezione di verifica; + se tende le fibre a monte

TR : Taglio Resistente (kN)

MR(N) : Momento Resistente (kN.m); funzione di N nella verifica a pressoflessione

T/TR : Coeff. sicurezza a Taglio; verificato se < 1

M/MR : Coeff. sicurezza a Momento; verificato se < 1

As,min : Armatura minima nella sezione (cmq) pari a 0,13% B . d(altezza utile)

As : Armatura di progetto nella sezione (cmq)

 ϵ_C : Deformazione massima nel CLS compresso σ_C : Tensione massima nel CLS compresso (N/mm²) ϵ_S : Deformazione massima nell'ACCIAIO σ_S : Tensione massima nell'ACCIAIO (N/mm²) - Negativa se di trazione

Campo : Campo di rottura

VERIFICA STRUTTURALE PARETE

ID	z	B	H	N	T	M	TR	MR(N)	T/TR	M/MR	As,min	As	ϵ_C	σ_C	ϵ_S	σ_S	campo
1	0	100	90	128,32	68,05	51,69	281,32	262,17	0,24	0,2	11,7	12,32	0,0026	14,11	-0,0675	-391,3	2
2	136,67	100	77	81,67	19,96	-17,67	246,91	-204,95	0,08	0,09	9,97	12,32	0,0029	14,11	-0,0675	-391,3	2
3	273,33	100	63	44,88	-8,46	-23,28	214,66	-156,83	0,04	0,15	8,23	12,32	0,0033	14,11	-0,0675	-391,3	2
4	410	100	50	16,9	-22,5	0	185,04	115,51	0,12	0	6,5	12,32	0,0035	14,11	-0,0576	-391,3	3

XII. VERIFICA STRUTTURALE SUOLA

MATERIALI

CALCESTRUZZO

TIPO : C25/30

 $\rho = 25000 \text{ N/mc}$ $\gamma_C = 1,5$ $f_{cd} = 14,11 \text{ N/mm}^2$ $E = 31447 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0,2$ $G = 13101 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctd} = 1,71 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{c0} = 0,002$ $\epsilon_{cu} = 0,0035$

TIPO DIAGRAMMA = PARABOLA RETTANGOLO

ACCIAIO

TIPO : B450 C

 $\rho = 78500 \text{ N/mc}$ $\gamma_S = 1,15$ $f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$ $E = 200000 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{yd} = -0,00196$ $\epsilon_{su} = -0,0675$

TIPO DIAGRAMMA = ELASTICO PERFETTAMENTE PLASTICO

PARAMETRI

n° Sezioni Verifica = 4

Copriferro = 3 cm

% armatura minima = 0,13 %

VERIFICA

LEGENDA :

ID : ID della sezione di verifica

z : Coordinata x (cm) della sezione di verifica a partire dal vertice basso sinistro della suola a valle

B : Base della sezione (cm); fissa per tutte = 100 cm

H : Altezza della sezione (cm) alla coordinata di verifica

T : Azione Taglio (kN) nella sezione di verifica

M : Momento (kN.m) nella sezione di verifica; + se tende le fibre a monte

TR : Taglio Resistente (kN)

MR : Momento Resistente (kN.m); nella verifica a flessione

T/TR : Coeff. sicurezza a Taglio; verificato se < 1

M/MR : Coeff. sicurezza a Momento; verificato se < 1

As,min : Armatura minima nella sezione (cmq) pari a 0,13% B . d(altezza utile)

As : Armatura di progetto nella sezione (cmq)

 ϵ_C : Deformazione massima nel CLS compresso σ_C : Tensione massima nel CLS compresso (N/mm²) ϵ_S : Deformazione massima nell'ACCIAIO σ_S : Tensione massima nell'ACCIAIO (N/mm²) - Negativa se di trazione

Campo : Campo di rottura

VERIFICA STRUTTURALE SUOLA ESTERNA (A VALLE)

ID	x	B	H	T	M	TR	MR(N)	T/TR	M/MR	As,min	As	ϵ_C	σ_C	ϵ_S	σ_S	campo
1	0	100	50	0	0	182,66	-179,17	0	0	6,5	20,11	0,0035	14,11	-0,0487	-391,3	3
2	50	100	57	118,17	30,49	195,22	205,39	0,61	0,15	7,37	20,11	0,0035	14,11	-0,0561	-391,3	3
3	100	100	63	212,64	114,13	208,25	231,62	1,02	0,49	8,23	20,11	0,0035	14,11	-0,0635	-391,3	3
4	150	100	70	283,4	239,08	221,58	257,82	1,28	0,93	9,1	20,11	0,0033	14,11	-0,0675	-391,3	2

VERIFICA STRUTTURALE SUOLA INTERNA (A MONTE - LATO TERRAPIENO)

ID	x	B	H	T	M	TR	MR(N)	T/TR	M/MR	As,min	As	ϵ_C	σ_C	ϵ_S	σ_S	campo
1	240	100	70	-189,61	-173,38	221,58	-257,82	0,86	0,67	9,1	20,11	0,0033	14,11	-0,0675	-391,3	2
2	296,67	100	70	-138,95	-78,92	221,58	-257,82	0,63	0,31	9,1	20,11	0,0033	14,11	-0,0675	-391,3	2
3	353,33	100	70	-69,64	-19,73	221,58	-257,82	0,31	0,08	9,1	20,11	0,0033	14,11	-0,0675	-391,3	2
4	410	100	70	0	0	221,58	257,82	0	0	9,1	20,11	0,0033	14,11	-0,0675	-391,3	2

VERIFICA STRUTTURALE DENTE o SPERONE

ID	x	B	H	T	M	TR	MR	T/TR	M/MR	As,min	As	ϵ_C	σ_C	ϵ_S	σ_S	campo
1	-	100	40	66,52	18,29	165,23	80,88	0,4	0,23	5,2	11,31	0,0035	14,11	-0,0473	-391,3	3