



# Provincia di Chieti

Miglioramento al tracciato planimetrico della S.P. ex S.S.84 "Frentana"  
in agro del Comune di Casoli  
( tratto Ospedale Civile - Centro Urbano)

## PROGETTO ESECUTIVO

Allegato:

4

Elaborato:

Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti

Committente:

Provincia di Chieti, Settore ME - Viabilità e Trasporti

Progettista e DD.LL.:

Arch. Umberto Di Renzo  
Via Spaventa, 29 - 66100 Chieti  
Tel./Fax 0871-271006  
Cell. 340/3908547  
C.F. DRNMRT71B19E243N  
P.IVA 01965870692



Spazio riservato all'ufficio

DATA DI PRESENTAZIONE: \_\_\_\_\_

NOTE: \_\_\_\_\_

## RELAZIONE DI CALCOLO

### PARATIE

### MURI DI SOSTEGNO

#### **PREMESSA**

Con Determina Dirigenziale del settore 6 n.° 56 del 19.01.2011 la Provincia di Chieti a deliberato 'lavori di sistemazione SP ex. SS 84 centro abitato di Casoli'.

La presente verifica del tipo di fondazione da proporre è stata preceduta da uno studio geologico eseguito dal *Dr. Geol. Antonio Carabella*. Tali esami si ritengono esaustivi al fine di avere tutti gli elementi necessari per la verifica delle opere di fondazione.

#### **DESCRIZIONE DELL'OPERA DA REALIZZARE:**

**Miglioramento al tracciato planimetrico della S.P. ex S.S. 84 "Frentana" in agro del Comune di Casoli (tratto Ospedale Civile – Centro Urbano).**

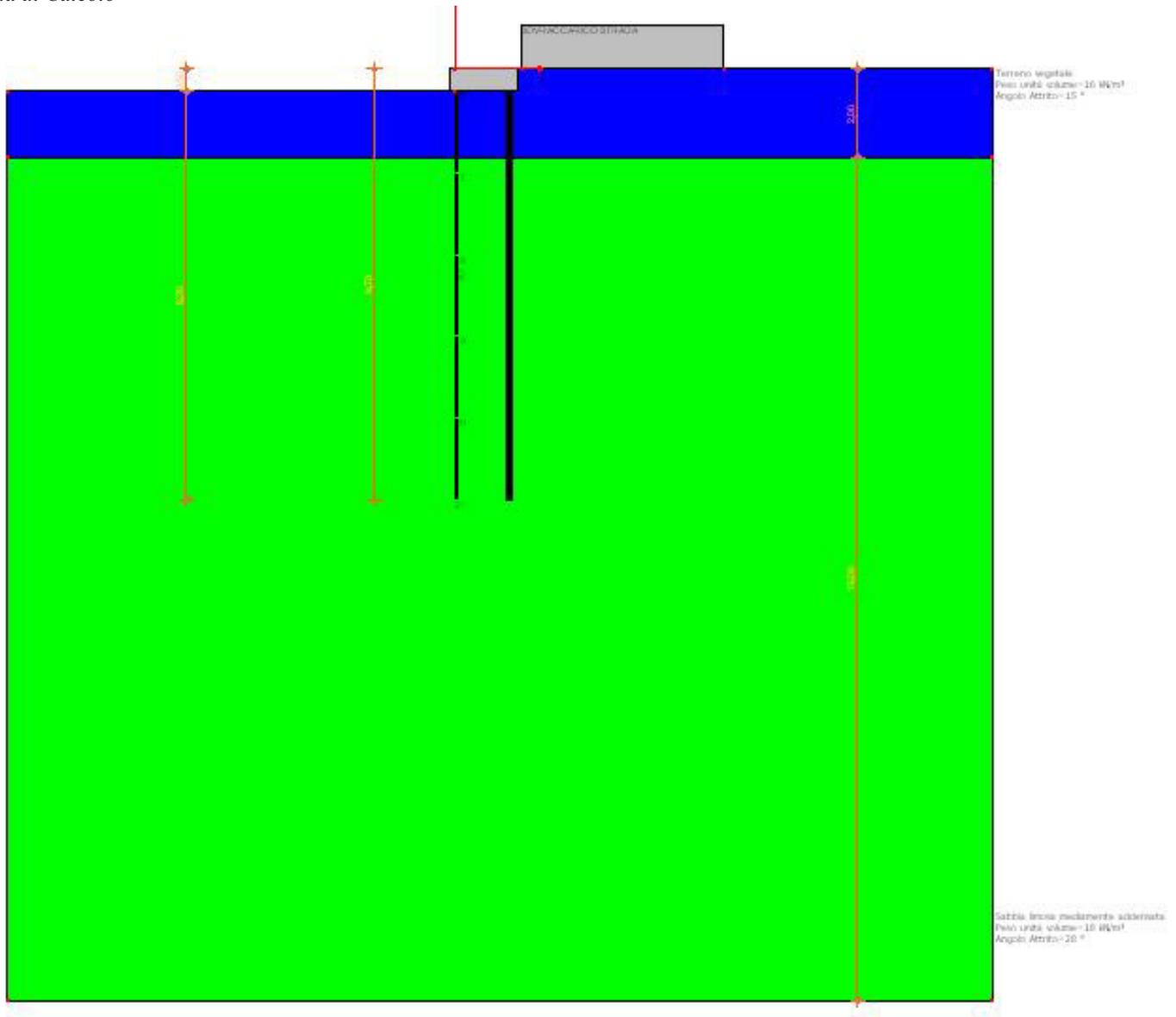
#### **Carichi e coefficienti**

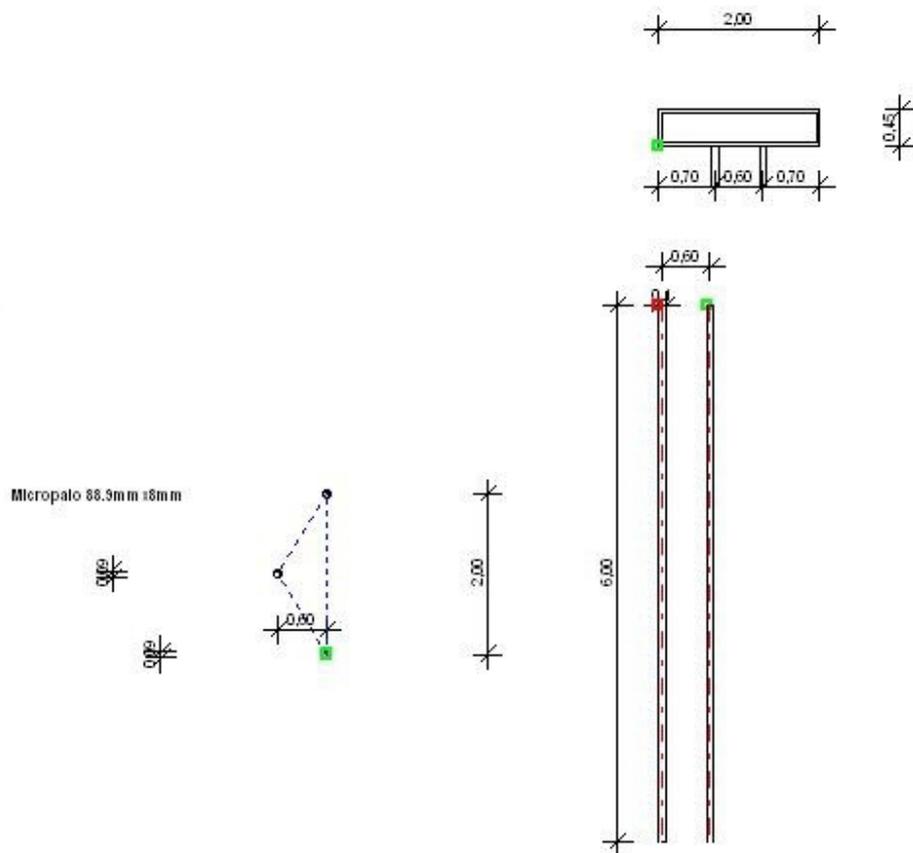
##### **PARAMETRI GENERALI DI CALCOLO ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEL SISMA**

Caratterizzazione del terreno	<b>Tipo B</b>
Categoria topografica	<b>T1</b>
Tipo d'opera	<b>2 (oper infrastrutturali di importanza normale)</b>
Vn	<b>75 anni</b>
Classe d'uso	<b>III</b>
Tipo di analisi	<b>Lineare statica</b>
Località	<b>CASOLI (CH)</b>
Coordinate geografiche in accordo con le	mappe di pericolosità sismica INGV:
Latitudine (deg)	<b>42° ,12</b>
Longitudine (deg)	<b>14° ,29</b>
Classe di duttilità	<b>"CD B"</b>

PARATIA  
CON CORDOLO TIPO A

*Schema di Calcolo*





### Analisi dei carichi

Strato di base	
Starto di Binder	
Srtrato manto di usura	150Kg/mq
<u>Sovvraccarico stradale</u>	<u>1850kg/mq</u>
	2000kg/mq

### Introduzione.

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidità del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);

Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

### Tipi di paratie.

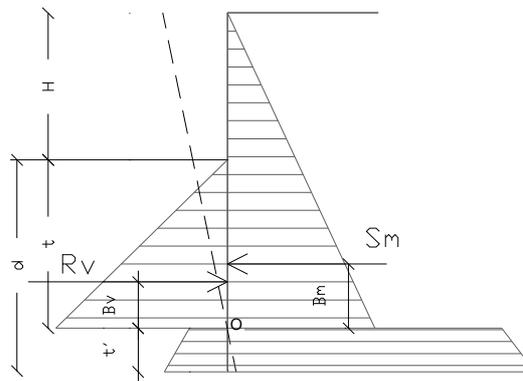
I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

1. Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
2. Paratie di legno;
3. Paratie in acciaio.

### Analisi della paratia.

#### Alcune considerazioni preliminari.

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidità del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:



**Figura 1: Schema delle pressioni agenti sulla paratia**

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo di Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un'opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno  $k_s$ , oltre che la spinta attiva e passiva del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. È inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

1. Angolo di attrito interno del terreno;
2. Coesione del terreno;
3. Peso dell'unità di volume del terreno;
4. Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

### Calcolo delle spinte.

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

### Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

#### Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad 1/3 di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con  $k_a$  il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta - \delta) \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta - \phi - \varepsilon) \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

$\gamma_t$  = Peso unità di volume del terreno;

$\beta$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$\phi$  = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$\delta$  = Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

$\varepsilon$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

#### Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{Coulomb}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- $K_a^{Coulomb}$  è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- $\rho$  è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left( \left[ 1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda \right] \cdot \left[ 1 - 0.3 \cdot \lambda^3 \right] \right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

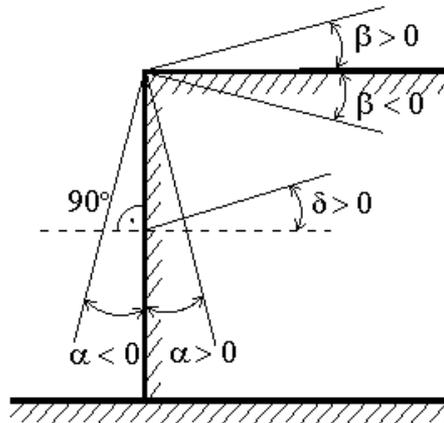
$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left( \frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos \varepsilon c(\varphi)} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left( \frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- $\beta$  è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all'orizzontale;
- $\varphi$  è l'angolo di attrito interno del terreno spingente;
- $\delta$  è l'angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;



**Figura: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot**

#### Carico uniforme sul terrapieno

Un carico  $Q$ , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad  $H/2$  (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

$\beta$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

$\varepsilon$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

$K_a$  = Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

#### Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

#### Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale  $x_1$  ed ascissa finale  $x_2$  genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità  $z$  come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2;$$

$$A = \sin(2\theta_1) - \sin(2\theta_2)$$

$$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$$

$$\theta_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$\theta_2 = \arctg(z/x_2)$$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

#### Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T = Intensità del carico [F/L<sup>2</sup>]

D =  $4 \times \log[\sin\theta_1/\sin\theta_2]$

E =  $\sin^2\theta_1 - \sin^2\theta_2$

#### Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità  $z$ , possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V = Intensità del carico espressa in [F/L];

X = Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di  $\varepsilon$  viene ruotato il sistema di riferimento  $xz$  in  $XZ$ , attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

#### Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità  $z$  sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con  $H$  l'altezza totale di spinta e con  $\gamma_w$  il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $\gamma_t$  con  $\gamma'_t$  ( $\gamma'_t = \gamma_{\text{saturato}} - \gamma_w$ ), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovraspinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda  $H_w$  [Matsuo O'Hara (1960) Geotecnica, R. Lancellotta]

### Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. E' stata calcolata l'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \times \sqrt{K_a}} - \left\{ \frac{\left[ \frac{Q \times \sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

$Q$  = Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.

$\gamma_t$  = Peso unità di volume del terreno

$\beta$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

$\varepsilon$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

$C$  = Coesione del materiale

$K_a$  = Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la  $Z_c$ , calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo  $H$  l'altezza totale di spinta.

### Sisma

#### Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

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

Dove i simboli hanno il seguente significato:

H = altezza di scavo

Kv = coefficiente sismico verticale

$\gamma$  = peso per unità di volume del terreno

K = coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)

Ews = spinta idrostatica dell'acqua

Ewd = spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\beta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\text{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

### Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

#### Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \gamma_t z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta ( che per le paratie deve essere valutata attentamente ) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta,  $\gamma_t$  il peso dell'unità di volume di terreno e con  $k_p$  il coefficiente di pressione passiva ( in condizioni di stato limite passivo ). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < \beta - \phi - \varepsilon \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

con valori limite pari a:  $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$  (Muller-Breslau).

#### Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

<b>Coefficient of passive earth pressure <math>K_p</math> for <math>\delta = -\varphi</math></b>											
$\alpha [^\circ]$	$\varphi [^\circ]$	$K_p$ when $\beta^\circ$									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							
	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38,90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	

	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,0 0	153,0 0	174,00	240,00	275,0 0
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			
	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,0 0	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,0 0	148,00	188,0 0	239,0 0	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				
	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,0 0	158,0 0	164,00	185,00	
	45	84,0	110,0 0	143,0 0	184,0 0	234,00	297,0 0	378,0 0	478,00	592,00	680,00

**Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot**

### **Carico uniforme sul terrapieno**

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito  $S_q$  vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a  $H/2$  (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula  $k_p$  è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

### **Coesione**

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$P_c = 2c \times \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

### **Metodo dell'equilibrio limite (LEM)**

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

**Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite**

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

$S_m$  = componente orizzontale della spinta attiva;

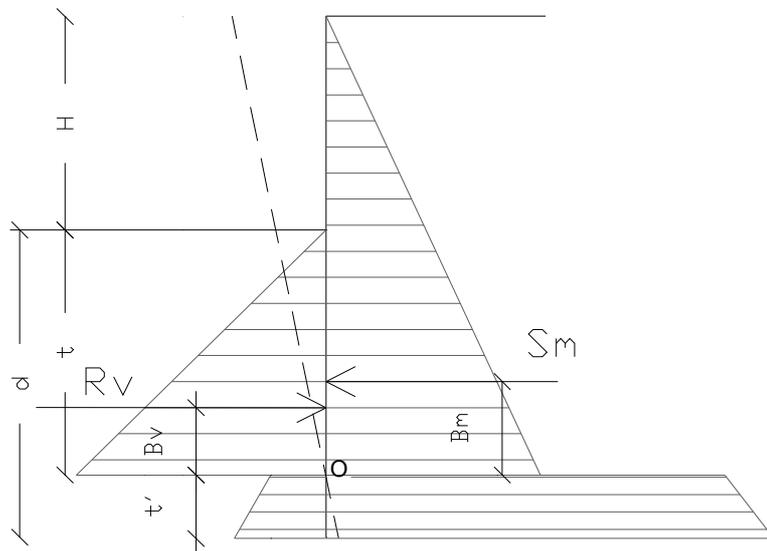
$B_m$  = braccio di  $S_m$  rispetto ad O centro di rotazione;

$R_v$  = componente orizzontale della resistenza passiva;

$B_v$  = braccio di  $R_v$  rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di  $t$  dove  $t$  è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando  $t$  come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \text{ (Metodo di Blum)}$$



**Figura 2: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia**

**Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva**

La lunghezza d'infissione  $d$  come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente  $F$ . E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

#### Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

$S_m$  = componente orizzontale spinta attiva;

$H$  = altezza terreno da sostenere;

$t$  = profondità di infissione calcolata;

$B_m$  = braccio di  $S_m$  rispetto alla base della paratia;

$P_m$  = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

$R_v$  = componente orizzontale della resistenza passiva;

$B_v$  = braccio di  $R_v$ .

Noto  $t$ , si determinano  $S_m$  ed  $R_v$  ed il relativo sforzo del tirante.

#### Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

#### Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

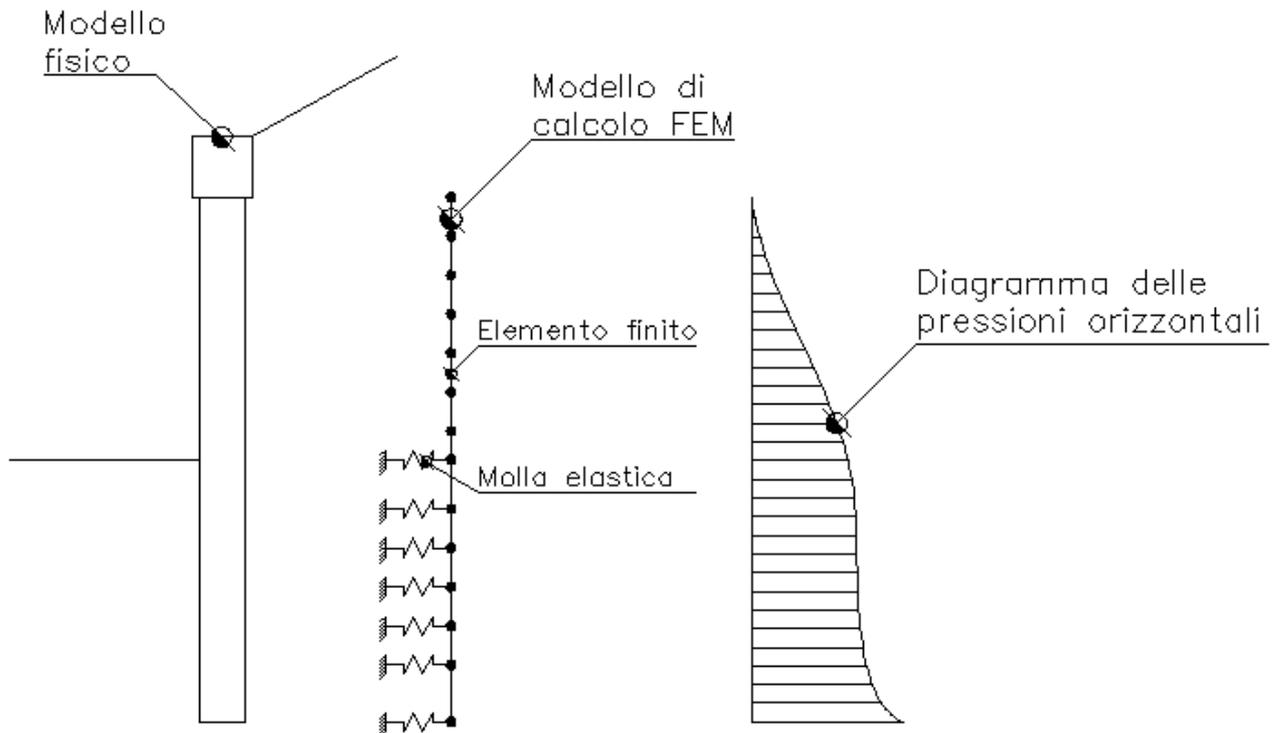
Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ( $t+t'$ ), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ( $t+t'$ ) che può essere risolta in modo agevole.

#### Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

### Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:



**Figura 3: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti**

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

#### Calcolo del modulo di rigidezza $K_s$ del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza  $K_s$  applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza  $K_s$  è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

$A_s$  = costante, calcolata come segue  $A_s = C \times (c \times N_c + 0.5 \times G \times B \times N_g)$

$B_s$  = coefficiente funzione della profondità  $B_s = C \times G \times N_q$

$Z$  = Profondità in esame

$C$  = 40 nel sistema internazionale SI

$n$  =  $\pi \times \tan \phi$

$N_q$  =  $\exp[n \times (\tan^2(45^\circ + \phi/2))]$

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

$$N_g = 1.5 \times (N_q - 1) \times \tan \phi$$

### Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L. Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo  $\beta$  vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

### Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza  $F_{sif} = 3.5-4$  Indicando con:

$i_c$  = Gradiente Idraulico critico;

$i_e$  = Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra  $i_c$  ed  $i_e$ , se  $i_e < i_c$  la paratia è stabile.

### Verifica delle sezioni e calcolo armature

Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N, M e T, si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setto):

$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

Dove M', M', T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

### Archivio materiali

#### CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck_cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1

#### Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	$\beta_1 * \beta_2$ iniz.	$\beta_1 * \beta_2$ finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5

### Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	2	cm
Fattore tolleranza spostamento	0,03	cm
Tipo analisi	Lineare	
Massimo numero di iterazioni	5	
Fattore riduzione molla fondo scavo	1	
Profondità infissione iniziale	6	m
Incremento profondità infissione	0,2	m
Numero di elementi	20	
Numero nodo di fondo scavo	16	

### Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso specifico saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	16,0	18,0	0,0	15,0	1,0	1470,0	10,0	10,0	2,0	0,0	Terreno vegetale
2	18,0	20,0	0,0	28,0	1,0	29419,0	21,33	21,33	19,0	0,0	Sabbia limosa mediamente addensata

### Calcolo coefficienti sismici

#### Dati generali

Descrizione zona	CASOLI
Latitudine	42,1200 [°]
Longitudine	14,2900 [°]

#### Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie
Classe d'uso	III
Vita nominale	50 [anni]
Vita di riferimento	75 [anni]

#### Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	45	0,570	2,450	0,280
SLD	75	0,720	2,430	0,310
SLV	712	1,790	2,500	0,360
SLC	1462	2,320	2,530	0,370

#### Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

Altezza paratia	6,000[m]
Spostamento ammissibile	0,050[m]

SL	Amax [m/sec <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,684	0,463	0,032	0,016
SLD	0,864	0,463	0,041	0,020
SLV	2,148	0,463	0,101	0,051
SLC	2,693	0,463	0,127	0,063

### Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
SOVRACCARICO STRADA	Strisce	1,5	6	0	0	0	20

### Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

6,0 [m]

#### Fase: 1 - Combinazione: 1

**Altezza scavo**

**0,5 [m]**

Tipo:

S.L.U.

Nome:

A1+M1+R1

Coefficienti sismici:

Kh = 0,1013104 , Kv = 5,065521E-02

#### Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO STRADA	1

#### Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

#### Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

6,00 [m]

Pressione massima terreno

8,52 [kPa]

Momento massimo

4,12 [kNm/m]

Taglio massimo

2,68 [kN/m]

#### Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,03	1,82	18,39	0,01	0,51	0,0933	--
0,07	2,32	18,40	0,02	0,70	0,0923	--
0,10	2,82	18,40	0,05	0,69	0,0912	--
0,13	3,32	18,41	0,10	-0,66	0,0901	--
0,17	3,81	18,41	0,05	0,04	0,0891	--
0,20	4,30	18,42	0,06	-0,87	0,0880	--
0,23	4,79	18,42	0,03	-0,61	0,0869	--
0,27	5,27	18,43	0,01	-0,14	0,0859	--
0,30	5,75	18,43	0,02	-0,47	0,0848	--
0,33	6,23	18,44	0,01	0,56	0,0837	--

0,37	6,70	19,44	0,03	0,71	0,0826	--
0,40	7,16	19,45	0,07	0,79	0,0816	--
0,43	7,62	19,46	0,12	-0,31	0,0805	--
0,47	8,07	19,46	0,12	0,56	0,0794	--
0,50	8,52	19,47	0,13	-2,68	0,0784	2900,61
1,74	--	21,66	-3,19	-0,75	0,0403	2900,61
2,98	-1,88	29,85	-4,12	1,43	0,0130	14537,61
4,22	0,05	41,05	-2,34	1,37	-0,0004	14537,61
5,46	0,68	51,24	-0,65	0,52	-0,0047	14537,61

**Fase: 1 - Combinazione: 2**

**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

**0,5 [m]**

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1

Kh = 0,1013104 , Kv = 5,065521E-02

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO STRADA	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

Pressione massima terreno

Momento massimo

Taglio massimo

6,00 [m]

9,12 [kPa]

3,70 [kNm/m]

2,42 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m <sup>3</sup> ]
0,03	1,87	18,39	0,00	1,21	0,1107	--
0,07	2,41	18,40	0,03	0,73	0,1096	--
0,10	2,95	18,40	0,06	0,47	0,1084	--
0,13	3,49	18,41	0,11	-0,24	0,1073	--
0,17	4,02	18,41	0,10	-0,56	0,1061	--
0,20	4,55	18,42	0,08	-0,87	0,1050	--

0,23	5,08	18,42	0,07	-1,11	0,1039	--
0,27	5,60	18,43	0,04	0,11	0,1027	--
0,30	6,12	18,43	0,03	0,10	0,1016	--
0,33	6,63	19,44	0,03	0,96	0,1004	--
0,37	7,14	19,44	0,07	1,36	0,0993	--
0,40	7,64	19,45	0,10	1,77	0,0981	--
0,43	8,14	19,46	0,18	1,04	0,0970	--
0,47	8,63	19,46	0,20	0,83	0,0959	--
0,50	9,12	19,47	0,23	-2,42	0,0947	2104,40
1,74	--	21,66	-2,78	-0,75	0,0536	2104,40
2,98	-1,55	31,85	-3,70	1,06	0,0217	7119,40
4,22	-0,19	45,05	-2,38	1,29	0,0026	7119,40
5,46	0,54	58,24	-0,78	0,63	-0,0075	7119,40

### Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

0,5 [m]

S.L.U. [GEO-STR]

A2+M2+R1\*

Kh = 0,1013104 , Kv = 5,065521E-02

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO STRADA	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

Pressione massima terreno

Momento massimo

Taglio massimo

6,00 [m]

9,12 [kPa]

3,70 [kNm/m]

2,42 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,03	1,87	18,39	0,00	1,21	0,1107	--
0,07	2,41	18,40	0,03	0,73	0,1096	--

0,10	2,95	18,40	0,06	0,47	0,1084	--
0,13	3,49	18,41	0,11	-0,24	0,1073	--
0,17	4,02	18,41	0,10	-0,56	0,1061	--
0,20	4,55	18,42	0,08	-0,87	0,1050	--
0,23	5,08	18,42	0,07	-1,11	0,1039	--
0,27	5,60	18,43	0,04	0,11	0,1027	--
0,30	6,12	18,43	0,03	0,10	0,1016	--
0,33	6,63	19,44	0,03	0,96	0,1004	--
0,37	7,14	19,44	0,07	1,36	0,0993	--
0,40	7,64	19,45	0,10	1,77	0,0981	--
0,43	8,14	19,46	0,18	1,04	0,0970	--
0,47	8,63	19,46	0,20	0,83	0,0959	--
0,50	9,12	19,47	0,23	-2,42	0,0947	2104,40
1,74	--	21,66	-2,78	-0,75	0,0536	2104,40
2,98	-1,55	31,85	-3,70	1,06	0,0217	7119,40
4,22	-0,19	45,05	-2,38	1,29	0,0026	7119,40
5,46	0,54	58,24	-0,78	0,63	-0,0075	7119,40

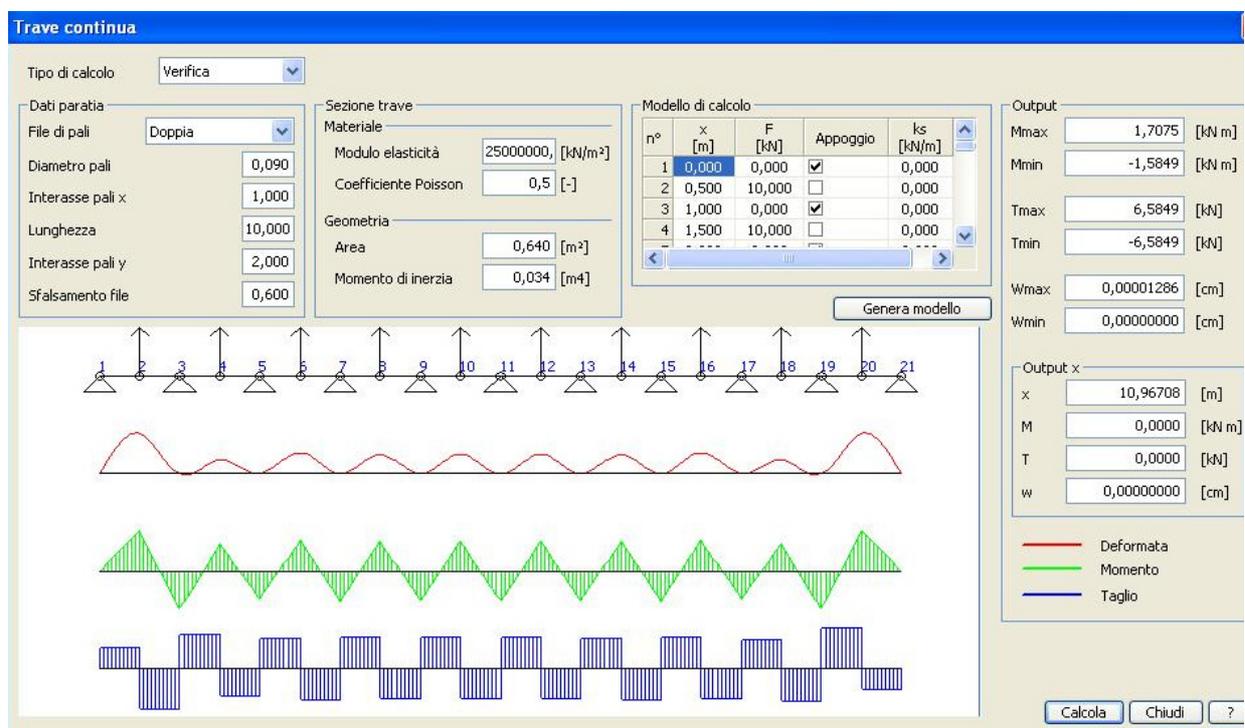
### Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,03	Micropalo 88.9mmx8mm	18,39	0,00	1,21		--	--	43,80	Verificata
0,07	Micropalo 88.9mmx8mm	18,40	0,03	0,73		--	--	42,04	Verificata
0,10	Micropalo 88.9mmx8mm	18,40	0,06	0,47		--	--	40,55	Verificata
0,13	Micropalo 88.9mmx8mm	18,41	0,11	-0,24		--	--	38,44	Verificata
0,17	Micropalo 88.9mmx8mm	18,41	0,10	-0,56		--	--	38,91	Verificata
0,20	Micropalo 88.9mmx8mm	18,42	0,08	-0,87		--	--	39,78	Verificata
0,23	Micropalo 88.9mmx8mm	18,42	0,07	-1,11		--	--	40,36	Verificata
0,27	Micropalo 88.9mmx8mm	18,43	0,04	0,11		--	--	41,84	Verificata
0,30	Micropalo 88.9mmx8mm	18,43	0,03	0,10		--	--	42,25	Verificata
0,33	Micropalo 88.9mmx8mm	19,44	0,03	0,96		--	--	40,08	Verificata
0,37	Micropalo 88.9mmx8mm	19,44	0,07	1,36		--	--	38,14	Verificata
0,40	Micropalo 88.9mmx8mm	19,45	0,10	1,77		--	--	36,72	Verificata
0,43	Micropalo 88.9mmx8mm	19,46	0,18	1,04		--	--	33,81	Verificata
0,47	Micropalo 88.9mmx8mm	19,46	0,20	0,83		--	--	33,13	Verificata
0,50	Micropalo 88.9mmx8mm	19,47	0,23	-2,42		--	--	32,13	Verificata
1,74	Micropalo 88.9mmx8mm	21,66	-2,78	-0,75		--	--	6,91	Verificata
2,98	Micropalo 88.9mmx8mm	31,85	-3,70	1,06		--	--	5,13	Verificata
4,22	Micropalo 88.9mmx8mm	45,05	-2,38	1,29		--	--	6,95	Verificata
5,46	Micropalo 88.9mmx8mm	58,24	-0,78	0,63		--	--	10,39	Verificata

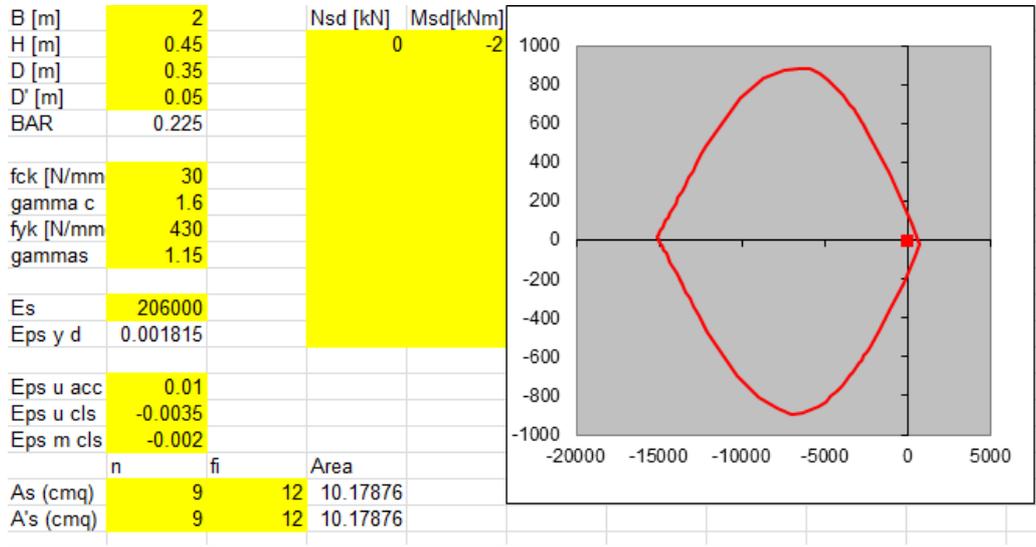
Z [m]	Def. Max calcestruzzo	Def. Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione puntoni [°]
0,03	--	--	--	--	434,48	359,89	Verificata	--
0,07	--	--	--	--	434,48	598,19	Verificata	--
0,10	--	--	--	--	434,48	933,70	Verificata	--
0,13	--	--	--	--	434,48	1827,22	Verificata	--
0,17	--	--	--	--	434,48	781,64	Verificata	--
0,20	--	--	--	--	434,48	496,73	Verificata	--
0,23	--	--	--	--	434,48	390,95	Verificata	--
0,27	--	--	--	--	434,48	3843,65	Verificata	--
0,30	--	--	--	--	434,48	4511,67	Verificata	--
0,33	--	--	--	--	434,48	451,87	Verificata	--
0,37	--	--	--	--	434,48	320,13	Verificata	--
0,40	--	--	--	--	434,48	246,10	Verificata	--
0,43	--	--	--	--	434,48	417,20	Verificata	--
0,47	--	--	--	--	434,48	526,45	Verificata	--
0,50	--	--	--	--	434,48	179,43	Verificata	--
1,74	--	--	--	--	434,48	582,79	Verificata	--
2,98	--	--	--	--	434,48	409,21	Verificata	--
4,22	--	--	--	--	434,48	335,68	Verificata	--
5,46	--	--	--	--	434,48	691,89	Verificata	--

### Risultati analisi strutturale Cordolo



Area cordolo 2.00mx0.45m=0.90m>0.64m

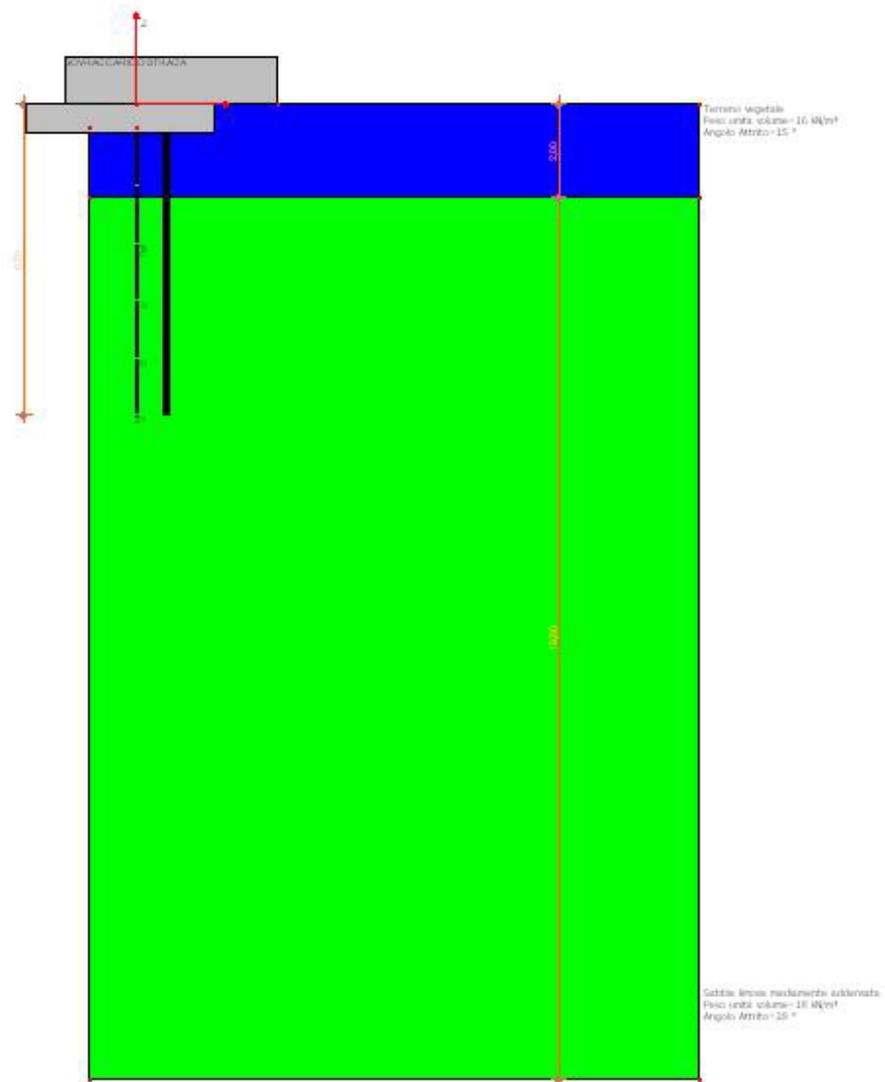
### Verifica SLU Cordolo

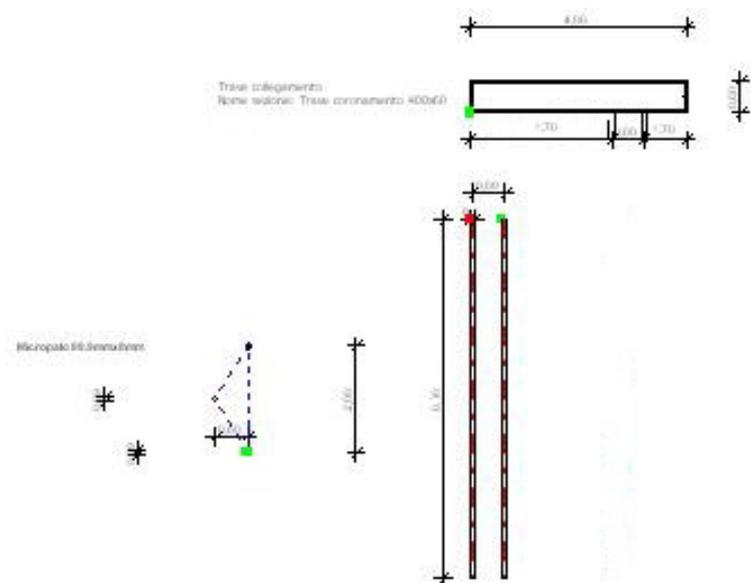


# PARATIA

## CON CORDOLO TIPO C1 e C2

*Schema di Calcolo*





**Analisi dei carichi**

Strato di base  
 Starto di Binder  
 Srtrato manto di usura 150Kg/mq  
 Sovvraccarico stradale 1850kg/mq  
 2000kg/mq

**Archivio materiali**

**CONGLOMERATI**

Nr.	Classe calcestruzzo	fck_cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1

**Acciai:**

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5

**Dati generali FEM**

Massimo spostamento lineare terreno 2 cm  
 Fattore tolleranza spostamento 0,03 cm  
 Tipo analisi Lineare

Massimo numero di iterazioni	5	
Fattore riduzione molla fondo scavo	1	
Profondità infissione iniziale	6	m
Incremento profondità infissione	0,2	m
Numero di elementi	20	
Numero nodo di fondo scavo	16	

### Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso specifico saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	16,0	18,0	0,0	15,0	1,0	1470,0	10,0	10,0	2,0	0,0	Terreno vegetale
2	18,0	20,0	0,0	28,0	1,0	29419,0	21,33	21,33	19,0	0,0	Sabbia limosa mediamente addensata

### Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona	CASOLI
Latitudine	42,1200 [°]
Longitudine	14,2900 [°]

Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie
Classe d'uso	III
Vita nominale	50 [anni]
Vita di riferimento	75 [anni]

**Parametri sismici su un sito di riferimento**

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	45	0,570	2,450	0,280
SLD	75	0,720	2,430	0,310
SLV	712	1,790	2,500	0,360
SLC	1462	2,320	2,530	0,370

**Coefficienti sismici orizzontale e verticale**

Opera: Paratia

Altezza paratia	6,000[m]
Spostamento ammissibile	0,150[m]

SL	Amax [m/sec <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,684	0,335	0,023	0,012
SLD	0,864	0,335	0,030	0,015
SLV	2,148	0,335	0,073	0,037
SLC	2,693	0,335	0,092	0,046

### Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
SOVRACCARICO STRADA	Strisce	-1,5	3	0	0	0	20

### Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

6,00 [m]

### Fase: 1 - Combinazione: 1

#### Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

**0,5 [m]**

S.L.U. [GEO-STR]

A1+M1+R1

Kh = 0,0733816 , Kv = 0,0366908

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO STRADA	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1

5	Orizzontale	1
---	-------------	---

Profondità di infissione 6,00 [m]  
 Pressione massima terreno 5,46 [kPa]  
 Momento massimo 2,61 [kNm/m]  
 Taglio massimo 1,70 [kN/m]

#### Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m <sup>3</sup> ]
0,03	1,07	58,85	0,00	0,73	0,0590	--
0,07	1,38	58,85	0,02	0,19	0,0583	--
0,10	1,69	58,86	0,03	0,47	0,0577	--
0,13	2,01	58,86	0,05	0,24	0,0570	--
0,17	2,32	58,87	0,06	-0,61	0,0563	--
0,20	2,64	58,87	0,04	-0,35	0,0556	--
0,23	2,95	58,88	0,03	-0,75	0,0550	--
0,27	3,26	58,88	0,01	0,11	0,0543	--
0,30	3,58	58,89	0,02	-0,30	0,0536	--
0,33	3,89	58,89	0,01	0,36	0,0529	--
0,37	4,20	59,90	0,03	0,54	0,0523	--
0,40	4,52	59,90	0,04	0,86	0,0516	--
0,43	4,83	59,91	0,08	0,41	0,0509	--
0,47	5,14	59,91	0,09	0,29	0,0502	--
0,50	5,46	59,92	0,09	-1,70	0,0496	2900,61
1,74	--	62,11	-2,01	-0,48	0,0255	2900,61
2,98	-1,19	70,30	-2,61	0,90	0,0082	14537,61
4,22	0,03	81,50	-1,48	0,86	-0,0002	14537,61
5,46	0,43	91,69	-0,41	0,33	-0,0030	14537,61

#### Fase: 1 - Combinazione: 2

**Altezza scavo** 0,5 [m]  
 Tipo: S.L.U. [GEO]  
 Nome: A2+M2+R1  
 Coefficienti sismici: Kh = 0,0733816 , Kv = 0,0366908

#### Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO STRADA	1

#### Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4

4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

**Coefficienti resistenze capacità portante verticale**

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	6,00 [m]
Pressione massima terreno	6,06 [kPa]
Momento massimo	2,42 [kNm/m]
Taglio massimo	1,59 [kN/m]

**Sollecitazioni**

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m <sup>3</sup> ]
0,03	1,10	58,85	0,01	0,50	0,0725	--
0,07	1,45	58,85	0,03	0,06	0,0717	--
0,10	1,81	58,86	0,04	0,67	0,0710	--
0,13	2,16	58,86	0,07	-0,19	0,0702	--
0,17	2,52	58,87	0,07	-0,47	0,0695	--
0,20	2,87	58,87	0,05	0,09	0,0687	--
0,23	3,23	58,88	0,03	0,12	0,0680	--
0,27	3,58	58,88	0,04	0,14	0,0672	--
0,30	3,94	58,89	0,02	0,15	0,0665	--
0,33	4,29	59,89	0,03	0,79	0,0657	--
0,37	4,64	59,90	0,05	1,40	0,0650	--
0,40	5,00	59,90	0,07	1,39	0,0642	--
0,43	5,35	59,91	0,12	0,52	0,0635	--
0,47	5,71	59,91	0,14	0,30	0,0628	--
0,50	6,06	59,92	0,16	-1,59	0,0620	2104,40
1,74	--	62,11	-1,81	-0,49	0,0351	2104,40
2,98	-1,02	72,30	-2,42	0,69	0,0143	7119,40
4,22	-0,12	85,50	-1,56	0,85	0,0017	7119,40
5,46	0,35	98,69	-0,51	0,41	-0,0049	7119,40

**Risultati analisi strutturale**

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,03	Micropalo 88.9mmx8mm	58,85	0,00	0,73		--	--	13,77	Verificata
0,07	Micropalo 88.9mmx8mm	58,85	0,02	0,19		--	--	13,65	Verificata
0,10	Micropalo 88.9mmx8mm	58,86	0,03	0,47		--	--	13,61	Verificata
0,13	Micropalo	58,86	0,05	0,24		--	--	13,50	Verificata

	88.9mmx8mm								
0,17	Micropalo 88.9mmx8mm	58,87	0,06	-0,61		--	--	13,44	Verificata
0,20	Micropalo 88.9mmx8mm	58,87	0,04	-0,35		--	--	13,55	Verificata
0,23	Micropalo 88.9mmx8mm	58,88	0,03	-0,75		--	--	13,60	Verificata
0,27	Micropalo 88.9mmx8mm	58,88	0,01	0,11		--	--	13,68	Verificata
0,30	Micropalo 88.9mmx8mm	58,89	0,02	-0,30		--	--	13,64	Verificata
0,33	Micropalo 88.9mmx8mm	58,89	0,01	0,36		--	--	13,71	Verificata
0,37	Micropalo 88.9mmx8mm	59,90	0,03	0,54		--	--	13,36	Verificata
0,40	Micropalo 88.9mmx8mm	59,90	0,04	0,86		--	--	13,28	Verificata
0,43	Micropalo 88.9mmx8mm	59,91	0,08	0,41		--	--	13,09	Verificata
0,47	Micropalo 88.9mmx8mm	59,91	0,09	0,29		--	--	13,06	Verificata
0,50	Micropalo 88.9mmx8mm	59,92	0,09	-1,70		--	--	13,01	Verificata
1,74	Micropalo 88.9mmx8mm	62,11	-2,01	-0,48		--	--	6,87	Verificata
2,98	Micropalo 88.9mmx8mm	70,30	-2,61	0,90		--	--	5,64	Verificata
4,22	Micropalo 88.9mmx8mm	81,50	-1,48	0,86		--	--	6,72	Verificata
5,46	Micropalo 88.9mmx8mm	91,69	-0,41	0,33		--	--	7,94	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punteri [°]
0,03	--	--	--	--	434,48	597,30	Verificata	--
0,07	--	--	--	--	434,48	2249,09	Verificata	--
0,10	--	--	--	--	434,48	920,44	Verificata	--
0,13	--	--	--	--	434,48	1808,15	Verificata	--
0,17	--	--	--	--	434,48	709,48	Verificata	--
0,20	--	--	--	--	434,48	1245,79	Verificata	--
0,23	--	--	--	--	434,48	581,51	Verificata	--
0,27	--	--	--	--	434,48	3990,35	Verificata	--
0,30	--	--	--	--	434,48	1431,14	Verificata	--
0,33	--	--	--	--	434,48	1209,70	Verificata	--
0,37	--	--	--	--	434,48	805,95	Verificata	--
0,40	--	--	--	--	434,48	507,35	Verificata	--
0,43	--	--	--	--	434,48	1047,95	Verificata	--
0,47	--	--	--	--	434,48	1503,37	Verificata	--
0,50	--	--	--	--	434,48	255,46	Verificata	--
1,74	--	--	--	--	434,48	911,99	Verificata	--
2,98	--	--	--	--	434,48	480,30	Verificata	--
4,22	--	--	--	--	434,48	502,74	Verificata	--
5,46	--	--	--	--	434,48	1308,31	Verificata	--

## Verifica CORDOLO

**Trave continua**

Tipo di calcolo: Progetto

Dati paratia: File di pali: Doppia; Diametro pali: 0,09; Interasse pali x: 1,000; Lunghezza: 5; Interasse pali y: 2; Sfalsamento file: 0,6

Sezione trave: Materiale: Modulo elasticità: 25000000 [kN/m<sup>2</sup>]; Coefficiente Poisson: 0,400 [-]; Geometria: Area: 0,9 [m<sup>2</sup>]; Momento di inerzia: 0,034 [m<sup>4</sup>]

Modello di calcolo:

n°	x [m]	F [kN]	Appoggio	ks [kN/m]
1	0,000	0,000	<input checked="" type="checkbox"/>	0,000
2	0,500	10,000	<input type="checkbox"/>	0,000
3	1,000	0,000	<input checked="" type="checkbox"/>	0,000
4	1,500	10,000	<input type="checkbox"/>	0,000

Output:

Mmax: 1,7105 [kN m]  
Mmin: -1,5789 [kN m]  
Tmax: 6,5789 [kN]  
Tmin: -6,5789 [kN]  
Wmax: 0,00001290 [cm]  
Wmin: 0,00000000 [cm]

Output x:

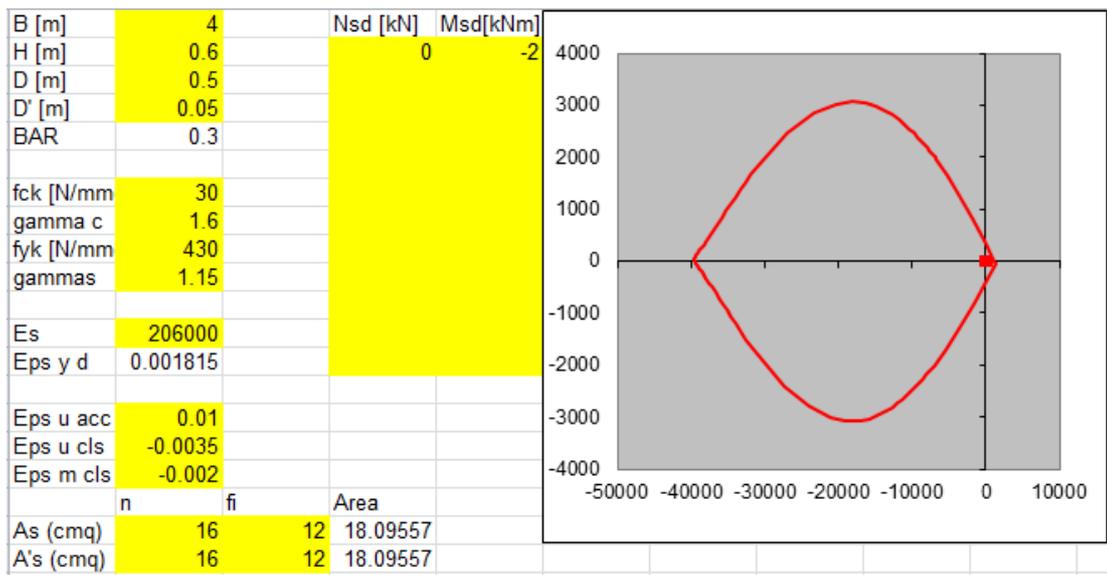
x: 0 [m]  
M: 0,0000 [kN m]  
T: 3,4211 [kN]  
w: 0,00000000 [cm]

Legend: Deformata (red line), Momento (green area), Taglio (blue area)

Buttons: Calcola, Chiudi, ?

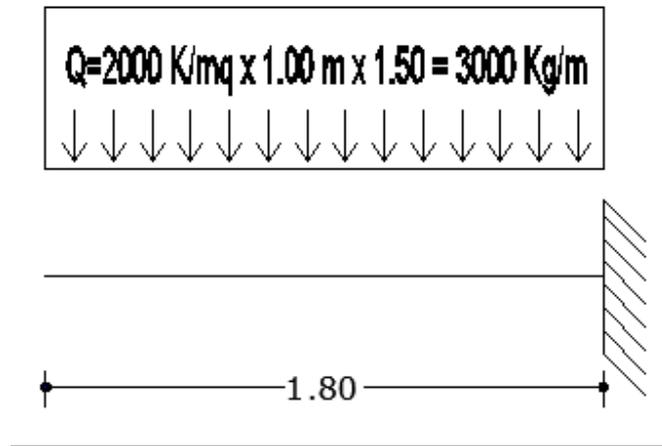
$\text{Area cordolo } 4.00\text{m} \times 0.60\text{m} = 2.40\text{mq} > 0.90\text{mq}$

## Verifica SLU Cordolo longitudinale



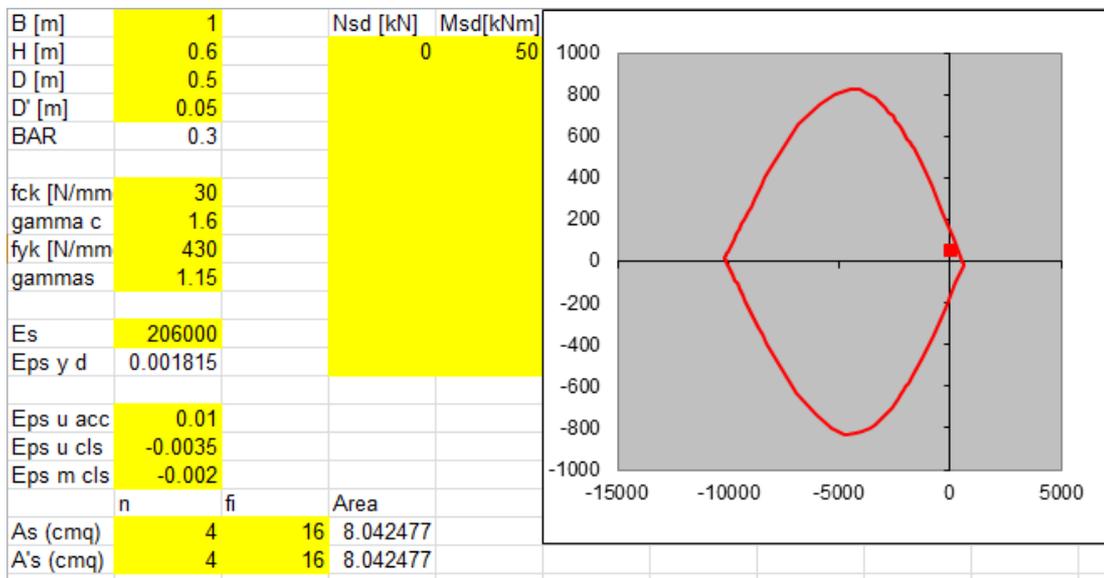
Verifica SLU Cordolo Trasversale

Schema di Calcolo



$$M_{max} = \frac{1}{2} \times Q \times L^2 = 4860 \text{ Kgm}$$

$$T_{max} = Q \times L = 5400 \text{ Kg}$$



## MURO DI SOSTEGNO H=4,00m

### Normativa di riferimento

NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

### Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \times \gamma_t \times z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta - \phi)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta + \delta) \times \left[ 1 + \frac{\text{sen}(\delta + \phi) \times \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta + \delta) \times \text{sen}(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_A$ :

$\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$  secondo Muller-Breslau

$\gamma_t$  Peso unità di volume del terreno;

$\beta$  Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$\phi$  Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$\delta$  Angolo di attrito terra-muro;

$\varepsilon$  Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  Altezza della parete.

### Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se  $\varepsilon = \delta = 0$  e  $\beta = 90^\circ$  (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin \phi)}{(1 + \sin \phi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos \varepsilon \frac{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}$$

### Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\varepsilon$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità  $\theta$  tale che:

$$\operatorname{tg} \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

### Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:  $K_h = \beta_m \times (a_{\max}/g)$   $K_v = \pm 0,5 \times K_h$

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S S_T a_g$$

$S$  coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

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

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $PVR$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

### OPCM 3274

I coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$k_h = S (a_g/g) / r \quad k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $S(a_g/g)$  rappresenta il valore dell'accelerazione sismica massima del terreno per le varie categorie di profilo stratigrafico.

Suolo di tipo A -  $S=1$ ;

Suolo di tipo B -  $S=1.25$ ;

Suolo di tipo C -  $S=1.25$ ;

Suolo di tipo E -  $S=1.25$ ;

Suolo di tipo D -  $S=1.35$ .

Al fattore  $r$  viene può essere assegnato il valore  $r = 2$  nel caso di opere sufficientemente flessibili (muri liberi a gravità), mentre in tutti gli altri casi viene posto pari a 1 (muri in c.a. resistenti a flessione, muri in c.a. su pali o tirantati, muri di cantinato).

### D.M. 88

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale  $K_h$  in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat.  $K_h=0.1$ ; II Cat.  $K_h=0.07$ ; III Cat.  $K_h=0.04$ ;

### Eurocodice 8

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_h = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

$a_{gR}$ : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

$\gamma_I$ : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $K_v$  è definito in funzione di  $K_h$ , e vale:

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h$$

### Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2 \times c}{\gamma} \times \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \times \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

dove

$Q$  = Carico agente sul terrapieno;

Se  $Z_c < 0$  è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \times H$$

con punto di applicazione pari a  $H/2$ ;

### Carico uniforme sul terrapieno

Un carico  $Q$ , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_A \times Q \times \sin\beta / \sin(\beta + \epsilon)$$

Per integrazione, una spinta pari a  $S_q$ :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \epsilon)}$$

Con punto di applicazione ad  $H/2$ , avendo indicato con  $K_a$  il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

### Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

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

dove:

$H$  altezza muro

$k_v$  coefficiente sismico verticale

$\gamma$  peso per unità di volume del terreno

$K$  coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico)

$E_{ws}$  spinta idrostatica dell'acqua

$E_{wd}$  spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\theta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con  $H$  altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

### Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità  $z$ , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \times z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = 1/2 \times \gamma_w \times H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $\gamma_t$  con  $\gamma'_t$  ( $\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

### Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \times \gamma_t \times z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\phi + \beta)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta - \delta) \times \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi) \times \text{sen}(\phi + \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \times \text{sen}(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di  $\delta$  pari a:

$$\delta < \beta - \phi - \varepsilon$$

L'espressione di  $K_p$  secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}$$

### Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

#### Vesic

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  coesione non drenata  
 $q$  pressione litostatica totale sul piano di posa  
 $s_c$  Fattore di forma

$s_c = 0,2 (B'/L')$  per fondazioni rettangolari

$i_c$  Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico  $H$ .

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$  area efficace della fondazione  
 $c_a$  aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

#### Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \tan \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

#### Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

#### Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in *n*-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.

#### Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in *n*-tratti.

#### Convenzione segni

<b>Forze verticali</b>	positive se dirette dall'alto verso il basso;
<b>Forze orizzontali</b>	positive se dirette da monte verso valle;
<b>Coppie</b>	positive se antiorarie;
<b>Angoli</b>	positivi se antiorari.

## Dati generali

Calcolo di resistenza

Stati limiti ultimi

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Descrizione: CASOLI  
Latitudine: 42,12  
Longitudine: 14,29  
Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe III  
Vita nominale: 50,0 [anni]  
Vita di riferimento: 75,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,61	2,46	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,48	0,33
S.L.V.	712,0	1,86	2,51	0,37
S.L.C.	1462,0	2,4	2,52	0,37

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,732	0,18	0,0134	0,0067
S.L.D.	0,912	0,18	0,0167	0,0084
S.L.V.	2,232	0,24	0,0546	0,0273
S.L.C.	2,7679	0,31	0,0875	0,0438

### Dati generali muro

Altezza muro 400,0 cm  
Spessore testa muro 10,0 cm  
Risega muro lato valle 20,0 cm  
Risega muro lato monte 0,0 cm  
Sporgenza mensola a valle 185,0 cm  
Sporgenza mensola a monte 185,0 cm  
Svaso mensola a valle 0,0 cm  
Svaso mensola a valle 0,0 cm  
Altezza estremità mensola a valle 45,0 cm

Altezza estremità mensola a monte 45,0 cm

### Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

#### Classe conglomerato Rck 300

Fattore parziale di sicurezza calcestruzzo 1,6  
 Resistenza a compressione di calcolo  $f_{cd}$  132,28 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Resistenza a trazione di calcolo  $f_{ctd}$  11,19 Kg/cm<sup>2</sup>

#### Acciaio Tipo FeB 44K

Modulo elastico 2100000 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Fattore parziale di sicurezza acciaio 1,15  
 $f_{yk}$  (Tensione caratteristica snervamento) 4300 Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$  (Resistenza ultima di calcolo) 3739,13 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Deformazione ultima di calcolo 0,01

Copriferro, Elevazione 3,0 cm  
 Copriferro, Fondazione 3,0 cm  
 Copriferro, Dente di fondazione 3,0 cm

### Stratigrafia

DH Passo minimo  
 Eps Inclinazione dello strato.  
 Gamma Peso unità di volume  
 Fi Angolo di resistenza a taglio  
 c Coesione  
 Delta Angolo di attrito terra muro  
 P.F. Presenza di falda (Si/No)

Ns	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Delta (°)	P.F.	Litologia	Descrizione
1	200	0	1700,00	24	0,00	15	No		Terreno vegetale
2	445	0	1800,00	28	0,00	21	No		Sabbia limosa mediamente addensata

### FATTORI DI COMBINAZIONE

#### A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1

3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,50
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A1+M1+R1

Coefficiente sismico orizzontale  $K_h$  0,0134

Coefficiente sismico verticale Kv 0,0067

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
445,0	365,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
365,0	285,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
285,0	245,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
245,0	205,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	
205,0	125,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	
125,0	45,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	445,0	365,0	204,18	54,71	391,67	391,67
2	365,0	285,0	612,55	164,13	320,56	320,56
3	285,0	245,0	459,42	123,1	264,26	264,26
4	245,0	205,0	554,82	154,07	224,47	224,25
5	205,0	125,0	1375,82	411,92	163,28	162,76
6	125,0	45,0	1730,72	550,29	83,63	83,32

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py      Peso del muro (kg);  
Px      Forza inerziale (kg);  
Xp, Yp    Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
365,0	4,18	312,0	208,9	402,8
285,0	9,76	728,0	207,8	357,4
245,0	13,07	975,0	207,2	333,9
205,0	16,72	1248,0	206,6	310,0
125,0	25,08	1872,0	205,4	261,3
45,0	34,84	2600,0	204,2	211,7

### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
365,0	208,37	366,71	49,39	14,0
285,0	826,49	946,84	410,95	18,0
245,0	1289,22	1316,95	810,02	20,0
205,0	1847,7	1744,02	1406,49	22,0
125,0	3231,89	2779,94	3329,83	26,0
45,0	4972,36	4058,24	6459,69	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv      Area dei ferri lato valle.  
Afm      Area dei ferri lato monte.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT    Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	370,18	2903,5	S	4636,61	0,0	22,3
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	953,97	4137,41	S	6054,76	0,0	7,34
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	1310,84	4765,56	S	6775,82	0,0	5,26
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	1741,02	5406,17	S	7505,35	0,0	4,07
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	2770,75	6729,73	S	8991,31	0,0	2,79
4Ø16 (8,04)	5Ø16 (10,05)	4059,91	9948,55	S	10738,33	0,0	2,16

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (400,0/0,0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (400,0/445,0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
445,0	365,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
365,0	285,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
285,0	245,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
245,0	205,0	1800,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
205,0	125,0	1800,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
125,0	45,0	1800,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01

24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,01
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,01
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,01
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	445,0	365,0	189,24	84,25	391,67	391,67
2	365,0	285,0	567,71	252,76	320,56	320,56
3	285,0	245,0	425,78	189,57	264,26	264,26
4	245,0	205,0	515,11	232,97	224,46	224,36
5	205,0	125,0	1282,3	599,98	163,25	163,01
6	125,0	45,0	1618,41	778,7	83,62	83,47
7	45,0	0,0	1061,03	510,17	22,1	22,18

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	28,0	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,82	-0,77	-0,3

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
Qf Quota inizio strato.  
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-139,95	-54,45	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kg);  
Fy Forza in direzione y (kg);  
M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	5659,58	2648,41	-2070,12
Peso muro	34,84	2600,0	-5235,44
Peso fondazione	78,39	5850,0	-11682,36
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	173,53	16835,0	-51347,43
Spinte fondazione	-139,95	-54,45	-20,99
	<b>5806,39</b>	<b>27878,96</b>	<b>-70356,35</b>
Momento stabilizzante	-79370,47	kgm	
Momento ribaltante	9014,12	kgm	

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	5946,34 kg
Sommatoria forze verticali	27933,41 kg
Coefficiente di attrito	0,53
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	27933,41 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	5946,34 kg
Resistenza terreno	14992,41 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>2,52</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-79370,47 kgm
Momento ribaltante	9014,12 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>8,81</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

---

Somma forze in direzione x	5806,39 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	27878,96 kg
Somma momenti	-70356,35 kgm
Larghezza fondazione	400,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	52,36 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	28,0 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	14,72
Nc	25,8
Ng	16,72
sq	1,16
sc	1,17
sg	0,88
iq	0,75
ic	0,73
ig	0,64
Carico limite verticale (Qlim)	235152,0 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>8,43</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	252,36 cm
Larghezza della fondazione	400,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,15 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 400,0 cm	Tensione... 1,24 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

---

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
185,0	-139,95	-4800,45	-3034,99	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	4Ø16 (8,04)	149,78	15044,79	S	15246,36	0,0	3,18

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
215,0	1061,03	-34,59	-973,37	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	5Ø16 (10,05)	-1064,38	14806,8	S	15078,22	0,0	436,24

#### A2+M2+R2

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0134
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0067

#### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
445,0	365,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
365,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
285,0	245,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
245,0	205,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	
205,0	125,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	
125,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	445,0	365,0	238,66	62,02	391,67	391,67
2	365,0	285,0	715,98	186,07	320,56	320,56
3	285,0	245,0	536,98	139,55	264,26	264,26
4	245,0	205,0	649,65	175,05	224,46	224,24

5	205,0	125,0	1617,3	470,09	163,25	162,73
6	125,0	45,0	2041,31	630,06	83,62	83,31

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py      Peso del muro (kg);  
Px      Forza inerziale (kg);  
Xp, Yp   Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
365,0	3,22	240,0	208,9	402,8
285,0	7,5	560,0	207,8	357,4
245,0	10,05	750,0	207,2	333,9
205,0	12,86	960,0	206,6	310,0
125,0	19,3	1440,0	205,4	261,3
45,0	26,8	2000,0	204,2	211,7

### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
365,0	241,88	302,02	58,36	14,0
285,0	962,14	808,09	483,4	18,0
245,0	1501,67	1137,64	951,8	20,0
205,0	2154,13	1522,69	1651,71	22,0
125,0	3777,87	2472,78	3911,06	26,0
45,0	5826,68	3662,84	7594,99	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv      Area dei ferri lato valle.  
Afm      Area dei ferri lato monte.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	301,43	2900,65	S	4628,98	0,0	19,18
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	811,6	4128,51	S	6037,41	0,0	6,29
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	1137,15	4752,86	S	6752,96	0,0	4,5

4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	1517,79	5387,62	S	7476,68	0,0	3,48
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	2469,27	6698,53	S	8950,55	0,0	2,37
4Ø16 (8,04)	5Ø16 (10,05)	3662,26	9900,17	S	10684,95	0,0	1,84

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (400, 0/0, 0)$   
Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (400, 0/445, 0)$   
Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
445,0	365,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
365,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
285,0	245,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
245,0	205,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
205,0	125,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
125,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	445,0	365,0	229,23	79,09	391,67	391,67
2	365,0	285,0	687,7	237,26	320,56	320,56
3	285,0	245,0	515,78	177,94	264,26	264,26
4	245,0	205,0	625,32	219,21	224,44	224,35
5	205,0	125,0	1564,02	567,35	163,22	162,98
6	125,0	45,0	1981,86	739,28	83,59	83,45
7	45,0	0,0	1299,4	489,5	22,11	22,11

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,68	-0,63	-0,25

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-115,43	-45,0	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	6903,3	2509,63	327,08
Peso muro	26,8	2000,0	-4027,27
Peso fondazione	60,3	4500,0	-8986,43
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	173,53	12950,0	-39401,06
Spinte fondazione	-115,43	-45,0	-17,31
	<b>7048,51</b>	<b>21914,63</b>	<b>-52104,99</b>

Momento stabilizzante -62943,76 kgm  
 Momento ribaltante 10838,77 kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali 7163,93 kg  
 Sommatoria forze verticali 21959,63 kg  
 Coefficiente di attrito 0,43  
 Adesione 0,0 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento 21959,63 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento 7163,93 kg  
 Resistenza terreno 9456,34 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd 1,32**  
**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -62943,76 kgm  
 Momento ribaltante 10838,77 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 5,81**  
**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x 7048,51 kg

Somma forze in direzione y (Fy)	21914,63 kg
Somma momenti	-52104,99 kgm
Larghezza fondazione	400,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	37,76 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,14
sc	1,16
sg	0,87
iq	0,69
ic	0,65
ig	0,56
Carico limite verticale (Qlim)	144561,0 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>6,6</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	237,76 cm
Larghezza della fondazione	400,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,24 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 400,0 cm	Tensione... 0,86 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
185,0	-115,43	-5014,0	-3853,23	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);

Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	4Ø16 (8,04)	107,98	15036,6	S	15242,93	0,0	3,04

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
215,0	1299,4	4318,63	-5501,46	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	5Ø16 (10,05)	-1306,09	14759,19	S	15044,85	0,0	3,49

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0134  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0067

#### CALCOLO SPINTE

##### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);

Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
445,0	365,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
365,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
285,0	245,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
245,0	205,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	
205,0	125,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	
125,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	445,0	365,0	265,4	68,22	391,67	391,67
2	365,0	285,0	796,2	204,67	320,56	320,56
3	285,0	245,0	597,15	153,51	264,26	264,26
4	245,0	205,0	722,49	192,56	224,46	224,24
5	205,0	125,0	1798,89	517,1	163,25	162,73
6	125,0	45,0	2270,77	693,07	83,61	83,31

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
365,0	2,89	216,0	208,9	402,8
285,0	6,75	504,0	207,8	357,4
245,0	9,05	675,0	207,2	333,9
205,0	11,58	864,0	206,6	310,0
125,0	17,37	1296,0	205,4	261,3
45,0	24,12	1800,0	204,2	211,7

### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
365,0	268,29	284,22	65,15	14,0
285,0	1068,36	776,9	538,81	18,0
245,0	1667,8	1101,4	1060,48	20,0
205,0	2392,82	1482,96	1839,86	22,0
125,0	4197,49	2432,06	4355,64	26,0
45,0	6475,02	3629,13	8457,63	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
 Afm Area dei ferri lato monte.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	284,23	2899,94	S	4626,89	0,0	17,28
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	770,87	4125,96	S	6033,52	0,0	5,66
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	1093,64	4749,68	S	6748,34	0,0	4,05
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	1492,94	5385,55	S	7471,53	0,0	3,13
4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	2426,09	6694,06	S	8945,15	0,0	2,13
4Ø16 (8,04)	5Ø16 (10,05)	3631,57	9896,44	S	10680,4	0,0	1,65

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (400, 0/0, 0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (400, 0/445, 0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
445,0	365,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
365,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
285,0	245,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
245,0	205,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
205,0	125,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
125,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	445,0	365,0	255,04	86,99	391,67	391,67
2	365,0	285,0	765,11	260,98	320,56	320,56
3	285,0	245,0	573,83	195,74	264,26	264,26
4	245,0	205,0	695,73	241,13	224,44	224,35
5	205,0	125,0	1740,28	624,09	163,22	162,98
6	125,0	45,0	2205,38	813,2	83,59	83,45
7	45,0	0,0	1445,99	538,45	22,11	22,11

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,68	-0,63	-0,25

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
--	----	----	-----	-----	--------	--------

1      45,0      0,0      -115,43      -45,0      15,0      15,0

### Sollecitazioni totali

Fx      Forza in direzione x (kg);  
 Fy      Forza in direzione y (kg);  
 M      Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	7681,34	2760,59	490,8
Peso muro	36,18	1800,0	-3599,01
Peso fondazione	81,4	4050,0	-8081,68
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	260,3	12950,0	-39190,96
Spinte fondazione	-115,43	-45,0	-17,31
	<b>7943,8</b>	<b>21515,59</b>	<b>-50398,18</b>

Momento stabilizzante      -62639,21      kgm  
 Momento ribaltante      12241,03      kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali      8059,22 kg  
 Sommatoria forze verticali      21560,59 kg  
 Coefficiente di attrito      0,43  
 Adesione      0,0 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento      -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento      21560,59 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento      8059,22 kg  
 Resistenza terreno      9286,6 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd      1,15**

**Traslazione verificata Csd > 1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante      -62639,21 kgm  
 Momento ribaltante      12241,03 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv      5,12**

**Muro verificato a ribaltamento Csv > 1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x      7943,8 kg  
 Somma forze in direzione y (Fy)      21515,59 kg  
 Somma momenti      -50398,18 kgm  
 Larghezza fondazione      400,0 cm  
 Lunghezza      1000,0 cm

Eccentricità su B	34,24 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,14
sc	1,16
sg	0,87
iq	0,66
ic	0,61
ig	0,52
Carico limite verticale (Qlim)	139005,7 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>6,46</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

#### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	234,24 cm
Larghezza della fondazione	400,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,26 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 400,0 cm Tensione...	0,81 Kg/cm <sup>2</sup>

#### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
185,0	-115,43	-5377,0	-4279,09	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	4Ø16 (8,04)	107,98	15036,6	S	15242,93	0,0	2,84

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
Fx Forza in direzione x (kg);  
Fy Forza in direzione y (kg);  
M Momento (kgm);  
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
215,0	1445,99	4884,59	-6353,6	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
Afs Area dei ferri superiori.  
Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	5Ø16 (10,05)	-1447,35	14731,36	S	15024,33	0,0	3,08

## MURO DI SOSTEGNO H=3,00m

### Dati generali

Calcolo di resistenza

Stati limiti ultimi

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Descrizione: CASOLI  
Latitudine: 42,12  
Longitudine: 14,29  
Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe III  
Vita nominale: 50,0 [anni]  
Vita di riferimento: 75,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,61	2,46	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,48	0,33
S.L.V.	712,0	1,86	2,51	0,37
S.L.C.	1462,0	2,4	2,52	0,37

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,732	0,18	0,0134	0,0067
S.L.D.	0,912	0,18	0,0167	0,0084
S.L.V.	2,232	0,24	0,0546	0,0273
S.L.C.	2,7679	0,31	0,0875	0,0438

#### Dati generali muro

Altezza muro 300,0 cm  
Spessore testa muro 10,0 cm  
Risega muro lato valle 20,0 cm  
Risega muro lato monte 0,0 cm  
Sporgenza mensola a valle 135,0 cm  
Sporgenza mensola a monte 135,0 cm

Svaso mensola a valle	0,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	45,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	45,0 cm

### Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

#### Classe conglomerato Rck 300

Fattore parziale di sicurezza calcestruzzo	1,6
Resistenza a compressione di calcolo fcd	132,28 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo fctd	11,19 Kg/cm <sup>2</sup>

#### Acciaio Tipo FeB 44K

Modulo elastico	2100000 Kg/cm <sup>2</sup>
Fattore parziale di sicurezza acciaio	1,15
fyk (Tensione caratteristica snervamento)	4300 Kg/cm <sup>2</sup>
fyd (Resistenza ultima di calcolo)	3739,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione ultima di calcolo	0,01

Copriferro, Elevazione	3,0 cm
Copriferro, Fondazione	3,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	3,0 cm

### Stratigrafia

DH Passo minimo  
 Eps Inclinazione dello strato.  
 Gamma Peso unità di volume  
 Fi Angolo di resistenza a taglio  
 c Coesione  
 Delta Angolo di attrito terra muro  
 P.F. Presenza di falda (Si/No)

Ns	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Delta (°)	P.F.	Litologia	Descrizione
1	200	0	1700,00	24	0,00	15	No		Terreno vegetale
2	345	0	1800,00	28	0,00	21	No		Sabbia limosa mediamente addensata

### FATTORI DI COMBINAZIONE

#### A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,50
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

**A1+M1+R1**

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0134  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0067

**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
345,0	285,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
285,0	225,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
225,0	165,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
165,0	145,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
145,0	105,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	
105,0	45,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	345,0	285,0	114,85	30,78	305,0	305,0
2	285,0	225,0	344,56	92,33	251,67	251,67
3	225,0	165,0	574,27	153,88	193,0	193,0
4	165,0	145,0	242,47	64,97	154,82	154,82
5	145,0	105,0	554,82	154,07	124,47	124,25
6	105,0	45,0	998,59	295,97	74,0	73,69

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
285,0	3,14	234,0	158,9	313,3
225,0	7,32	546,0	157,8	279,3
165,0	12,54	936,0	156,6	243,7
145,0	14,5	1082,25	156,2	231,7
105,0	18,81	1404,0	155,4	207,2
45,0	26,13	1950,0	154,2	170,0

### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
285,0	117,99	264,78	19,6	14,0
225,0	466,73	669,1	167,45	18,0
165,0	1046,23	1212,98	578,36	22,0
145,0	1290,66	1424,2	797,54	23,3
105,0	1849,79	1900,02	1385,74	26,0
45,0	2855,7	2741,99	2708,8	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
 Afm Area dei ferri lato monte.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);

Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	258,5	2282,49	S	4399,57	0,0	37,37
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	677,23	3191,87	S	5795,01	0,0	12,44
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1215,94	4128,54	S	7211,53	0,0	6,9
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1426,65	4440,81	S	7676,99	0,0	5,96
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1898,68	5102,8	S	8649,52	0,0	4,68
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	2745,29	6128,17	S	10110,59	0,0	3,54

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (300,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (300,0/345,0)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
345,0	285,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
285,0	225,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
225,0	165,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
165,0	145,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
145,0	105,0	1800,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
105,0	45,0	1800,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,01
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,01
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	345,0	285,0	106,45	47,39	305,0	305,0
2	285,0	225,0	319,34	142,18	251,67	251,67
3	225,0	165,0	532,23	236,96	193,0	193,0
4	165,0	145,0	224,72	100,05	154,82	154,82
5	145,0	105,0	515,11	232,97	124,46	124,36
6	105,0	45,0	930,21	433,23	73,98	73,84
7	45,0	0,0	824,7	384,51	21,99	22,07

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	28,0	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,82	-0,77	-0,3

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-139,95	-54,45	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	3452,76	1577,31	-717,83
Peso muro	26,13	1950,0	-2962,48
Peso fondazione	58,79	4387,5	-6568,02
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	94,07	9126,0	-21036,33
Spinte fondazione	-139,95	-54,45	-20,99
	<b>3491,8</b>	<b>16986,36</b>	<b>-31305,65</b>

Momento stabilizzante -35538,02 kgm  
 Momento ribaltante 4232,38 kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	3631,75 kg
Sommatoria forze verticali	17040,81 kg
Coefficiente di attrito	0,53
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	17040,81 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	3631,75 kg
Resistenza terreno	9200,71 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>2,53</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-35538,02 kgm
Momento ribaltante	4232,38 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub></b>	<b>8,4</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>&gt;1</b>	

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	3491,8 kg
Somma forze in direzione y (F <sub>y</sub> )	16986,36 kg
Somma momenti	-31305,65 kgm
Larghezza fondazione	300,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	34,3 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	28,0 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
N <sub>q</sub>	14,72
N <sub>c</sub>	25,8
N <sub>g</sub>	16,72
s <sub>q</sub>	1,12
s <sub>c</sub>	1,13
s <sub>g</sub>	0,91
i <sub>q</sub>	0,77
i <sub>c</sub>	0,75
i <sub>g</sub>	0,66
Carico limite verticale (Q <sub>lim</sub> )	173706,0 kg
<b>Fattore sicurezza (C<sub>sq</sub>=Q<sub>lim</sub>/F<sub>y</sub>)</b>	<b>10,23</b>
<b>Carico limite verificato C<sub>sq</sub>&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	184,3 cm
Larghezza della fondazione	300,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 300,0 cm	Tensione... 0,95 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

X <sub>progr.</sub>	Ascissa progressiva (cm);
F <sub>x</sub>	Forza in direzione x (kg);
F <sub>y</sub>	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

X <sub>progr.</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
---------------------	----------------	----------------	---	---

---

135,0    -139,95    -2838,45    -1409,09    45,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

Afi      Area dei ferri inferiori.  
Afs      Area dei ferri superiori.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	139,89	15044,86	S	15246,36	0,0	5,37

**MENSOLA A MONTE**

Xprogr.   Ascissa progressiva (cm);  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
165,0	824,7	45,31	-573,08	45,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

Afi      Area dei ferri inferiori.  
Afs      Area dei ferri superiori.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-824,02	14856,06	S	15111,31	0,0	333,75

**A2+M2+R2**

Coefficiente sismico orizzontale Kh      0,0134  
Coefficiente sismico verticale Kv      0,0067

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
345,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
285,0	225,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
225,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
165,0	145,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
145,0	105,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	
105,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	345,0	285,0	134,25	34,89	305,0	305,0
2	285,0	225,0	402,74	104,66	251,67	251,67
3	225,0	165,0	671,23	174,44	193,0	193,0
4	165,0	145,0	283,41	73,65	154,82	154,82
5	145,0	105,0	649,65	175,05	124,46	124,24
6	105,0	45,0	1173,23	337,57	73,98	73,67

#### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py      Peso del muro (kg);  
Px      Forza inerziale (kg);  
Xp, Yp   Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
285,0	2,41	180,0	158,9	313,3
225,0	5,63	420,0	157,8	279,3
165,0	9,65	720,0	156,6	243,7
145,0	11,16	832,5	156,2	231,7
105,0	14,47	1080,0	155,4	207,2
45,0	20,1	1500,0	154,2	170,0

#### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
285,0	136,66	214,89	23,47	14,0
225,0	542,61	559,55	198,43	18,0
165,0	1217,86	1033,99	682,75	22,0
145,0	1502,78	1220,14	940,73	23,3
105,0	2155,74	1642,69	1633,14	26,0
45,0	3334,6	2400,26	3191,36	30,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv      Area dei ferri lato valle.  
Afm      Area dei ferri lato monte.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	206,01	2280,22	S	4393,69	0,0	32,22
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	566,39	3184,69	S	5781,32	0,0	10,67
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1025,28	4112,1	S	7188,34	0,0	5,91
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1211,9	4420,96	S	7650,32	0,0	5,1
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1649,94	5076,31	S	8615,38	0,0	4,0
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	2396,68	6084,15	S	10064,45	0,0	3,02

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (300,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (300,0/345,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
345,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
285,0	225,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
225,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
165,0	145,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
145,0	105,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
105,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0

19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	345,0	285,0	128,94	44,49	305,0	305,0
2	285,0	225,0	386,83	133,46	251,67	251,67
3	225,0	165,0	644,72	222,43	193,0	193,0
4	165,0	145,0	272,21	93,91	154,82	154,82
5	145,0	105,0	625,32	219,21	124,44	124,35
6	105,0	45,0	1133,84	409,4	73,96	73,82
7	45,0	0,0	1005,6	368,62	22,0	21,99

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,68	-0,63	-0,25

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-115,43	-45,0	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	4197,46	1491,51	396,05
Peso muro	20,1	1500,0	-2278,83
Peso fondazione	45,23	3375,0	-5052,32
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	94,07	7020,0	-16139,88
Spinte fondazione	-115,43	-45,0	-17,31
	<b>4241,43</b>	<b>13341,51</b>	<b>-23092,29</b>

Momento stabilizzante	-28171,54	kgm
Momento ribaltante	5079,24	kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	4356,86 kg
Sommatoria forze verticali	13386,51 kg
Coefficiente di attrito	0,43
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	13386,51 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	4356,86 kg
Resistenza terreno	5809,61 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,33</b>

**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-28171,54 kgm
Momento ribaltante	5079,24 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>5,55</b>

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

---

Somma forze in direzione x	4241,43 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	13341,51 kg
Somma momenti	-23092,29 kgm
Larghezza fondazione	300,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	23,09 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,11
sc	1,12
sg	0,9
iq	0,72
ic	0,68
ig	0,6
Carico limite verticale (Qlim)	110305,4 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>8,27</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	173,09 cm
Larghezza della fondazione	300,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,24 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 300,0 cm	Tensione... 0,65 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

---

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
135,0	-115,43	-3004,0	-1767,24	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	121,09	15041,18	S	15242,93	0,0	5,08

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
165,0	1005,6	2502,51	-2422,42	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-1014,31	14818,78	S	15085,99	0,0	6,03

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0134
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0067

#### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
345,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
285,0	225,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
225,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
165,0	145,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
145,0	105,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	
105,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	345,0	285,0	149,29	38,38	305,0	305,0
2	285,0	225,0	447,86	115,13	251,67	251,67
3	225,0	165,0	746,44	191,88	193,0	193,0
4	165,0	145,0	315,16	81,02	154,82	154,82

5	145,0	105,0	722,49	192,56	124,46	124,24
6	105,0	45,0	1304,93	371,32	73,98	73,67

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py      Peso del muro (kg);  
Px      Forza inerziale (kg);  
Xp, Yp   Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
285,0	2,17	162,0	158,9	313,3
225,0	5,07	378,0	157,8	279,3
165,0	8,68	648,0	156,6	243,7
145,0	10,04	749,25	156,2	231,7
105,0	13,02	972,0	155,4	207,2
45,0	18,09	1350,0	154,2	170,0

### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
285,0	151,46	200,38	26,33	14,0
225,0	602,22	531,51	221,76	18,0
165,0	1352,27	993,39	761,98	22,0
145,0	1668,79	1175,65	1049,59	23,3
105,0	2394,26	1590,96	1821,54	26,0
45,0	3704,25	2340,29	3558,44	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv      Area dei ferri lato valle.  
Afm      Area dei ferri lato monte.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	206,01	2280,22	S	4391,98	0,0	29,06
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	529,38	3182,3	S	5777,81	0,0	9,61
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	993,42	4109,35	S	7183,08	0,0	5,32

3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1176,03	4417,65	S	7644,51	0,0	4,59
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1600,06	5071,0	S	8608,51	0,0	3,6
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	2340,74	6077,09	S	10056,36	0,0	2,72

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (300, 0/0, 0)$   
Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (300, 0/345, 0)$   
Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
345,0	285,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
285,0	225,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
225,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
165,0	145,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
145,0	105,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
105,0	45,0	1800,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,01
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	345,0	285,0	143,46	48,93	305,0	305,0
2	285,0	225,0	430,37	146,8	251,67	251,67
3	225,0	165,0	717,29	244,67	193,0	193,0
4	165,0	145,0	302,85	103,31	154,82	154,82
5	145,0	105,0	695,73	241,13	124,44	124,35
6	105,0	45,0	1261,61	450,34	73,96	73,82
7	45,0	0,0	1118,97	405,48	22,0	21,99

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,68	-0,63	-0,25

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);

Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-115,43	-45,0	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	4670,27	1640,66	496,99
Peso muro	27,14	1350,0	-2035,57
Peso fondazione	61,05	3037,5	-4542,51
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	141,1	7020,0	-16049,07
Spinte fondazione	-115,43	-45,0	-17,31
	<b>4784,13</b>	<b>13003,16</b>	<b>-22147,47</b>

Momento stabilizzante -27881,44 kgm  
 Momento ribaltante 5733,97 kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali 4899,56 kg  
 Sommatoria forze verticali 13048,16 kg  
 Coefficiente di attrito 0,43  
 Adesione 0,0 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento 13048,16 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento 4899,56 kg  
 Resistenza terreno 5665,69 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd 1,16**

**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -27881,44 kgm  
 Momento ribaltante 5733,97 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 4,86**

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x 4784,13 kg

Somma forze in direzione y (Fy)	13003,16 kg
Somma momenti	-22147,47 kgm
Larghezza fondazione	300,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	20,32 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,11
sc	1,12
sg	0,9
iq	0,69
ic	0,64
ig	0,56
Carico limite verticale (Qlim)	106831,5 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>8,22</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	170,32 cm
Larghezza della fondazione	300,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,26 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 300,0 cm	Tensione... 0,61 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
135,0	-115,43	-3220,0	-1954,44	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);

Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	121,09	15041,18	S	15242,93	0,0	4,74

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
165,0	1118,97	2868,66	-2805,96	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-1128,69	14796,37	S	15070,11	0,0	5,26

## MURO DI SOSTEGNO H=2,00m

### Dati generali

---

Calcolo di resistenza

Stati limiti ultimi

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

---

---

#### Dati generali

Descrizione: CASOLI  
Latitudine: 42,12  
Longitudine: 14,29  
Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe III  
Vita nominale: 50,0 [anni]  
Vita di riferimento: 75,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,61	2,46	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,48	0,33
S.L.V.	712,0	1,86	2,51	0,37
S.L.C.	1462,0	2,4	2,52	0,37

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,732	0,18	0,0134	0,0067
S.L.D.	0,912	0,18	0,0167	0,0084
S.L.V.	2,232	0,24	0,0546	0,0273
S.L.C.	2,7679	0,31	0,0875	0,0438

#### Dati generali muro

---

Altezza muro 200,0 cm  
Spessore testa muro 10,0 cm  
Risega muro lato valle 20,0 cm  
Risega muro lato monte 0,0 cm  
Sporgenza mensola a valle 85,0 cm  
Sporgenza mensola a monte 85,0 cm  
Svaso mensola a valle 0,0 cm

Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	45,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	45,0 cm

### Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

#### Classe conglomerato Rck 300

Fattore parziale di sicurezza calcestruzzo	1,6
Resistenza a compressione di calcolo fcd	132,28 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo fctd	11,19 Kg/cm <sup>2</sup>

#### Acciaio Tipo FeB 44K

Modulo elastico	2100000 Kg/cm <sup>2</sup>
Fattore parziale di sicurezza acciaio	1,15
fyk (Tensione caratteristica snervamento)	4300 Kg/cm <sup>2</sup>
fyd (Resistenza ultima di calcolo)	3739,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione ultima di calcolo	0,01

Copriferro, Elevazione	3,0 cm
Copriferro, Fondazione	3,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	3,0 cm

### Stratigrafia

- DH Passo minimo  
 Eps Inclinazione dello strato.  
 Gamma Peso unità di volume  
 Fi Angolo di resistenza a taglio  
 c Coesione  
 Delta Angolo di attrito terra muro  
 P.F. Presenza di falda (Si/No)

Ns	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Delta (°)	P.F.	Litologia	Descrizione
1	200	0	1700,00	24	0,00	15	No		Terreno vegetale
2	245	0	1800,00	28	0,00	21	No		Sabbia limosa mediamente addensata

### FATTORI DI COMBINAZIONE

#### A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
-----	-----------	-----------------------

1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,50
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A1+M1+R1

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0134  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0067

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
245,0	205,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
205,0	165,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
165,0	125,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
125,0	85,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
85,0	45,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0
15,0	0,38	0,39	0,01	0,36	0,1	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	245,0	205,0	51,05	13,68	218,33	218,33
2	205,0	165,0	153,14	41,03	182,78	182,78
3	165,0	125,0	255,23	68,39	143,67	143,67
4	125,0	85,0	357,32	95,74	104,05	104,05
5	85,0	45,0	459,42	123,1	64,26	64,26

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py      Peso del muro (kg);  
Px      Forza inerziale (kg);  
Xp, Yp   Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
205,0	2,09	156,0	108,9	223,9
165,0	4,88	364,0	107,8	201,2
125,0	8,36	624,0	106,6	177,5
85,0	12,54	936,0	105,4	153,1
45,0	17,42	1300,0	104,2	128,3

### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
205,0	53,14	169,68	4,84	14,0
165,0	209,06	418,71	45,01	18,0
125,0	467,78	747,1	159,76	22,0
85,0	829,28	1154,85	387,69	26,0
45,0	1293,58	1641,95	767,6	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv      Area dei ferri lato valle.  
Afm      Area dei ferri lato monte.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	166,6	2278,51	S	4388,36	0,0	82,77
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	418,18	3175,1	S	5763,71	0,0	27,62
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	748,47	4088,23	S	7151,17	0,0	15,31
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1149,22	5022,96	S	8550,64	0,0	10,32
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1651,58	5990,03	S	9962,08	0,0	7,71

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (200, 0/0, 0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (200, 0/245, 0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
245,0	205,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
205,0	165,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
165,0	125,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
125,0	85,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
85,0	45,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
24,0	0,37	0,38	0,01	0,34	0,15	0,01	0,01
21,3	0,32	0,33	0,01	0,3	0,12	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	245,0	205,0	47,31	21,06	218,33	218,33
2	205,0	165,0	141,93	63,19	182,78	182,78
3	165,0	125,0	236,55	105,32	143,67	143,67
4	125,0	85,0	331,17	147,44	104,05	104,05
5	85,0	45,0	425,78	189,57	64,26	64,26
6	45,0	0,0	588,38	258,85	21,78	21,87

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	28,0	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,82	-0,77	-0,3

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-139,95	-54,45	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	1771,11	785,44	-121,99
Peso muro	17,42	1300,0	-1332,25
Peso fondazione	39,2	2925,0	-2916,18
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	38,73	3757,0	-5861,12
Spinte fondazione	-139,95	-54,45	-20,99
	<b>1726,5</b>	<b>8712,99</b>	<b>-10252,54</b>

Momento stabilizzante -11767,76 kgm  
 Momento ribaltante 1515,22 kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali 1866,45 kg  
 Sommatoria forze verticali 8767,44 kg  
 Coefficiente di attrito 0,53  
 Adesione 0,0 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento 8767,44 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento 1866,45 kg  
 Resistenza terreno 4801,68 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd 2,57**  
**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -11767,76 kgm  
 Momento ribaltante 1515,22 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 7,77**  
**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x 1726,5 kg  
 Somma forze in direzione y (Fy) 8712,99 kg

Somma momenti	-10252,54 kgm
Larghezza fondazione	200,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	17,67 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	28,0 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1700,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	14,72
Nc	25,8
Ng	16,72
sq	1,09
sc	1,09
sg	0,93
iq	0,8
ic	0,78
ig	0,7
Carico limite verticale (Qlim)	115405,8 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>13,25</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

#### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	117,67 cm
Larghezza della fondazione	200,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,2 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 200,0 cm	Tensione... 0,67 Kg/cm <sup>2</sup>

#### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
85,0	-139,95	-1386,95	-483,69	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);

Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	139,89	15044,86	S	15246,36	0,0	11,0

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
115,0	588,38	88,19	-259,54	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-596,23	14900,68	S	15144,4	0,0	171,83

### A2+M2+R2

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0134  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0067

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;

c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
245,0	205,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
205,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
165,0	125,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
125,0	85,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
85,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	245,0	205,0	59,66	15,51	218,33	218,33
2	205,0	165,0	178,99	46,52	182,78	182,78
3	165,0	125,0	298,32	77,53	143,67	143,67
4	125,0	85,0	417,65	108,54	104,05	104,05
5	85,0	45,0	536,98	139,55	64,26	64,26

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
205,0	1,61	120,0	108,9	223,9
165,0	3,75	280,0	107,8	201,2
125,0	6,43	480,0	106,6	177,5
85,0	9,65	720,0	105,4	153,1
45,0	13,4	1000,0	104,2	128,3

### Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
205,0	61,27	135,51	6,09	14,0
165,0	242,41	342,02	54,69	18,0
125,0	543,42	619,55	191,89	22,0
85,0	964,28	968,09	463,32	26,0
45,0	1505,02	1387,64	914,73	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	127,16	2276,8	S	4384,33	0,0	71,72
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	343,89	3170,29	S	5754,12	0,0	23,78
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	620,16	4077,15	S	7134,65	0,0	13,15
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	972,96	5004,17	S	8525,86	0,0	8,85
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1396,66	5957,82	S	9927,75	0,0	6,6

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (200,0/0,0)  
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (200,0/245,0)  
Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
245,0	205,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
205,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
165,0	125,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
125,0	85,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
85,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
45,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	245,0	205,0	57,31	19,77	218,33	218,33
2	205,0	165,0	171,93	59,31	182,78	182,78
3	165,0	125,0	286,54	98,86	143,67	143,67

4	125,0	85,0	401,16	138,4	104,05	104,05
5	85,0	45,0	515,78	177,94	64,26	64,26
6	45,0	0,0	711,8	247,74	21,79	21,73

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,68	-0,63	-0,25

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-115,43	-45,0	15,0	15,0

#### Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);

	Fx	Fy	M

Spinta terreno	2144,51	742,03	270,93
Peso muro	13,4	1000,0	-1024,81
Peso fondazione	30,15	2250,0	-2243,22
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	38,73	2890,0	-4495,6
Spinte fondazione	-115,43	-45,0	-17,31
	<b>2111,36</b>	<b>6837,03</b>	<b>-7510,0</b>

---

Momento stabilizzante	-9327,8	kgm
Momento ribaltante	1817,8	kgm

### Verifica alla traslazione

---

Sommatoria forze orizzontali	2226,79 kg
Sommatoria forze verticali	6882,03 kg
Coefficiente di attrito	0,43
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	6882,03 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	2226,79 kg
Resistenza terreno	3042,82 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,37</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

### Verifica al ribaltamento

---

Momento stabilizzante	-9327,8 kgm
Momento ribaltante	1817,8 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>5,13</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

---

Somma forze in direzione x	2111,36 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	6837,03 kg
Somma momenti	-7510,0 kgm
Larghezza fondazione	200,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	9,84 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1700,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,08
sc	1,09

sg	0,93
iq	0,76
ic	0,73
ig	0,66
Carico limite verticale (Qlim)	76236,52 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>11,15</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	109,84 cm
Larghezza della fondazione	200,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,24 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 200,0 cm	Tensione... 0,44 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
85,0	-115,43	-1502,0	-598,17	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	121,09	15041,18	S	15242,93	0,0	10,16

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);

M Momento (kgm);  
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
115,0	711,8	1190,53	-775,38	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
Afs Area dei ferri superiori.  
Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-710,05	14878,39	S	15127,12	0,0	12,71

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0134  
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0067

#### CALCOLO SPINTE

##### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
Qf Quota finale strato  
Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
Eps Inclinazione dello strato. (°);  
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
Delta Angolo attrito terra muro;  
c Coesione (Kg/cm²);  
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
245,0	205,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
205,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
165,0	125,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
125,0	85,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
85,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0
15,0	0,44	0,45	0,01	0,43	0,11	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	245,0	205,0	66,35	17,06	218,33	218,33
2	205,0	165,0	199,05	51,17	182,78	182,78
3	165,0	125,0	331,75	85,28	143,67	143,67
4	125,0	85,0	464,45	119,39	104,05	104,05
5	85,0	45,0	597,15	153,51	64,26	64,26

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py	Peso del muro (kg);
Px	Forza inerziale (kg);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
205,0	1,45	108,0	108,9	223,9
165,0	3,38	252,0	107,8	201,2
125,0	5,79	432,0	106,6	177,5
85,0	8,68	648,0	105,4	153,1
45,0	12,06	900,0	104,2	128,3

### Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);

Fy Forza in direzione y (kg);  
M Momento (kgm);  
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
205,0	67,8	125,06	6,95	14,0
165,0	268,78	320,22	61,66	18,0
125,0	602,94	585,51	215,49	22,0
85,0	1070,29	920,9	519,37	26,0
45,0	1670,81	1326,4	1024,35	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
Afm Area dei ferri lato monte.  
Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	127,16	2276,8	S	4383,1	0,0	64,8
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	325,3	3169,09	S	5751,4	0,0	21,44
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	577,31	4073,46	S	7130,24	0,0	11,84
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	922,5	4998,79	S	8519,6	0,0	7,97
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1325,68	5948,85	S	9919,48	0,0	5,94

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (200,0/0,0)  
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (200,0/245,0)  
Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
Qf Quota finale strato  
Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
Eps Inclinazione dello strato. (°);  
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
Delta Angolo attrito terra muro;  
c Coesione (Kg/cm²);  
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
----	----	-------	-----	----	-------	---	---	------

245,0	205,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0
205,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0
165,0	125,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0
125,0	85,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0
85,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0
45,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

- $\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
19,61	0,43	0,44	0,01	0,41	0,15	0,01	0,0
21,3	0,38	0,39	0,01	0,36	0,14	0,01	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

- Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota fine strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	245,0	205,0	63,76	21,75	218,33	218,33
2	205,0	165,0	191,28	65,25	182,78	182,78
3	165,0	125,0	318,79	108,74	143,67	143,67
4	125,0	85,0	446,31	152,24	104,05	104,05
5	85,0	45,0	573,83	195,74	64,26	64,26
6	45,0	0,0	791,94	272,51	21,79	21,73

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

- Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);

Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,68	-0,63	-0,25

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-115,43	-45,0	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	2385,91	816,23	320,07
Peso muro	18,09	900,0	-914,59
Peso fondazione	40,7	2025,0	-2015,84
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	58,09	2890,0	-4467,52
Spinte fondazione	-115,43	-45,0	-17,31
	<b>2387,37</b>	<b>6586,23</b>	<b>-7095,2</b>

Momento stabilizzante	-9147,01	kgm
Momento ribaltante	2051,81	kgm

### Verifica alla traslazione

---

Sommatoria forze orizzontali	2502,79 kg
Sommatoria forze verticali	6631,23 kg
Coefficiente di attrito	0,43
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	6631,23 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	2502,79 kg
Resistenza terreno	2936,13 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,17</b>

**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

---

Momento stabilizzante	-9147,01 kgm
Momento ribaltante	2051,81 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4,46</b>

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

---

Somma forze in direzione x	2387,37 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	6586,23 kg
Somma momenti	-7095,2 kgm
Larghezza fondazione	200,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	7,73 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1700,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,08
sc	1,09
sg	0,93
iq	0,73
ic	0,7
ig	0,62
Carico limite verticale (Qlim)	74728,96 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>11,35</b>

**Carico limite verificato Csq>1**

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione 107,73 cm  
 Larghezza della fondazione 200,0 cm

x = 0,0 cm Tensione... 0,25 Kg/cm<sup>2</sup>  
 x = 200,0 cm Tensione... 0,41 Kg/cm<sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
85,0	-115,43	-1611,5	-656,54	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	3Ø16 (6,03)	121,09	15041,18	S	15242,93	0,0	9,47

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
115,0	791,94	1394,98	-907,29	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.

Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-786,01	14863,51	S	15115,9		

### MURO DI SOSTEGNO H=1,50m

#### Dati generali

Calcolo di resistenza

Stati limiti ultimi

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Descrizione:	CASOLI
Latitudine:	42,12
Longitudine:	14,29
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,61	2,46	0,31
S.L.D.	75,0	0,76	2,48	0,33
S.L.V.	712,0	1,86	2,51	0,37
S.L.C.	1462,0	2,4	2,52	0,37

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]

S.L.O.	0,732	0,18	0,0134	0,0067
S.L.D.	0,912	0,18	0,0167	0,0084
S.L.V.	2,232	0,24	0,0546	0,0273
S.L.C.	2,7679	0,31	0,0875	0,0438

### Dati generali muro

Altezza muro	150,0 cm
Spessore testa muro	10,0 cm
Risega muro lato valle	20,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	60,0 cm
Sporgenza mensola a monte	60,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Svaso mensola a monte	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	45,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	45,0 cm

### Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

#### Classe conglomerato Rck 300

Fattore parziale di sicurezza calcestruzzo	1,6
Resistenza a compressione di calcolo $f_{cd}$	132,28 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo $f_{ctd}$	11,19 Kg/cm <sup>2</sup>

#### Acciaio Tipo FeB 44K

Modulo elastico	2100000 Kg/cm <sup>2</sup>
Fattore parziale di sicurezza acciaio	1,15
$f_{yk}$ (Tensione caratteristica snervamento)	4300 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ (Resistenza ultima di calcolo)	3739,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione ultima di calcolo	0,01

Copriferro, Elevazione	3,0 cm
Copriferro, Fondazione	3,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	3,0 cm

### Stratigrafia

DH	Passo minimo
Eps	Inclinazione dello strato.
Gamma	Peso unità di volume
Fi	Angolo di resistenza a taglio
c	Coesione
Delta	Angolo di attrito terra muro
P.F.	Presenza di falda (Si/No)

Ns	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Delta (°)	P.F.	Litologia	Descrizione
1	195	0	1700,00	24	0,00	15	No		Terreno vegetale

2	200	0	1800,00	28	0,00	21	No		Sabbia limosa mediamente addensata
---	-----	---	---------	----	------	----	----	--	---------------------------------------

### FATTORI DI COMBINAZIONE

#### A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### EQU+M2 (Ribaltamento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00

	4	Spinta falda	1,50
	5	Spinta sismica in x	1,50
	6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

### A1+M1+R1

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
195,0	165,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
165,0	135,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
135,0	105,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
105,0	75,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
75,0	45,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

15,0	0,38	0,0	0,0	0,36	0,1	0,0	0,0
15,0	0,38	0,0	0,0	0,36	0,1	0,0	0,0
15,0	0,38	0,0	0,0	0,36	0,1	0,0	0,0
15,0	0,38	0,0	0,0	0,36	0,1	0,0	0,0
15,0	0,38	0,0	0,0	0,36	0,1	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	195,0	165,0	27,82	7,46	175,0	175,0
2	165,0	135,0	83,47	22,37	148,33	148,33
3	135,0	105,0	139,12	37,28	119,0	119,0
4	105,0	75,0	194,77	52,19	89,29	89,29
5	75,0	45,0	250,42	67,1	59,44	59,44

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
165,0	0,0	117,0	83,9	179,2
135,0	0,0	273,0	82,8	162,1
105,0	0,0	468,0	81,6	144,4
75,0	0,0	702,0	80,4	126,1
45,0	0,0	975,0	79,2	107,5

### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
165,0	27,82	124,46	1,21	14,0
135,0	111,3	302,82	14,81	18,0
105,0	250,42	535,1	56,32	22,0
75,0	445,19	821,29	140,79	26,0
45,0	695,61	1161,39	283,37	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	127,16	2276,8	S	4383,03	0,0	157,88
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	306,7	3167,88	S	5749,22	0,0	51,75
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	534,43	4069,75	S	7123,71	0,0	28,49
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	821,45	4988,02	S	8506,38	0,0	19,13
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	1169,27	5929,08	S	9897,21	0,0	14,24

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (150,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (150,0/195,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
195,0	165,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
165,0	135,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
135,0	105,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
105,0	75,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
75,0	45,0	1700,0	0,0	24,0	24,0	0,0	0,0	
45,0	1,0	1700,0	0,0	24,0	15,0	0,0	0,0	
1,0	0,0	1800,0	0,0	28,0	21,3	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
24,0	0,37	0,0	0,0	0,34	0,15	0,0	0,0
24,0	0,37	0,0	0,0	0,34	0,15	0,0	0,0
24,0	0,37	0,0	0,0	0,34	0,15	0,0	0,0
24,0	0,37	0,0	0,0	0,34	0,15	0,0	0,0
24,0	0,37	0,0	0,0	0,34	0,15	0,0	0,0
15,0	0,38	0,0	0,0	0,36	0,1	0,0	0,0
21,3	0,32	0,0	0,0	0,3	0,12	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	195,0	165,0	25,73	11,46	175,0	175,0
2	165,0	135,0	77,19	34,37	148,33	148,33
3	135,0	105,0	128,65	57,28	119,0	119,0
4	105,0	75,0	180,11	80,19	89,29	89,29
5	75,0	45,0	231,57	103,1	59,44	59,44
6	45,0	1,0	437,23	184,06	22,0	22,36
7	1,0	0,0	11,32	4,56	0,5	0,5

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	28,0	21,3	0,0	180,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_p$  Coefficiente di resistenza passiva.  
 $K_{px}, K_{py}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
201,3	0,83	-0,77	-0,3

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$  Quota inizio strato.  
 $Q_f$  Quota inizio strato.  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	45,0	0,0	-141,08	-54,9	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

$F_x$  Forza in direzione x (kg);  
 $F_y$  Forza in direzione y (kg);  
 $M$  Momento (kgm);

	$F_x$	$F_y$	$M$
Spinta terreno	1091,81	475,01	-5,19
Peso muro	0,0	975,0	-772,2
Peso fondazione	0,0	2193,75	-1645,31
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,0	1989,0	-2386,8
Spinte fondazione	-141,08	-54,9	-21,16
	<b>950,73</b>	<b>5577,86</b>	<b>-4830,67</b>

Momento stabilizzante	-5516,83	kgm
Momento ribaltante	686,16	kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	1091,81 kg
Sommatoria forze verticali	5632,76 kg
Coefficiente di attrito	0,53
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	5632,76 kg

Forze parall. al piano di scorrimento	1091,81 kg
Resistenza terreno	3136,07 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>2,87</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

#### Verifica al ribaltamento

---

Momento stabilizzante	-5516,83 kgm
Momento ribaltante	686,16 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>8,04</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

#### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

---

Somma forze in direzione x	950,73 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	5577,86 kg
Somma momenti	-4830,67 kgm
Larghezza fondazione	150,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	11,6 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	28,0 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1700,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	14,72
Nc	25,8
Ng	16,72
sq	1,07
sc	1,07
sg	0,95
iq	0,83
ic	0,82
ig	0,76
Carico limite verticale (Qlim)	87731,48 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>15,73</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

#### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	86,6 cm
Larghezza della fondazione	150,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,2 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 150,0 cm	Tensione... 0,54 Kg/cm <sup>2</sup>

#### MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
60,0	-141,08	-787,4	-200,25	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	139,89	15044,86	S	15246,52	0,0	19,38

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
90,0	11,32	29,51	-111,05	45,0

#### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

3Ø16 (6,03) 4Ø16 (8,04) -10,59 15015,39 S 15225,18 0,0 516,27

**A2+M2+R2**

**CALCOLO SPINTE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
195,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
165,0	135,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
135,0	105,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
105,0	75,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
75,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	195,0	165,0	32,55	8,72	175,0	175,0
2	165,0	135,0	97,65	26,17	148,33	148,33
3	135,0	105,0	162,75	43,61	119,0	119,0
4	105,0	75,0	227,85	61,05	89,29	89,29
5	75,0	45,0	292,96	78,5	59,44	59,44

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py      Peso del muro (kg);  
Px      Forza inerziale (kg);  
Xp, Yp   Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
165,0	0,0	90,0	83,9	179,2
135,0	0,0	210,0	82,8	162,1
105,0	0,0	360,0	81,6	144,4
75,0	0,0	540,0	80,4	126,1
45,0	0,0	750,0	79,2	107,5

### Sollecitazioni sul muro

Quota    Origine ordinata minima del muro (cm).  
Fx      Forza in direzione x (kg);  
Fy      Forza in direzione y (kg);  
M      Momento (kgm);  
H      Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
165,0	32,55	98,72	1,83	14,0
135,0	130,2	244,89	19,3	18,0
105,0	292,96	438,5	70,76	22,0
75,0	520,81	679,55	174,26	26,0
45,0	813,77	968,05	347,91	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv      Area dei ferri lato valle.  
Afm      Area dei ferri lato monte.  
Nu      Sforzo normale ultimo (kg);  
Mu      Momento flettente ultimo (kgm);  
Vcd      Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
Vwd      Resistenza a taglio piegati (kg);  
Sic. VT   Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
Vsdu      Taglio di calcolo (kg);

Afv                      Afm                      Nu                      Mu                      Ver.                      Vcd                      Vwd                      Sic. VT

3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	100,85	2275,66	S	4380,0	0,0	134,87
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	250,87	3164,27	S	5741,98	0,0	44,18
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	437,79	4061,41	S	7111,19	0,0	24,31
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	669,56	4971,82	S	8487,57	0,0	16,32
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	969,69	5903,84	S	9871,1	0,0	12,14

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (150,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (150,0/195,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
195,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
165,0	135,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
135,0	105,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
105,0	75,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
75,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
45,0	1,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
1,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0

19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
21,3	0,38	0,0	0,0	0,36	0,14	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	195,0	165,0	31,22	11,12	175,0	175,0
2	165,0	135,0	93,67	33,36	148,33	148,33
3	135,0	105,0	156,12	55,61	119,0	119,0
4	105,0	75,0	218,57	77,85	89,29	89,29
5	75,0	45,0	281,02	100,09	59,44	59,44
6	45,0	1,0	527,97	181,88	22,03	22,24
7	1,0	0,0	13,62	4,57	0,5	0,5

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,69	-0,64	-0,25

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-116,55	-45,45	15,0	15,0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	1322,2	464,49	161,21
Peso muro	0,0	750,0	-594,0
Peso fondazione	0,0	1687,5	-1265,63
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,0	1530,0	-1836,0
Spinte fondazione	-116,55	-45,45	-17,48
	<b>1205,65</b>	<b>4386,54</b>	<b>-3551,9</b>

Momento stabilizzante -4392,35 kgm  
 Momento ribaltante 840,46 kgm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali 1322,2 kg  
 Sommatoria forze verticali 4431,99 kg  
 Coefficiente di attrito 0,43  
 Adesione 0,0 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento 4431,99 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento 1322,2 kg  
 Resistenza terreno 2001,77 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd 1,51**  
**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -4392,35 kgm  
 Momento ribaltante 840,46 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 5,23**  
**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

---

Somma forze in direzione x	1205,65 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	4386,54 kg
Somma momenti	-3551,9 kgm
Larghezza fondazione	150,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	5,97 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	1700,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,94
iq	0,8
ic	0,78
ig	0,71
Carico limite verticale (Qlim)	58707,43 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>13,38</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	80,97 cm
Larghezza della fondazione	150,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,22 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 150,0 cm	Tensione... 0,36 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

---

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
60,0	-116,55	-873,45	-250,4	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
-----	---------------------------

Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	121,09	15041,18	S	15243,09	0,0	17,46

### MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
90,0	13,62	663,49	-325,34	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-10,59	15015,39	S	15224,86	0,0	22,96

### EQU+M2 (Ribaltamento)

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);

Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
195,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
165,0	135,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
135,0	105,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
105,0	75,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
75,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	195,0	165,0	35,81	9,59	175,0	175,0
2	165,0	135,0	107,42	28,78	148,33	148,33
3	135,0	105,0	179,03	47,97	119,0	119,0
4	105,0	75,0	250,64	67,16	89,29	89,29
5	75,0	45,0	322,25	86,35	59,44	59,44

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )

Py	Peso del muro (kg);
Px	Forza inerziale (kg);

Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
165,0	0,0	81,0	83,9	179,2
135,0	0,0	189,0	82,8	162,1
105,0	0,0	324,0	81,6	144,4
75,0	0,0	486,0	80,4	126,1
45,0	0,0	675,0	79,2	107,5

### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
165,0	35,81	90,59	2,18	14,0
135,0	143,22	227,38	21,98	18,0
105,0	322,25	410,35	79,71	22,0
75,0	572,89	639,51	195,36	26,0
45,0	895,14	914,85	389,0	30,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
 Afm Area dei ferri lato monte.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	87,69	2275,09	S	4379,04	0,0	122,58
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	232,24	3163,06	S	5739,79	0,0	40,15
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	405,53	4058,63	S	7107,55	0,0	22,09
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	644,21	4969,12	S	8482,26	0,0	14,82
3Ø16 (6,03)	3Ø16 (6,03)	912,56	5896,62	S	9863,92	0,0	11,03

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (150,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (150,0/195,0)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
195,0	165,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
165,0	135,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
135,0	105,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
105,0	75,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
75,0	45,0	1700,0	0,0	19,61	19,61	0,0	0,0	
45,0	1,0	1700,0	0,0	19,61	15,0	0,0	0,0	
1,0	0,0	1800,0	0,0	23,04	21,3	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
19,61	0,43	0,0	0,0	0,41	0,15	0,0	0,0
15,0	0,44	0,0	0,0	0,43	0,11	0,0	0,0
21,3	0,38	0,0	0,0	0,36	0,14	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	195,0	165,0	34,35	12,23	175,0	175,0
2	165,0	135,0	103,04	36,7	148,33	148,33
3	135,0	105,0	171,73	61,17	119,0	119,0
4	105,0	75,0	240,43	85,64	89,29	89,29
5	75,0	45,0	309,12	110,1	59,44	59,44
6	45,0	1,0	580,77	200,06	22,03	22,24
7	1,0	0,0	14,99	5,03	0,5	0,5

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
45,0	0,0	1800,0	180,0	23,04	21,3	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
201,3	0,69	-0,64	-0,25

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	45,0	0,0	-116,55	-45,45	15,0	15,0

#### Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kg);
----	----------------------------

Fy Forza in direzione y (kg);  
M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	1454,42	510,93	177,33
Peso muro	0,0	675,0	-534,6
Peso fondazione	0,0	1518,75	-1139,06
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,0	1530,0	-1836,0
Spinte fondazione	-116,55	-45,45	-17,48
	<b>1337,87</b>	<b>4189,24</b>	<b>-3349,82</b>

Momento stabilizzante -4276,07 kgm  
Momento ribaltante 926,25 kgm

#### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	1454,42 kg
Sommatoria forze verticali	4234,69 kg
Coefficiente di attrito	0,43
Adesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	4234,69 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	1454,42 kg
Resistenza terreno	1917,85 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,32</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

#### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-4276,07 kgm
Momento ribaltante	926,25 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4,62</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

#### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	1337,87 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	4189,24 kg
Somma momenti	-3349,82 kgm
Larghezza fondazione	150,0 cm
Lunghezza	1000,0 cm
Eccentricità su B	4,96 cm
Peso unità di volume	1800,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,04 °
Coesione	0,0 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	45,0 cm

Peso terreno sul piano di posa	1700,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	8,7
Nc	18,1
Ng	8,25
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,94
iq	0,78
ic	0,75
ig	0,68
Carico limite verticale (Qlim)	57747,75 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>13,78</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	79,96 cm
Larghezza della fondazione	150,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	0,22 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 150,0 cm	Tensione... 0,33 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
60,0	-116,55	-913,95	-265,79	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø16 (8,04)	3Ø16 (6,03)	121,09	15041,18	S	15243,09	0,0	16,69

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
90,0	14,99	773,43	-375,48	45,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
3Ø16 (6,03)	4Ø16 (8,04)	-10,59	15015,39	S	15224,67	0,0	19,7

**Il Tecnico**


  
 dott.arch. *Umberto Di Renzo*
  
