PROVINCIA DI IMPERIA

COMUNE DI COSIO D'ARROSCIA

DGR 564/2024 - L.R. n.8/2024 art.5 c.2
CEDIMENTI ATTRAVERSAMENTI STRADALI SP 3
CUP I67H24000330002

Studio Tecnico Associato FERRI – GAZZANO

INGEGNERIA & ARCHITETTURA

IL TECNICO: dott. ing. Guido FERRI

RELAZIONE SUI MATERIALI , DI CALCOLO E GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI MURO A GRAVITA'

TAVOLA

Scala: 1:25

Data :
Civezza
OTTOBRE 2024

Studio Tecnico Associato
FERRI - GAZZANO
INGEGNERIA & ARCHITETTURA
sede legale:
Via Dante 15/A
18017 Civezza (IM)
tel. e fax 0183\92673
P.IVA 01217670080

ADEMPIMENTI:

COMMITTENTE:
PROVINCIA DI IMPERIA

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilitàdei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:
- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valodi di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.
I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ. In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.
I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:
- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio *(W)*, carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura *(R e C)* e resistenza per coesione lungo la parete *(A)*;
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.
La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.
Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.
Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata *z*. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa, al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume efficace

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).
La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.
Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta *S'* considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

dove $\theta = \text{arctg}(k_h/(1\pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h.
In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Detta *S* la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente *A* vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta\cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente *A* si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ.
Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente *A* viene posto pari a 1.
Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.
Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

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

dove *W* è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.
Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r.
Deve quindi essere verificata la seguente diseguaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta *S*, dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.
Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento sisulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.
La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta *N* la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito

terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 percento.
Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f, diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normaledella risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q. Cioè, detto Q_u, il carico limite ed *R* la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:
c coesione del terreno in fondazione
ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione
γ peso di volume del terreno in fondazione
B larghezza della fondazione
D profondità del piano di posa
q pressione geostatica alla quota del piano di posa
N fattori di capacità portante
d fattori di profondità del piano di posa
i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1)\cot\varphi$	$N_q = e^{\pi \tan\varphi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi)$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 1 + 0.2\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.2\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1\frac{D}{B}\sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta°}{\varphi°}\right)^2$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo R_e

$R_e = 1.0 - 2.0\frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con e eccentricità del carico e B la dimensione minore della fondazione.

Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo r_γ del solo termine sul peso di volume (0.5 B γ N_γ) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log \frac{B}{2{,}0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro.
Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^{n} \left[\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + (W_i \cos \alpha_i - u_i l_i) \tan \varphi_i \right]}{\sum_{i=0}^{n} W_i \sin \alpha_i}$$

dove *n* è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i/\cos\alpha_i$). Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in *n* strisce e dalla formula precedente si ricava η. Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato ed è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cmq]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cmq]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Pietrame

γ	Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kg/cmq]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kg/cmq]

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kg/mc]	R_{ck} [kg/cmq]	E [kg/cmq]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	2500,00	250,00	306659	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kg/cmq]	f_{uk} [kg/cmq]

Pietrame

n°	Descr	γ [kg/mc]	σ_{cp} [kg/cmq]	ϕ [°]	τ_p [kg/cmq]
4	Pietrame	2700,00	30,00	60.00	0,00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	3,20	0,00	0.000
3	8,40	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	11,00	[m]

Paramento

Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	3,00	[m]
Altezza paramento libero	3,00	[m]
Spessore in sommità	0,65	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,18	[m]
Inclinazione paramento esterno	10,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	2,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	3,18	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,00	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

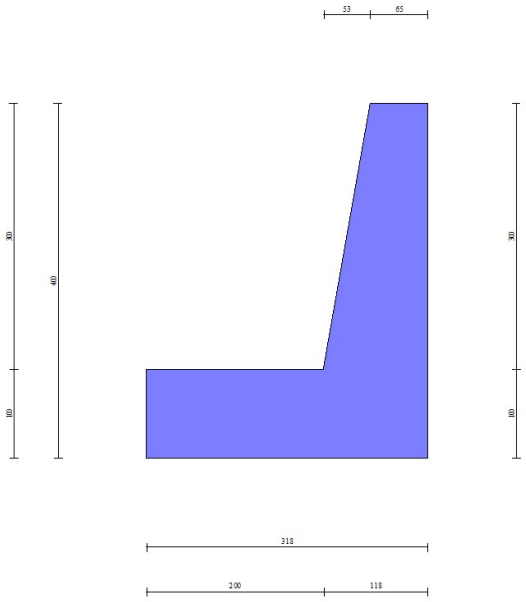


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cmq]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τ_l	
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*		*[kg/cmq]*	
1	COLTRE DETRITICA	1800,00	2000,00	33.000	18.670	0,10	0,05	---	---	
2	cAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE E SUBSTRATO ROCCIOSO	2500,00	2500,00	35.000	23.330	0,80	0,40	---	---	

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm^2/cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K_{sta}, K_{sis}	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kw	Ks	Cesp	Kst_{sta}	Kst_{sis}
	[m]	*[°]*		*[Kg/cm³]*				
1	4,50	5.926	COLTRE DETRITICA	---	---	---	---	---
2	15,00	0.000	cAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE E SUBSTRATO ROCCIOSO	---	---	---	---	---

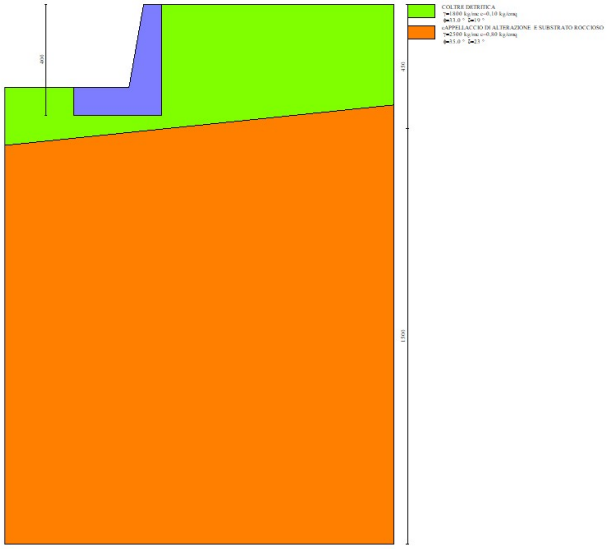


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per x=X_i espressa in [kg]
Q_f	Intensità del carico per x=X_f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (G1+G2 permanenti) - PERMANENTE

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Distribuito					0,00	7,00	100,00	100,00

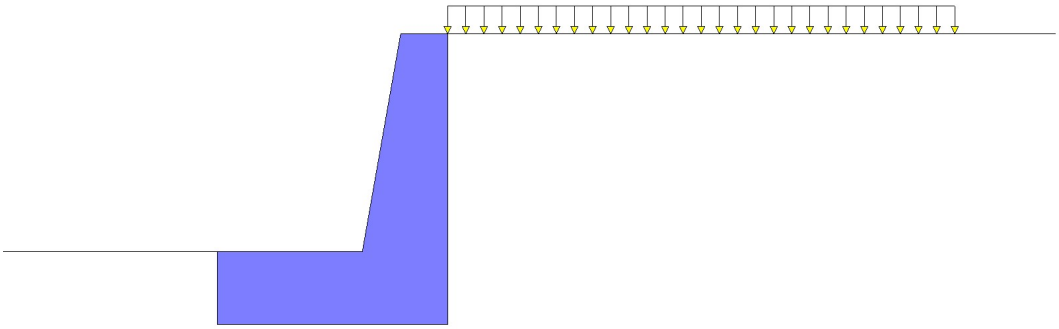


Fig. 3 - Carichi sul terreno

Condizione n° 2 (Neve) - VARIABILE
Coeff. di combinazione Ψ_0=0.50 - Ψ_1=0.20 - Ψ_2=0.00

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Distribuito					0,00	7,00	265,00	265,00

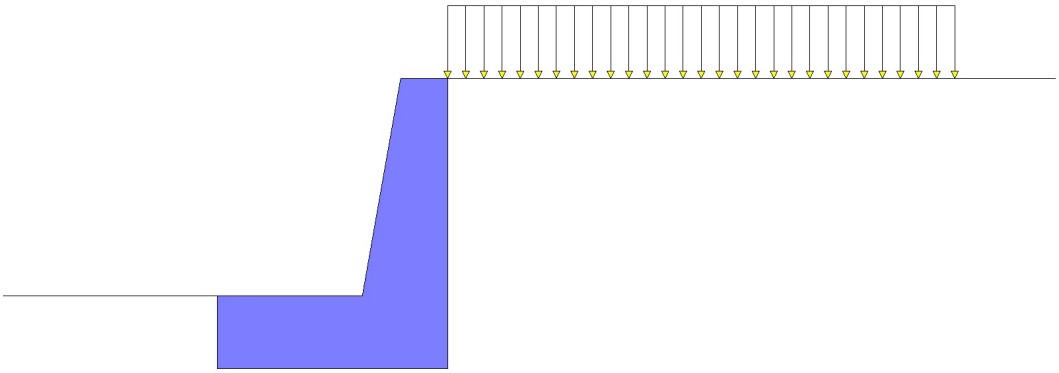


Fig. 4 - Carichi sul terreno

Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILE
Coeff. di combinazione Ψ_0=1.00 - Ψ_1=1.00 - Ψ_2=1.00

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche		
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche		
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unita di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltameno	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:
- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + ...$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + ...$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + ...$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + ...$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + ...$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.
I valori dei coeff. γ_G e γ_Q, sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Neve	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Neve	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Neve	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Neve	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Neve	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Neve	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Neve	1.00	0.50	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLEQ H

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune
Provincia
Regione
Latitudine 44.079240
Longitudine 7.820400
Indice punti di interpolazione 18012 - 18011 - 18233 - 18234
Vita nominale 50 anni
Classe d'uso III
Tipo costruzione Normali affollamenti
Vita di riferimento 75 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		1.656	0.548
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.169	0.056
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.477	2.566
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.303	0.232
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	1.000	24.308	12.154
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.308	12.154
Esercizio	1.000	8.048	4.024

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Fellenius

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls

Spostamenti

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kg]	*[°]*	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[m]*
1	Spinta statica	2074	18,67	1965	664	0,00	-3,14
	Peso/Inerzia muro			0	15355/0	-1,05	-2,60
2	Spinta statica	1042	18,67	987	334	0,00	-3,30
	Incremento di spinta sismica		1953	1850	625	0,00	-2,67
	Peso/Inerzia muro			3732	15355/0	-1,05	-2,60
7	Spinta statica	968	18,67	917	310	0,00	-3,33
	Peso/Inerzia muro			0	15355/0	-1,05	-2,60
8	Spinta statica	899	18,67	852	288	0,00	-3,35
	Peso/Inerzia muro			0	15355/0	-1,05	-2,60
9	Spinta statica	899	18,67	852	288	0,00	-3,35
	Peso/Inerzia muro			0	15355/0	-1,05	-2,60
10	Spinta statica	899	18,67	852	288	0,00	-3,35
	Incremento di spinta sismica		474	449	152	0,00	-2,67
	Peso/Inerzia muro			1236	15355/0	-1,05	-2,60

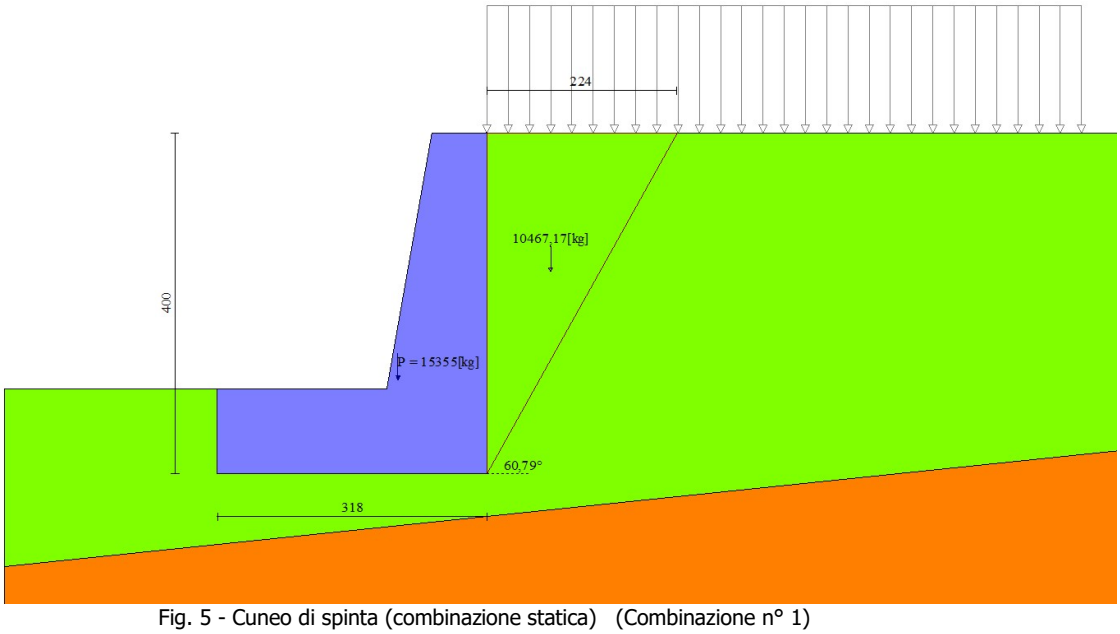


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

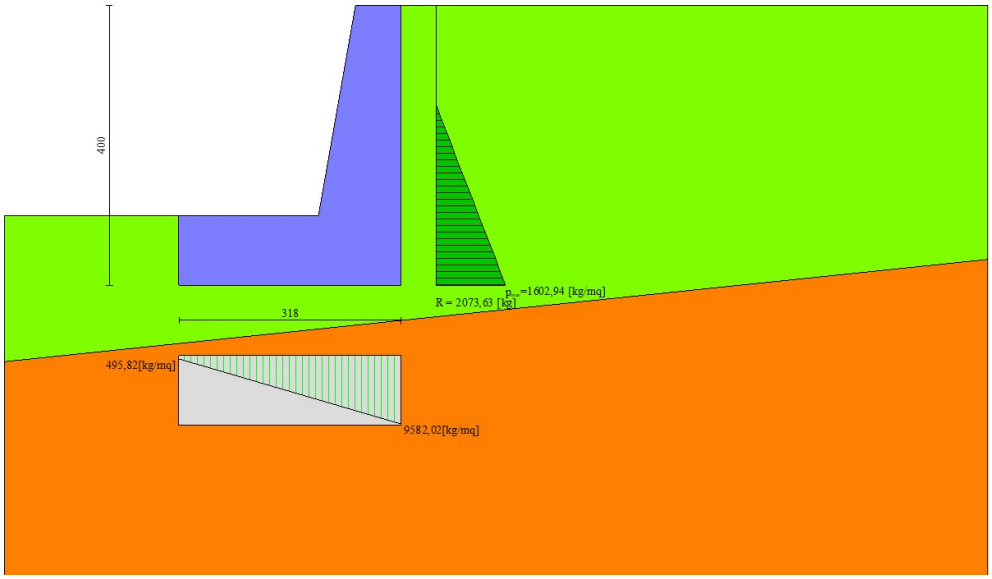


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

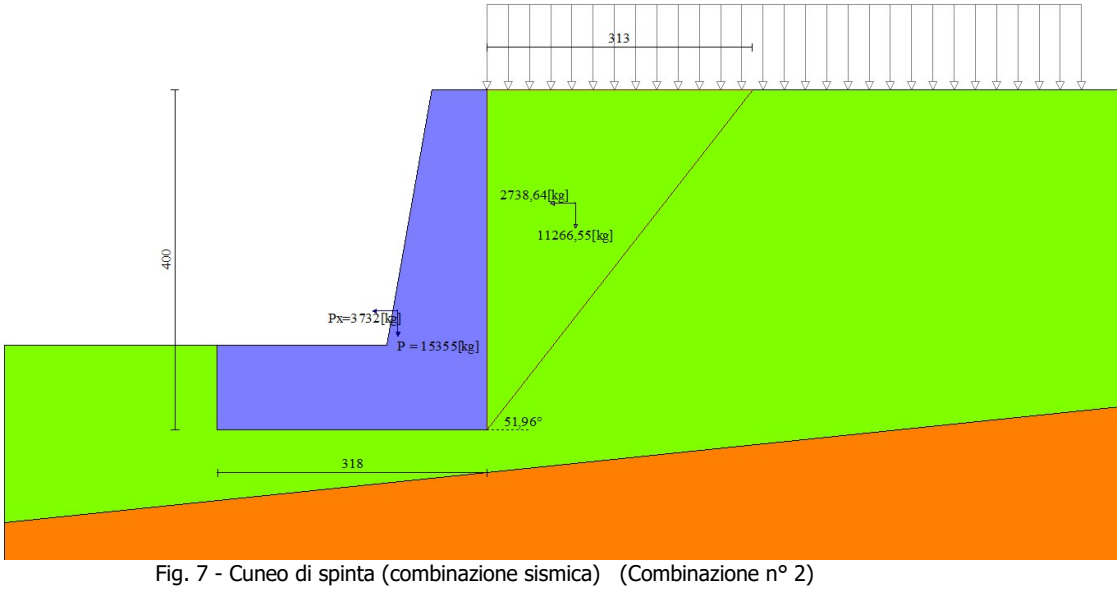


Fig. 7 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

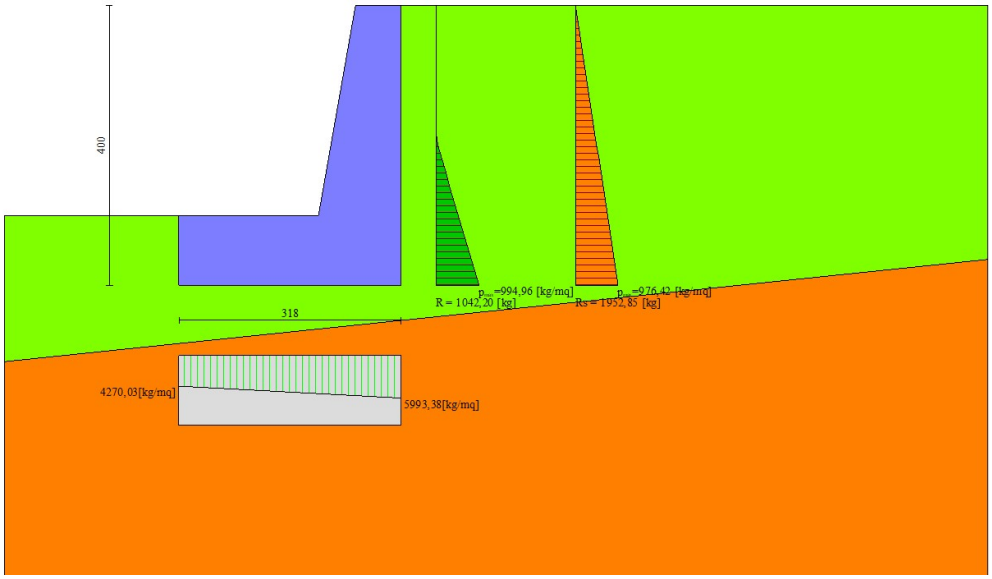


Fig. 8 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		3.564		49.345			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	1.081		38.138			
3 - GEO (A2-M2-R2)					2.132		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.856		
5 - EQU (A1-M1-R3)			20.529				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		4.273				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1 - STR (A1-M1-R3)	7002	0	0	--	--	7002	1965	3.564
2 - STR (A1-M1-R3) H	7102	0	0	--	--	7102	6570	1.081

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	
1 - STR (A1-M1-R3)	16019	790446	564604	49.345
2 - STR (A1-M1-R3) H	16314	622165	518470	38.138

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Nc, Nq, N_γ Fattori di capacità portante
ic, iq, i_γ Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Nγ	ic iq iγ	dc dq dγ	gc gq gγ	bc bq bγ	sc sq sγ	pc pq pγ	Ir	Irc	Re	rγ
1	44.324 31.532 34.370	0.851 0.851 0.636	1.120 1.060 1.060	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.612	0.950
2	44.324 31.532 34.370	0.572 0.572 0.133	1.120 1.060 1.060	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.833	0.950

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[kg/mc]*	*[kg/cmq]*
1	1,00	3,18	3,02	2346	34.56	0,65
2	1,00	3,18	3,02	2346	34.56	0,65

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	*[kgm]*	
5 - EQU (A1-M1-R3)	34809	1696	20.529
6 - EQU (A1-M1-R3) H	35747	8365	4.273

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
3 - GEO (A2-M2-R2)	-2,00; 0,00	4,48	2.132
4 - GEO (A2-M2-R2) H	-2,50; 1,50	6,05	1.856

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kg]
Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	464	108	0	2,48 - 0,31	79.230	27.453	0,08	0,000	
2	1107	108	0	0,31	63.906	27.453	0,08	0,000	
3	1417	108	0	0,31	55.792	27.453	0,08	0,000	
4	1649	108	0	0,31	49.169	27.453	0,08	0,000	
5	1834	108	0	0,31	43.355	27.453	0,08	0,000	
6	1986	108	0	0,31	38.060	27.453	0,08	0,000	
7	2113	108	0	0,31	33.129	27.453	0,08	0,000	
8	2298	100	0	0,31	28.463	27.453	0,08	0,000	
9	3432	0	0	0,31	23.996	27.453	0,08	0,000	
10	3503	0	0	0,31	19.680	27.453	0,08	0,000	
11	2818	0	0	0,31	15.478	27.453	0,08	0,000	
12	1340	0	0	0,31	11.360	27.453	0,08	0,000	
13	1032	0	0	0,31	7.302	27.453	0,08	0,000	
14	1049	0	0	0,31	3.280	27.453	0,08	0,000	
15	1052	0	0	0,31	-0.726	27.453	0,08	0,000	
16	1044	0	0	0,31	-4.735	27.453	0,08	0,000	
17	1023	0	0	0,31	-8.768	27.453	0,08	0,000	
18	989	0	0	0,31	-12.845	27.453	0,08	0,000	
19	742	0	0	0,31	-16.991	27.453	0,08	0,000	
20	662	0	0	0,31	-21.230	27.453	0,08	0,000	
21	586	0	0	0,31	-25.596	27.453	0,08	0,000	
22	492	0	0	0,31	-30.129	27.453	0,08	0,000	
23	379	0	0	0,31	-34.882	27.453	0,08	0,000	
24	244	0	0	0,31	-39.932	27.453	0,08	0,000	
25	81	0	0	-5,34 - 0,31	-44.006	27.453	0,08	0,000	

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	385	105	0	3,37 - 0,40	69.742	33.000	0,10	0,000	
2	1025	105	0	0,40	60.932	33.000	0,10	0,000	
3	1475	105	0	0,40	53.869	33.000	0,10	0,000	
4	1826	105	0	0,40	47.874	33.000	0,10	0,000	
5	2113	105	0	0,40	42.518	33.000	0,10	0,000	
6	2353	105	0	0,40	37.592	33.000	0,10	0,000	
7	2554	105	0	0,40	32.977	33.000	0,10	0,000	
8	2724	105	0	0,40	28.593	33.000	0,10	0,000	
9	3591	52	0	0,40	24.386	33.000	0,10	0,000	
10	4412	0	0	0,40	20.316	33.000	0,10	0,000	
11	3590	0	0	0,40	16.351	33.000	0,10	0,000	
12	1520	0	0	0,40	12.465	33.000	0,10	0,000	
13	1336	0	0	0,40	8.637	33.000	0,10	0,000	
14	1369	0	0	0,40	4.847	33.000	0,10	0,000	
15	1384	0	0	0,40	1.079	33.000	0,10	0,000	
16	1380	0	0	0,40	-2.685	33.000	0,10	0,000	
17	1217	0	0	0,40	-6.460	33.000	0,10	0,000	
18	1038	0	0	0,40	-10.264	33.000	0,10	0,000	
19	976	0	0	0,40	-14.114	33.000	0,10	0,000	
20	894	0	0	0,40	-18.031	33.000	0,10	0,000	
21	791	0	0	0,40	-22.038	33.000	0,10	0,000	
22	663	0	0	0,40	-26.162	33.000	0,10	0,000	
23	510	0	0	0,40	-30.439	33.000	0,10	0,000	
24	328	0	0	0,40	-34.914	33.000	0,10	0,000	
25	111	0	0	-6,56 - 0,40	-38.837	33.000	0,10	0,000	

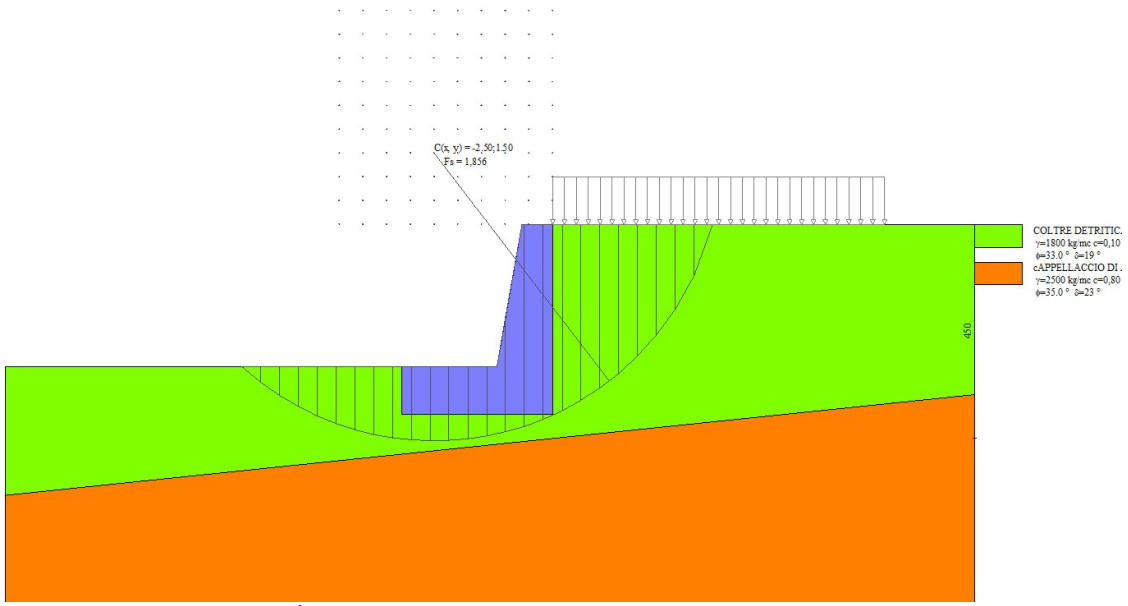


Fig. 9 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	178	0	-1
3	-0,20	361	0	-3
4	-0,30	548	0	-7
5	-0,40	740	0	-13
6	-0,50	937	0	-20
7	-0,60	1139	0	-29
8	-0,70	1345	0	-40
9	-0,80	1556	0	-53
10	-0,90	1772	0	-68
11	-1,00	1993	0	-84
12	-1,10	2219	0	-103
13	-1,20	2449	0	-123
14	-1,30	2684	0	-146
15	-1,40	2924	0	-171
16	-1,50	3168	3	-198
17	-1,60	3417	11	-226
18	-1,70	3671	25	-255
19	-1,80	3930	45	-286
20	-1,90	4194	71	-316
21	-2,00	4462	102	-345
22	-2,10	4735	140	-374
23	-2,20	5013	183	-401
24	-2,30	5296	232	-425
25	-2,40	5583	287	-447
26	-2,50	5875	348	-466
27	-2,60	6172	414	-481
28	-2,70	6474	487	-492
29	-2,80	6780	565	-498
30	-2,90	7091	650	-498
31	-3,00	7407	740	-493

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	178	44	1
3	-0,20	361	92	6
4	-0,30	548	142	13
5	-0,40	740	196	25
6	-0,50	937	252	40
7	-0,60	1139	312	59
8	-0,70	1345	375	82
9	-0,80	1556	441	110
10	-0,90	1772	510	143
11	-1,00	1993	583	181
12	-1,10	2219	658	224
13	-1,20	2449	737	274
14	-1,30	2684	818	329
15	-1,40	2924	903	390
16	-1,50	3168	991	458
17	-1,60	3417	1082	532
18	-1,70	3671	1176	614
19	-1,80	3930	1273	703
20	-1,90	4194	1375	799
21	-2,00	4462	1481	904
22	-2,10	4735	1594	1017
23	-2,20	5013	1715	1140
24	-2,30	5296	1843	1272
25	-2,40	5583	1979	1415
26	-2,50	5875	2122	1570
27	-2,60	6172	2274	1736
28	-2,70	6474	2432	1916
29	-2,80	6780	2599	2109
30	-2,90	7091	2773	2316
31	-3,00	7407	2954	2539

Combinazione n° 7 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	178	0	-1
3	-0,20	361	0	-3
4	-0,30	548	0	-7
5	-0,40	740	0	-13
6	-0,50	937	0	-20
7	-0,60	1139	0	-29
8	-0,70	1345	0	-40
9	-0,80	1556	0	-53
10	-0,90	1772	0	-68
11	-1,00	1993	0	-84
12	-1,10	2219	0	-103
13	-1,20	2449	0	-123
14	-1,30	2684	0	-146
15	-1,40	2924	0	-171
16	-1,50	3168	0	-198
17	-1,60	3417	0	-227
18	-1,70	3671	0	-258
19	-1,80	3930	0	-291
20	-1,90	4194	0	-327
21	-2,00	4462	1	-365
22	-2,10	4735	4	-406
23	-2,20	5013	11	-448
24	-2,30	5296	23	-492
25	-2,40	5583	40	-536
26	-2,50	5875	61	-582
27	-2,60	6172	87	-628
28	-2,70	6474	117	-673
29	-2,80	6780	151	-718
30	-2,90	7091	190	-763
31	-3,00	7407	234	-805

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	178	0	-1
3	-0,20	361	0	-3
4	-0,30	548	0	-7
5	-0,40	740	0	-13
6	-0,50	937	0	-20
7	-0,60	1139	0	-29
8	-0,70	1345	0	-40
9	-0,80	1556	0	-53
10	-0,90	1772	0	-68
11	-1,00	1993	0	-84
12	-1,10	2219	0	-103
13	-1,20	2449	0	-123
14	-1,30	2684	0	-146
15	-1,40	2924	0	-171
16	-1,50	3168	0	-198
17	-1,60	3417	0	-227
18	-1,70	3671	0	-258
19	-1,80	3930	0	-291

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
20	-1,90	4194	0	-327
21	-2,00	4462	0	-365
22	-2,10	4735	2	-406
23	-2,20	5013	6	-448
24	-2,30	5296	15	-493
25	-2,40	5583	28	-539
26	-2,50	5875	46	-586
27	-2,60	6172	68	-633
28	-2,70	6474	95	-681
29	-2,80	6780	126	-728
30	-2,90	7091	162	-775
31	-3,00	7407	202	-821

Combinazione n° 9 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	178	0	-1
3	-0,20	361	0	-3
4	-0,30	548	0	-7
5	-0,40	740	0	-13
6	-0,50	937	0	-20
7	-0,60	1139	0	-29
8	-0,70	1345	0	-40
9	-0,80	1556	0	-53
10	-0,90	1772	0	-68
11	-1,00	1993	0	-84
12	-1,10	2219	0	-103
13	-1,20	2449	0	-123
14	-1,30	2684	0	-146
15	-1,40	2924	0	-171
16	-1,50	3168	0	-198
17	-1,60	3417	0	-227
18	-1,70	3671	0	-258
19	-1,80	3930	0	-291
20	-1,90	4194	0	-327
21	-2,00	4462	0	-365
22	-2,10	4735	2	-406
23	-2,20	5013	6	-448
24	-2,30	5296	15	-493
25	-2,40	5583	28	-539
26	-2,50	5875	46	-586
27	-2,60	6172	68	-633
28	-2,70	6474	95	-681
29	-2,80	6780	126	-728
30	-2,90	7091	162	-775
31	-3,00	7407	202	-821

Combinazione n° 10 - SLEQ_H

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	178	15	0
3	-0,20	361	30	0
4	-0,30	548	46	0
5	-0,40	740	63	-1
6	-0,50	937	81	-1
7	-0,60	1139	99	-1
8	-0,70	1345	119	-1
9	-0,80	1556	139	-1
10	-0,90	1772	160	-1
11	-1,00	1993	181	0
12	-1,10	2219	204	0
13	-1,20	2449	227	1
14	-1,30	2684	251	3
15	-1,40	2924	276	4
16	-1,50	3168	302	6
17	-1,60	3417	329	9
18	-1,70	3671	356	12
19	-1,80	3930	384	15
20	-1,90	4194	413	19
21	-2,00	4462	443	24
22	-2,10	4735	475	29
23	-2,20	5013	511	36
24	-2,30	5296	552	43
25	-2,40	5583	598	53
26	-2,50	5875	650	65
27	-2,60	6172	707	80
28	-2,70	6474	769	97
29	-2,80	6780	836	119
30	-2,90	7091	909	145
31	-3,00	7407	987	176

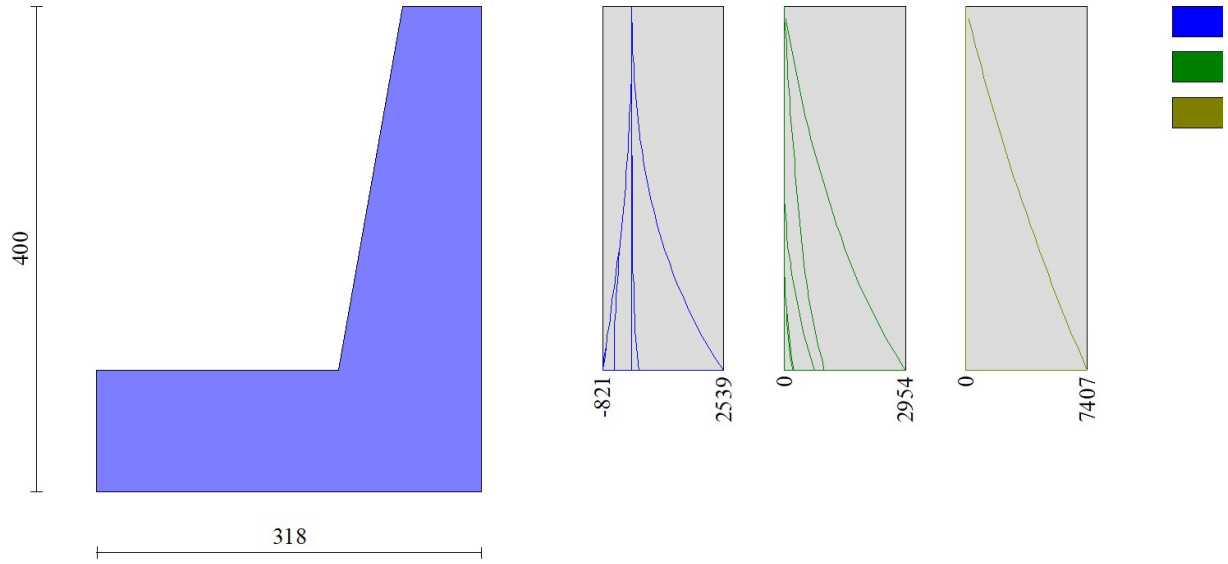


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	-3,18	0	0	0
2	-3,08	0	-186	-10
3	-2,98	0	-344	-36
4	-2,88	0	-473	-77
5	-2,78	0	-573	-130
6	-2,68	0	-645	-191
7	-2,58	0	-688	-258
8	-2,48	0	-703	-328
9	-2,38	0	-689	-397
10	-2,28	0	-646	-464
11	-2,18	0	-575	-526
12	-2,08	0	-475	-578
13	-1,98	0	-347	-620
14	-1,88	0	-190	-647
15	-1,78	0	-5	-657
16	-1,68	0	209	-647
17	-1,58	0	452	-614
18	-1,48	0	723	-556
19	-1,38	0	1023	-469
20	-1,28	0	1351	-350
21	-1,18	0	1708	-197

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	-3,18	0	0	0
2	-3,08	0	180	9
3	-2,98	0	365	36
4	-2,88	0	555	82
5	-2,78	0	751	147
6	-2,68	0	953	233
7	-2,58	0	1160	338
8	-2,48	0	1372	465
9	-2,38	0	1589	613
10	-2,28	0	1813	783
11	-2,18	0	2041	975
12	-2,08	0	2275	1191
13	-1,98	0	2514	1431
14	-1,88	0	2759	1694
15	-1,78	0	3009	1983
16	-1,68	0	3265	2296
17	-1,58	0	3526	2636
18	-1,48	0	3792	3002
19	-1,38	0	4064	3394
20	-1,28	0	4342	3815
21	-1,18	0	4624	4263

Combinazione n° 7 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	-3,18	0	0	0
2	-3,08	0	-227	-12
3	-2,98	0	-423	-44
4	-2,88	0	-589	-95
5	-2,78	0	-725	-161
6	-2,68	0	-829	-239
7	-2,58	0	-904	-326
8	-2,48	0	-948	-419
9	-2,38	0	-961	-515
10	-2,28	0	-944	-610
11	-2,18	0	-896	-702
12	-2,08	0	-818	-788
13	-1,98	0	-709	-865
14	-1,88	0	-570	-929
15	-1,78	0	-400	-978
16	-1,68	0	-200	-1008
17	-1,58	0	30	-1017
18	-1,48	0	292	-1001
19	-1,38	0	583	-958
20	-1,28	0	906	-883
21	-1,18	0	1258	-775

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	-3,18	0	0	0
2	-3,08	0	-229	-12
3	-2,98	0	-428	-45
4	-2,88	0	-596	-96
5	-2,78	0	-733	-163
6	-2,68	0	-840	-242
7	-2,58	0	-916	-330
8	-2,48	0	-962	-424
9	-2,38	0	-977	-521
10	-2,28	0	-961	-618
11	-2,18	0	-915	-713
12	-2,08	0	-838	-800
13	-1,98	0	-730	-879
14	-1,88	0	-592	-945
15	-1,78	0	-424	-997
16	-1,68	0	-224	-1029
17	-1,58	0	6	-1040
18	-1,48	0	266	-1027
19	-1,38	0	558	-986
20	-1,28	0	879	-914
21	-1,18	0	1232	-809

Combinazione n° 9 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	-3,18	0	0	0
2	-3,08	0	-229	-12
3	-2,98	0	-428	-45
4	-2,88	0	-596	-96
5	-2,78	0	-733	-163
6	-2,68	0	-840	-242
7	-2,58	0	-916	-330
8	-2,48	0	-962	-424
9	-2,38	0	-977	-521
10	-2,28	0	-961	-618
11	-2,18	0	-915	-713
12	-2,08	0	-838	-800
13	-1,98	0	-730	-879
14	-1,88	0	-592	-945
15	-1,78	0	-424	-997
16	-1,68	0	-224	-1029
17	-1,58	0	6	-1040
18	-1,48	0	266	-1027
19	-1,38	0	558	-986
20	-1,28	0	879	-914
21	-1,18	0	1232	-809

Combinazione n° 10 - SLEQ H

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
1	-3,18	0	0	0
2	-3,08	0	-105	-5
3	-2,98	0	-187	-20
4	-2,88	0	-246	-42
5	-2,78	0	-282	-69
6	-2,68	0	-295	-98
7	-2,58	0	-286	-127
8	-2,48	0	-254	-154
9	-2,38	0	-199	-177
10	-2,28	0	-121	-193

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*
11	-2,18	0	-20	-200
12	-2,08	0	104	-196
13	-1,98	0	250	-179
14	-1,88	0	419	-146
15	-1,78	0	612	-94
16	-1,68	0	827	-22
17	-1,58	0	1064	72
18	-1,48	0	1325	191
19	-1,38	0	1609	338
20	-1,28	0	1915	514
21	-1,18	0	2244	721

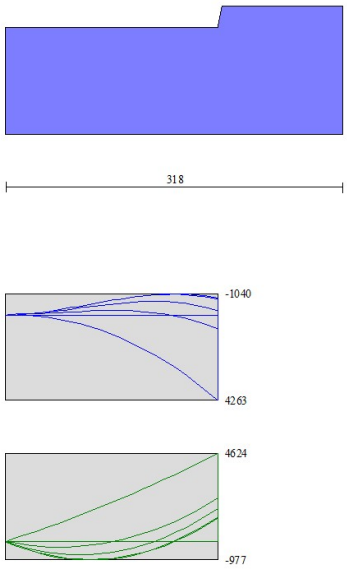


Fig. 11 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche strutturali

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kg/cmq]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kg]
Et	Azione orizzontale espressa in [kg]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kgm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kgm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	-0,44	0,03	308,10	0,00	100.000	60,16	0,00	100.000
3	-0,20	6853	-0,87	0,06	624,44	0,00	100.000	126,68	0,00	100.000
4	-0,30	7029	-1,31	0,09	949,03	0,00	100.000	199,72	0,00	100.000
5	-0,40	7205	-1,73	0,12	1281,87	0,00	100.000	279,45	0,00	100.000
6	-0,50	7382	-2,16	0,15	1622,95	0,00	100.000	366,05	0,00	100.000
7	-0,60	7558	-2,58	0,18	1972,28	0,00	100.000	459,67	0,00	100.000
8	-0,70	7734	-3,00	0,21	2329,85	0,00	100.000	560,49	0,00	100.000
9	-0,80	7911	-3,41	0,25	2695,67	0,00	100.000	668,68	0,00	100.000
10	-0,90	8087	-3,82	0,28	3069,74	0,00	100.000	784,39	0,00	100.000
11	-1,00	8263	-4,23	0,32	3452,05	0,00	100.000	907,81	0,00	100.000
12	-1,10	8440	-4,64	0,35	3842,61	0,00	100.000	1039,10	0,00	100.000
13	-1,20	8616	-5,04	0,38	4241,41	0,00	100.000	1178,42	0,00	100.000
14	-1,30	8792	-5,44	0,42	4648,46	0,00	100.000	1325,94	0,00	100.000
15	-1,40	8969	-5,84	0,45	5063,76	0,00	100.000	1481,84	0,00	100.000
16	-1,50	9145	-6,24	0,49	5487,30	2,77	1978.539	1647,13	0,09	17817.030

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
17	-1,60	9321	-6,61	0,52	5919,09	11,09	533.557	1822,91	0,74	2464.806
18	-1,70	9498	-6,96	0,56	6359,12	25,11	253.288	2009,49	2,50	803.501
19	-1,80	9674	-7,26	0,59	6807,40	44,96	151.421	2207,19	5,96	370.619
20	-1,90	9850	-7,52	0,62	7263,93	70,65	102.816	2416,28	11,69	206.749
21	-2,00	10027	-7,73	0,65	7728,70	102,19	75.631	2637,04	20,28	130.030
22	-2,10	10203	-7,89	0,68	8201,72	139,58	58.760	2869,74	32,32	88.792
23	-2,20	10379	-7,99	0,71	8682,98	182,82	47.494	3114,65	48,39	64.364
24	-2,30	10556	-8,03	0,73	9172,49	231,92	39.549	3372,05	69,08	48.814
25	-2,40	10732	-8,01	0,75	9670,25	286,88	33.708	3642,21	94,97	38.351
26	-2,50	10908	-7,93	0,77	10176,25	347,71	29.267	3925,40	126,65	30.994
27	-2,60	11085	-7,80	0,79	10690,49	414,39	25.798	4221,90	164,71	25.633
28	-2,70	11261	-7,60	0,81	11212,99	486,94	23.027	4531,98	209,73	21.609
29	-2,80	11437	-7,34	0,82	11743,73	565,36	20.772	4855,92	262,29	18.513
30	-2,90	11613	-7,03	0,83	12282,71	649,65	18.907	5193,98	322,99	16.081
31	-3,00	11790	-6,65	0,84	12829,95	739,80	17.342	5546,44	392,42	14.134

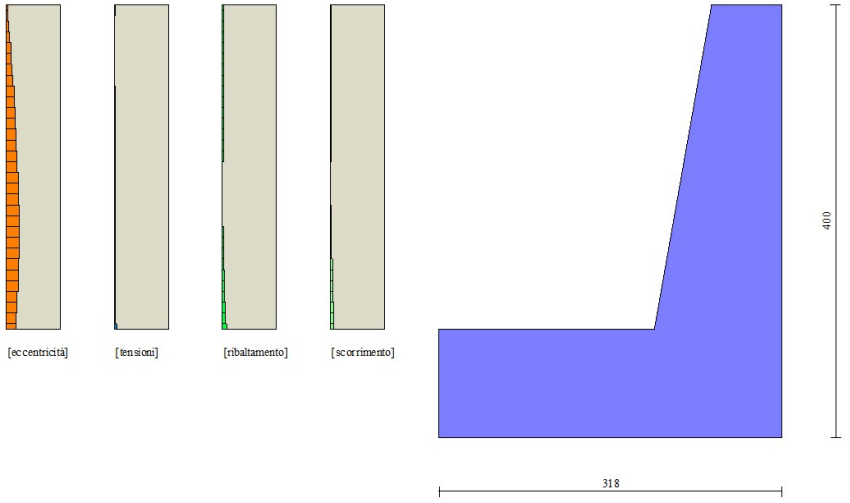


Fig. 12 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 1)

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	0,79	0,03	308,10	44,22	6.967	60,38	2,18	27.635
3	-0,20	6853	1,61	0,06	624,44	91,56	6.820	127,59	8,95	14.259
4	-0,30	7029	2,45	0,09	949,03	142,02	6.682	201,82	20,60	9.797
5	-0,40	7205	3,33	0,13	1281,87	195,60	6.554	283,28	37,46	7.563
6	-0,50	7382	4,23	0,17	1622,95	252,30	6.433	372,17	59,82	6.221
7	-0,60	7558	5,15	0,21	1972,28	312,11	6.319	468,69	88,02	5.325
8	-0,70	7734	6,10	0,26	2329,85	375,05	6.212	573,06	122,35	4.684
9	-0,80	7911	7,07	0,30	2695,67	441,11	6.111	685,46	163,13	4.202
10	-0,90	8087	8,06	0,35	3069,74	510,29	6.016	806,11	210,68	3.826
11	-1,00	8263	9,08	0,40	3452,05	582,58	5.925	935,21	265,29	3.525
12	-1,10	8440	10,11	0,45	3842,61	658,00	5.840	1072,95	327,30	3.278
13	-1,20	8616	11,17	0,51	4241,41	736,54	5.759	1219,55	397,00	3.072
14	-1,30	8792	12,24	0,56	4648,46	818,19	5.681	1375,21	474,71	2.897
15	-1,40	8969	13,34	0,62	5063,76	902,97	5.608	1540,12	560,74	2.747
16	-1,50	9145	14,45	0,67	5487,30	990,86	5.538	1714,49	655,41	2.616
17	-1,60	9309	15,58	0,73	5919,09	1081,88	5.471	1898,53	759,02	2.501
18	-1,70	9230	16,72	0,80	6359,12	1176,01	5.407	2092,44	871,89	2.400
19	-1,80	9146	17,88	0,86	6807,40	1273,27	5.346	2296,42	994,32	2.310
20	-1,90	9057	19,06	0,93	7263,93	1374,68	5.284	2511,01	1126,68	2.229
21	-2,00	8962	20,26	1,00	7728,70	1481,30	5.218	2736,80	1269,43	2.156
22	-2,10	8860	21,48	1,07	8201,72	1594,32	5.144	2974,45	1423,15	2.090
23	-2,20	8749	22,73	1,15	8682,98	1714,95	5.063	3224,62	1588,55	2.030
24	-2,30	8627	24,02	1,23	9172,49	1843,18	4.976	3487,61	1766,39	1.974
25	-2,40	8494	25,35	1,31	9670,25	1979,03	4.886	3763,70	1957,44	1.923
26	-2,50	8348	26,72	1,41	10176,25	2122,49	4.794	4053,17	2162,45	1.874
27	-2,60	8188	28,13	1,51	10690,49	2273,57	4.702	4356,32	2382,19	1.829
28	-2,70	8014	29,59	1,62	11212,99	2432,27	4.610	4673,41	2617,42	1.786
29	-2,80	7825	31,10	1,73	11743,73	2598,59	4.519	5004,75	2868,90	1.744
30	-2,90	7622	32,66	1,86	12282,71	2772,54	4.430	5350,61	3137,39	1.705
31	-3,00	7404	34,27	2,00	12829,95	2954,10	4.343	5711,27	3423,66	1.668

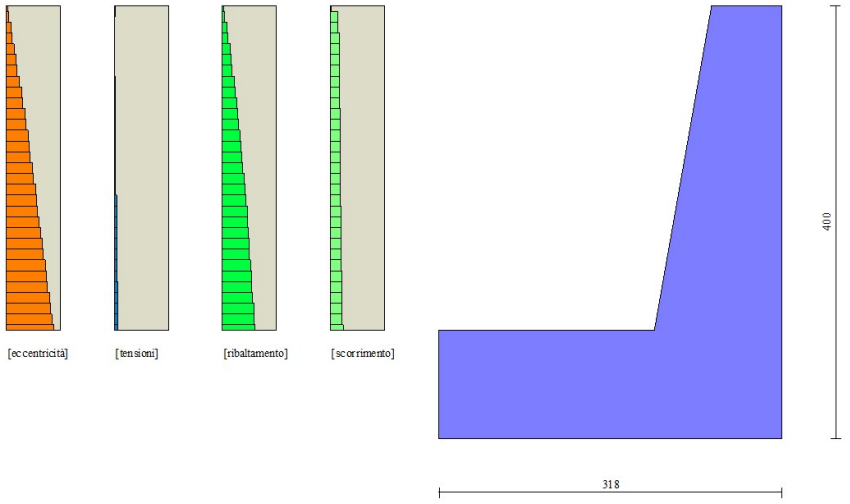


Fig. 13 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 2)

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	-0,44	0,03	308,10	0,00	100.000	60,16	0,00	100.000
3	-0,20	6853	-0,87	0,06	624,44	0,00	100.000	126,68	0,00	100.000
4	-0,30	7029	-1,31	0,09	949,03	0,00	100.000	199,72	0,00	100.000
5	-0,40	7205	-1,73	0,12	1281,87	0,00	100.000	279,45	0,00	100.000
6	-0,50	7382	-2,16	0,15	1622,95	0,00	100.000	366,05	0,00	100.000
7	-0,60	7558	-2,58	0,18	1972,28	0,00	100.000	459,67	0,00	100.000
8	-0,70	7734	-3,00	0,21	2329,85	0,00	100.000	560,49	0,00	100.000
9	-0,80	7911	-3,41	0,25	2695,67	0,00	100.000	668,68	0,00	100.000
10	-0,90	8087	-3,82	0,28	3069,74	0,00	100.000	784,39	0,00	100.000
11	-1,00	8263	-4,23	0,32	3452,05	0,00	100.000	907,81	0,00	100.000
12	-1,10	8440	-4,64	0,35	3842,61	0,00	100.000	1039,10	0,00	100.000
13	-1,20	8616	-5,04	0,38	4241,41	0,00	100.000	1178,42	0,00	100.000
14	-1,30	8792	-5,44	0,42	4648,46	0,00	100.000	1325,94	0,00	100.000
15	-1,40	8969	-5,84	0,45	5063,76	0,00	100.000	1481,84	0,00	100.000
16	-1,50	9145	-6,24	0,49	5487,30	2,77	1978.539	1647,13	0,09	17817.030
17	-1,60	9321	-6,61	0,52	5919,09	11,09	533.557	1822,91	0,74	2464.806
18	-1,70	9498	-6,96	0,56	6359,12	25,11	253.288	2009,49	2,50	803.501
19	-1,80	9674	-7,26	0,59	6807,40	44,96	151.421	2207,19	5,96	370.619
20	-1,90	9850	-7,52	0,62	7263,93	70,65	102.816	2416,28	11,69	206.749
21	-2,00	10027	-7,73	0,65	7728,70	102,19	75.631	2637,04	20,28	130.030
22	-2,10	10203	-7,89	0,68	8201,72	139,58	58.760	2869,74	32,32	88.792
23	-2,20	10379	-7,99	0,71	8682,98	182,82	47.494	3114,65	48,39	64.364
24	-2,30	10556	-8,03	0,73	9172,49	231,92	39.549	3372,05	69,08	48.814
25	-2,40	10732	-8,01	0,75	9670,25	286,88	33.708	3642,21	94,97	38.351
26	-2,50	10908	-7,93	0,77	10176,25	347,71	29.267	3925,40	126,65	30.994
27	-2,60	11085	-7,80	0,79	10690,49	414,39	25.798	4221,90	164,71	25.633
28	-2,70	11261	-7,60	0,81	11212,99	486,94	23.027	4531,98	209,73	21.609
29	-2,80	11437	-7,34	0,82	11743,73	565,36	20.772	4855,92	262,29	18.513
30	-2,90	11613	-7,03	0,83	12282,71	649,65	18.907	5193,98	322,99	16.081
31	-3,00	11790	-6,65	0,84	12829,95	739,80	17.342	5546,44	392,42	14.134

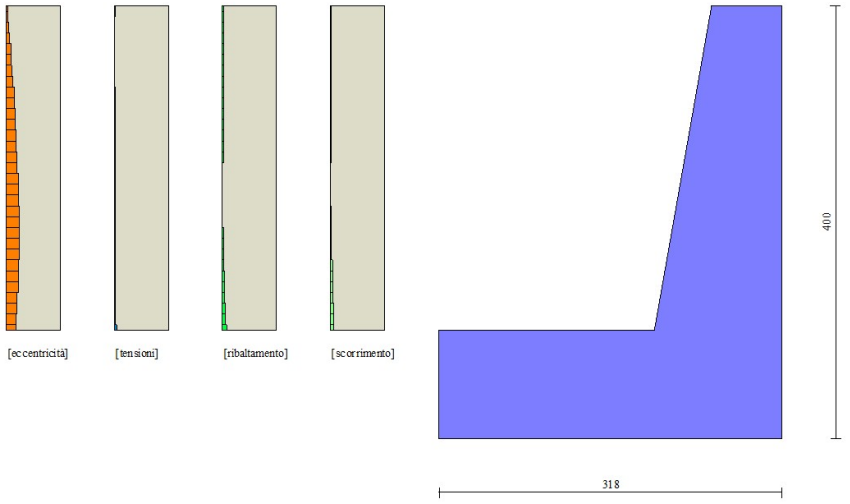


Fig. 14 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 5)

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	0,79	0,03	308,10	44,22	6.967	60,38	2,18	27.635
3	-0,20	6853	1,61	0,06	624,44	91,56	6.820	127,59	8,95	14.259
4	-0,30	7029	2,45	0,09	949,03	142,02	6.682	201,82	20,60	9.797
5	-0,40	7205	3,33	0,13	1281,87	195,60	6.554	283,28	37,46	7.563
6	-0,50	7382	4,23	0,17	1622,95	252,30	6.433	372,17	59,82	6.221
7	-0,60	7558	5,15	0,21	1972,28	312,11	6.319	468,69	88,02	5.325
8	-0,70	7734	6,10	0,26	2329,85	375,05	6.212	573,06	122,35	4.684
9	-0,80	7911	7,07	0,30	2695,67	441,11	6.111	685,46	163,13	4.202
10	-0,90	8087	8,06	0,35	3069,74	510,29	6.016	806,11	210,68	3.826
11	-1,00	8263	9,08	0,40	3452,05	582,58	5.925	935,21	265,29	3.525
12	-1,10	8440	10,11	0,45	3842,61	658,00	5.840	1072,95	327,30	3.278
13	-1,20	8616	11,17	0,51	4241,41	736,54	5.759	1219,55	397,00	3.072
14	-1,30	8792	12,24	0,56	4648,46	818,19	5.681	1375,21	474,71	2.897
15	-1,40	8969	13,34	0,62	5063,76	902,97	5.608	1540,12	560,74	2.747
16	-1,50	9145	14,45	0,67	5487,30	990,86	5.538	1714,49	655,41	2.616
17	-1,60	9309	15,58	0,73	5919,09	1081,88	5.471	1898,53	759,02	2.501
18	-1,70	9230	16,72	0,80	6359,12	1176,01	5.407	2092,44	871,89	2.400
19	-1,80	9146	17,88	0,86	6807,40	1273,27	5.346	2296,42	994,32	2.310
20	-1,90	9057	19,06	0,93	7263,93	1374,68	5.284	2511,01	1126,68	2.229
21	-2,00	8962	20,26	1,00	7728,70	1481,30	5.218	2736,80	1269,43	2.156
22	-2,10	8860	21,48	1,07	8201,72	1594,32	5.144	2974,45	1423,15	2.090
23	-2,20	8749	22,73	1,15	8682,98	1714,95	5.063	3224,62	1588,55	2.030
24	-2,30	8627	24,02	1,23	9172,49	1843,18	4.976	3487,61	1766,39	1.974
25	-2,40	8494	25,35	1,31	9670,25	1979,03	4.886	3763,70	1957,44	1.923
26	-2,50	8348	26,72	1,41	10176,25	2122,49	4.794	4053,17	2162,45	1.874
27	-2,60	8188	28,13	1,51	10690,49	2273,57	4.702	4356,32	2382,19	1.829
28	-2,70	8014	29,59	1,62	11212,99	2432,27	4.610	4673,41	2617,42	1.786
29	-2,80	7825	31,10	1,73	11743,73	2598,59	4.519	5004,75	2868,90	1.744
30	-2,90	7622	32,66	1,86	12282,71	2772,54	4.430	5350,61	3137,39	1.705
31	-3,00	7404	34,27	2,00	12829,95	2954,10	4.343	5711,27	3423,66	1.668

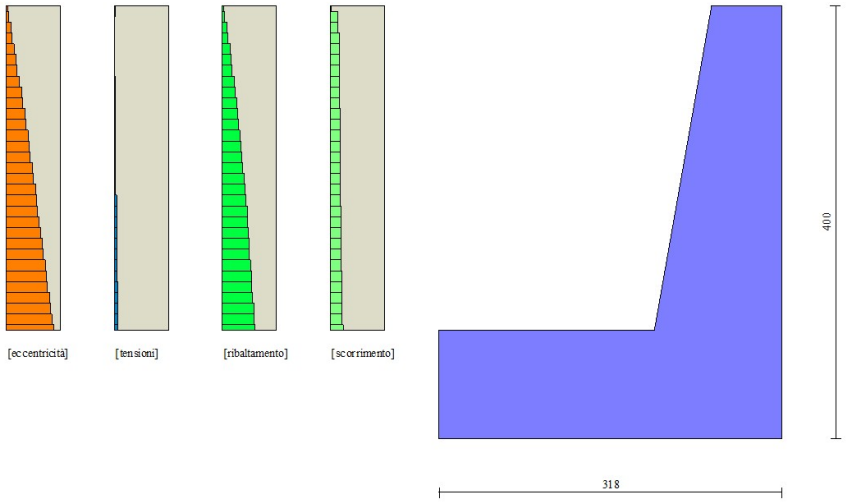


Fig. 15 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 6)

Combinazione n° 7 - SLER

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	-0,44	0,03	308,10	0,00	100.000	60,16	0,00	100.000
3	-0,20	6853	-0,87	0,06	624,44	0,00	100.000	126,68	0,00	100.000
4	-0,30	7029	-1,31	0,09	949,03	0,00	100.000	199,72	0,00	100.000
5	-0,40	7205	-1,73	0,12	1281,87	0,00	100.000	279,45	0,00	100.000
6	-0,50	7382	-2,16	0,15	1622,95	0,00	100.000	366,05	0,00	100.000
7	-0,60	7558	-2,58	0,18	1972,28	0,00	100.000	459,67	0,00	100.000
8	-0,70	7734	-3,00	0,21	2329,85	0,00	100.000	560,49	0,00	100.000
9	-0,80	7911	-3,41	0,25	2695,67	0,00	100.000	668,68	0,00	100.000
10	-0,90	8087	-3,82	0,28	3069,74	0,00	100.000	784,39	0,00	100.000
11	-1,00	8263	-4,23	0,32	3452,05	0,00	100.000	907,81	0,00	100.000
12	-1,10	8440	-4,64	0,35	3842,61	0,00	100.000	1039,10	0,00	100.000
13	-1,20	8616	-5,04	0,38	4241,41	0,00	100.000	1178,42	0,00	100.000
14	-1,30	8792	-5,44	0,42	4648,46	0,00	100.000	1325,94	0,00	100.000
15	-1,40	8969	-5,84	0,45	5063,76	0,00	100.000	1481,84	0,00	100.000
16	-1,50	9145	-6,24	0,49	5487,30	0,00	100.000	1646,27	0,00	100.000
17	-1,60	9321	-6,63	0,52	5919,09	0,00	100.000	1819,42	0,00	100.000
18	-1,70	9498	-7,03	0,56	6359,12	0,00	100.000	2001,44	0,00	100.000
19	-1,80	9674	-7,42	0,59	6807,40	0,00	100.000	2192,50	0,00	100.000
20	-1,90	9850	-7,80	0,63	7263,93	0,21	35290.367	2392,84	0,01	348754.174
21	-2,00	10027	-8,19	0,66	7728,70	0,82	9387.092	2602,70	0,05	47417.682
22	-2,10	10203	-8,57	0,70	8201,72	3,89	2108.949	2822,96	0,25	11152.070
23	-2,20	10379	-8,94	0,73	8682,98	11,44	759.044	3054,55	0,98	3109.967
24	-2,30	10556	-9,28	0,77	9172,49	23,48	390.688	3297,71	2,69	1225.635
25	-2,40	10732	-9,61	0,80	9670,25	40,01	241.709	3552,69	5,83	609.646
26	-2,50	10908	-9,91	0,83	10176,25	61,03	166.737	3819,74	10,84	352.311
27	-2,60	11085	-10,17	0,86	10690,49	86,55	123.514	4099,11	18,18	225.428
28	-2,70	11261	-10,40	0,89	11212,99	116,57	96.188	4391,06	28,30	155.147
29	-2,80	11437	-10,60	0,92	11743,73	151,10	77.724	4695,82	41,65	112.749
30	-2,90	11613	-10,75	0,95	12282,71	190,12	64.605	5013,66	58,67	85.453
31	-3,00	11790	-10,87	0,98	12829,95	233,64	54.912	5344,80	79,82	66.959

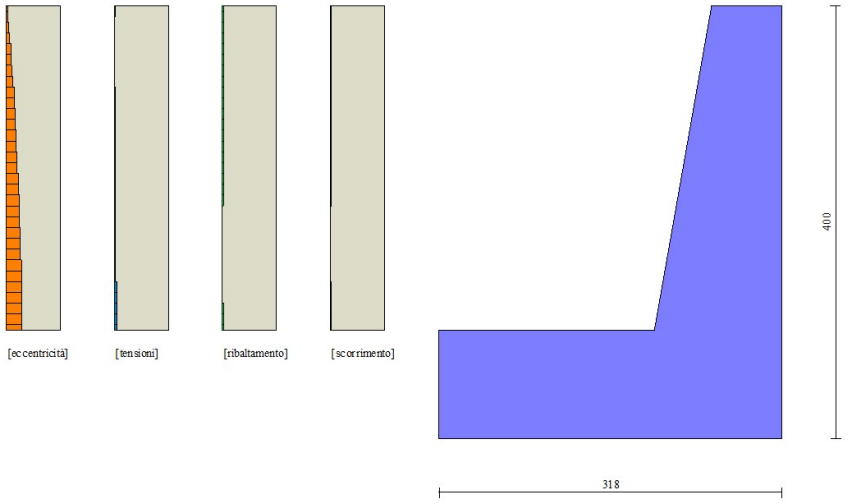


Fig. 16 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 7)

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	-0,44	0,03	308,10	0,00	100.000	60,16	0,00	100.000
3	-0,20	6853	-0,87	0,06	624,44	0,00	100.000	126,68	0,00	100.000
4	-0,30	7029	-1,31	0,09	949,03	0,00	100.000	199,72	0,00	100.000
5	-0,40	7205	-1,73	0,12	1281,87	0,00	100.000	279,45	0,00	100.000
6	-0,50	7382	-2,16	0,15	1622,95	0,00	100.000	366,05	0,00	100.000
7	-0,60	7558	-2,58	0,18	1972,28	0,00	100.000	459,67	0,00	100.000
8	-0,70	7734	-3,00	0,21	2329,85	0,00	100.000	560,49	0,00	100.000
9	-0,80	7911	-3,41	0,25	2695,67	0,00	100.000	668,68	0,00	100.000
10	-0,90	8087	-3,82	0,28	3069,74	0,00	100.000	784,39	0,00	100.000
11	-1,00	8263	-4,23	0,32	3452,05	0,00	100.000	907,81	0,00	100.000
12	-1,10	8440	-4,64	0,35	3842,61	0,00	100.000	1039,10	0,00	100.000
13	-1,20	8616	-5,04	0,38	4241,41	0,00	100.000	1178,42	0,00	100.000
14	-1,30	8792	-5,44	0,42	4648,46	0,00	100.000	1325,94	0,00	100.000
15	-1,40	8969	-5,84	0,45	5063,76	0,00	100.000	1481,84	0,00	100.000
16	-1,50	9145	-6,24	0,49	5487,30	0,00	100.000	1646,27	0,00	100.000
17	-1,60	9321	-6,63	0,52	5919,09	0,00	100.000	1819,42	0,00	100.000
18	-1,70	9498	-7,03	0,56	6359,12	0,00	100.000	2001,44	0,00	100.000
19	-1,80	9674	-7,42	0,59	6807,40	0,00	100.000	2192,50	0,00	100.000
20	-1,90	9850	-7,80	0,63	7263,93	0,00	100.000	2392,77	0,00	100.000
21	-2,00	10027	-8,19	0,66	7728,70	0,00	100.000	2602,42	0,00	100.000
22	-2,10	10203	-8,57	0,70	8201,72	1,61	5091.206	2822,18	0,05	52555.888
23	-2,20	10379	-8,95	0,73	8682,98	6,44	1347.487	3052,79	0,43	7106.321
24	-2,30	10556	-9,31	0,77	9172,49	15,13	606.125	3294,73	1,47	2239.777
25	-2,40	10732	-9,65	0,80	9670,25	28,31	341.550	3548,45	3,61	984.073
26	-2,50	10908	-9,97	0,83	10176,25	45,99	221.289	3814,19	7,28	523.686
27	-2,60	11085	-10,26	0,87	10690,49	68,16	156.853	4092,22	12,95	315.928
28	-2,70	11261	-10,51	0,90	11212,99	94,83	118.249	4382,78	21,06	208.064
29	-2,80	11437	-10,74	0,93	11743,73	126,00	93.208	4686,12	32,07	146.130
30	-2,90	11613	-10,93	0,96	12282,71	161,67	75.976	5002,49	46,41	107.781
31	-3,00	11790	-11,08	0,98	12829,95	201,84	63.565	5332,13	64,55	82.603

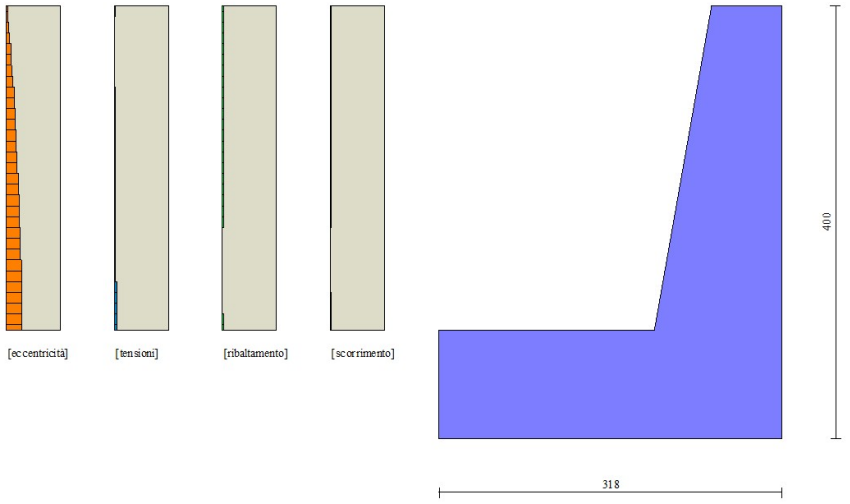


Fig. 17 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 8)

Combinazione n° 9 - SLEQ

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	-0,44	0,03	308,10	0,00	100.000	60,16	0,00	100.000
3	-0,20	6853	-0,87	0,06	624,44	0,00	100.000	126,68	0,00	100.000
4	-0,30	7029	-1,31	0,09	949,03	0,00	100.000	199,72	0,00	100.000
5	-0,40	7205	-1,73	0,12	1281,87	0,00	100.000	279,45	0,00	100.000
6	-0,50	7382	-2,16	0,15	1622,95	0,00	100.000	366,05	0,00	100.000
7	-0,60	7558	-2,58	0,18	1972,28	0,00	100.000	459,67	0,00	100.000
8	-0,70	7734	-3,00	0,21	2329,85	0,00	100.000	560,49	0,00	100.000
9	-0,80	7911	-3,41	0,25	2695,67	0,00	100.000	668,68	0,00	100.000
10	-0,90	8087	-3,82	0,28	3069,74	0,00	100.000	784,39	0,00	100.000
11	-1,00	8263	-4,23	0,32	3452,05	0,00	100.000	907,81	0,00	100.000
12	-1,10	8440	-4,64	0,35	3842,61	0,00	100.000	1039,10	0,00	100.000
13	-1,20	8616	-5,04	0,38	4241,41	0,00	100.000	1178,42	0,00	100.000
14	-1,30	8792	-5,44	0,42	4648,46	0,00	100.000	1325,94	0,00	100.000
15	-1,40	8969	-5,84	0,45	5063,76	0,00	100.000	1481,84	0,00	100.000
16	-1,50	9145	-6,24	0,49	5487,30	0,00	100.000	1646,27	0,00	100.000
17	-1,60	9321	-6,63	0,52	5919,09	0,00	100.000	1819,42	0,00	100.000
18	-1,70	9498	-7,03	0,56	6359,12	0,00	100.000	2001,44	0,00	100.000
19	-1,80	9674	-7,42	0,59	6807,40	0,00	100.000	2192,50	0,00	100.000
20	-1,90	9850	-7,80	0,63	7263,93	0,00	100.000	2392,77	0,00	100.000
21	-2,00	10027	-8,19	0,66	7728,70	0,00	100.000	2602,42	0,00	100.000
22	-2,10	10203	-8,57	0,70	8201,72	1,61	5091.206	2822,18	0,05	52555.888
23	-2,20	10379	-8,95	0,73	8682,98	6,44	1347.487	3052,79	0,43	7106.321
24	-2,30	10556	-9,31	0,77	9172,49	15,13	606.125	3294,73	1,47	2239.777
25	-2,40	10732	-9,65	0,80	9670,25	28,31	341.550	3548,45	3,61	984.073
26	-2,50	10908	-9,97	0,83	10176,25	45,99	221.289	3814,19	7,28	523.686
27	-2,60	11085	-10,26	0,87	10690,49	68,16	156.853	4092,22	12,95	315.928
28	-2,70	11261	-10,51	0,90	11212,99	94,83	118.249	4382,78	21,06	208.064
29	-2,80	11437	-10,74	0,93	11743,73	126,00	93.208	4686,12	32,07	146.130
30	-2,90	11613	-10,93	0,96	12282,71	161,67	75.976	5002,49	46,41	107.781
31	-3,00	11790	-11,08	0,98	12829,95	201,84	63.565	5332,13	64,55	82.603

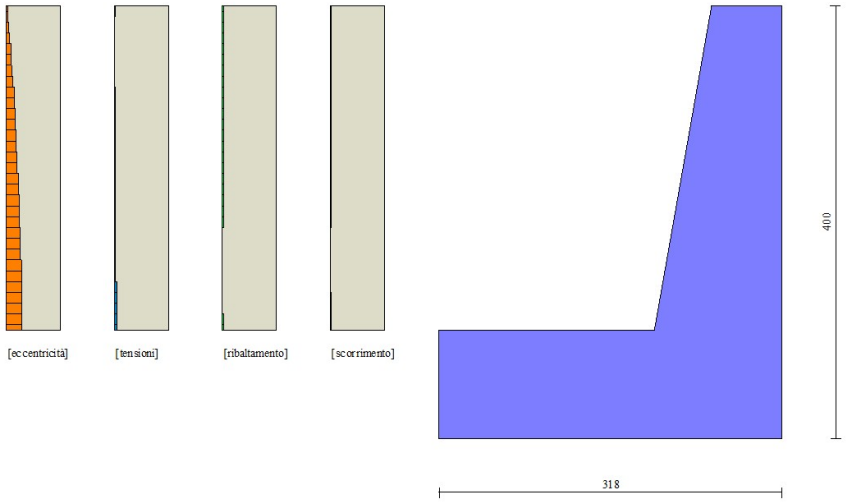


Fig. 18 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 9)

Combinazione n° 10 - SLEQ H

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	-0,03	0,03	308,10	14,53	21.211	60,21	0,72	83.670
3	-0,20	6853	-0,06	0,05	624,44	29,85	20.917	126,87	2,93	43.274
4	-0,30	7029	-0,08	0,08	949,03	45,98	20.638	200,17	6,72	29.800
5	-0,40	7205	-0,09	0,10	1281,87	62,92	20.374	280,27	12,16	23.057
6	-0,50	7382	-0,09	0,13	1622,95	80,65	20.123	367,36	19,33	19.007
7	-0,60	7558	-0,09	0,15	1972,28	99,19	19.884	461,60	28,31	16.304
8	-0,70	7734	-0,08	0,18	2329,85	118,53	19.656	563,18	39,19	14.370
9	-0,80	7911	-0,07	0,20	2695,67	138,67	19.439	672,26	52,05	12.917
10	-0,90	8087	-0,05	0,22	3069,74	159,62	19.231	789,04	66,95	11.785
11	-1,00	8263	-0,02	0,24	3452,05	181,37	19.033	913,67	84,00	10.877
12	-1,10	8440	0,02	0,26	3842,61	203,92	18.844	1046,33	103,25	10.134
13	-1,20	8616	0,05	0,29	4241,41	227,27	18.662	1187,21	124,81	9.512
14	-1,30	8792	0,10	0,31	4648,46	251,43	18.488	1336,47	148,74	8.986
15	-1,40	8969	0,15	0,33	5063,76	276,39	18.321	1494,29	175,12	8.533
16	-1,50	9145	0,20	0,35	5487,30	302,15	18.161	1660,85	204,04	8.140
17	-1,60	9321	0,26	0,37	5919,09	328,71	18.007	1836,33	235,58	7.795
18	-1,70	9498	0,32	0,39	6359,12	356,08	17.859	2020,89	269,81	7.490
19	-1,80	9674	0,39	0,42	6807,40	384,25	17.716	2214,71	306,82	7.218
20	-1,90	9850	0,46	0,44	7263,93	413,22	17.579	2417,97	346,69	6.975
21	-2,00	10027	0,54	0,46	7728,70	443,00	17.446	2630,84	389,49	6.755
22	-2,10	10203	0,62	0,48	8201,72	475,18	17.260	2854,06	435,37	6.556
23	-2,20	10379	0,71	0,50	8682,98	511,40	16.979	3088,39	484,66	6.372
24	-2,30	10556	0,82	0,53	9172,49	552,27	16.609	3334,30	537,80	6.200
25	-2,40	10732	0,95	0,55	9670,25	598,43	16.159	3592,25	595,29	6.034
26	-2,50	10908	1,10	0,57	10176,25	649,89	15.658	3862,51	657,66	5.873
27	-2,60	11085	1,29	0,60	10690,49	706,65	15.128	4145,32	725,45	5.714
28	-2,70	11261	1,51	0,62	11212,99	768,71	14.587	4440,96	799,17	5.557
29	-2,80	11437	1,76	0,65	11743,73	836,08	14.046	4749,66	879,37	5.401
30	-2,90	11613	2,05	0,68	12282,71	908,75	13.516	5071,70	966,56	5.247
31	-3,00	11790	2,38	0,70	12829,95	986,72	13.003	5407,32	1061,29	5.095

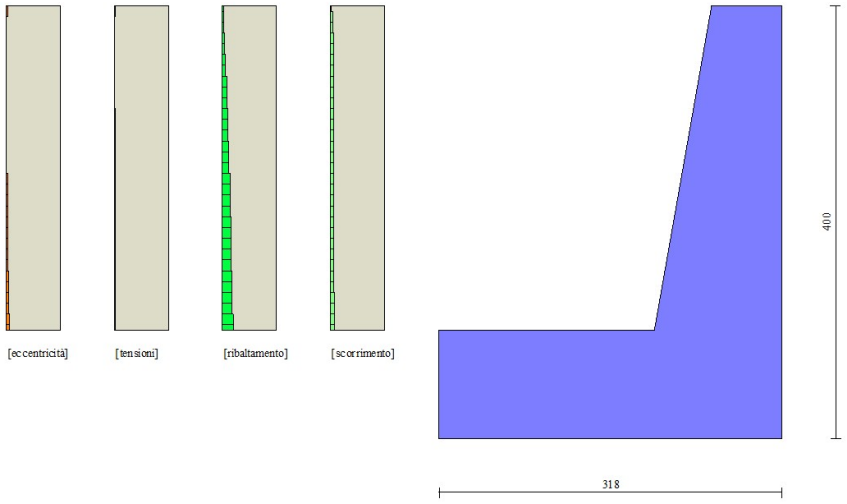


Fig. 19 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 10)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kg]	*[°]*	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[m]*
2	Spinta statica	1042	18,67	987	334	0,00	-3,30
	Incremento di spinta sismica		1953	1850	625	0,00	-2,67
	Peso/Inerzia muro			3732	15355/0	-1,05	-2,60

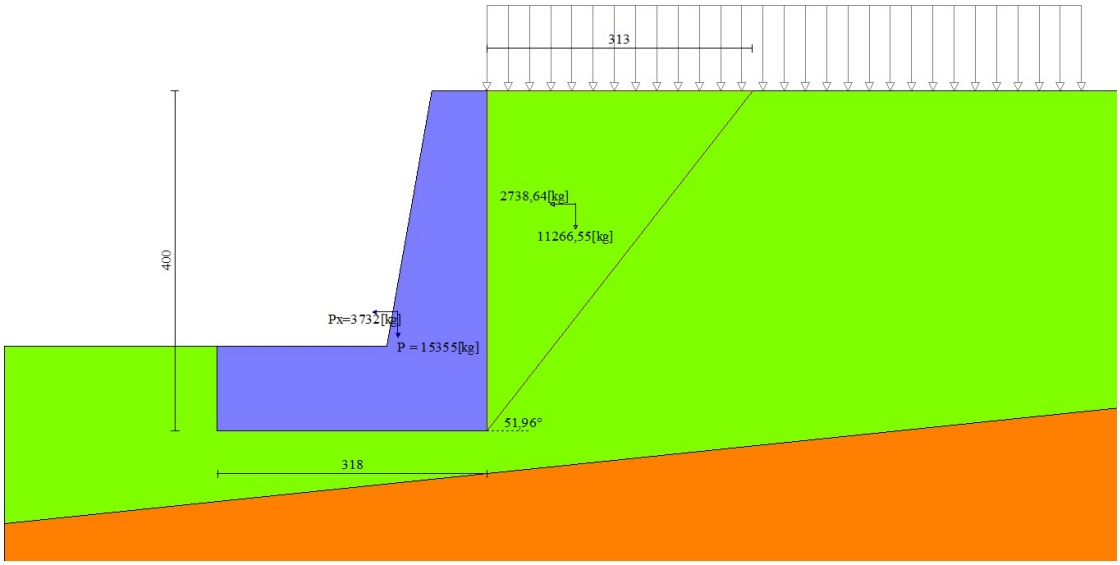


Fig. 20 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

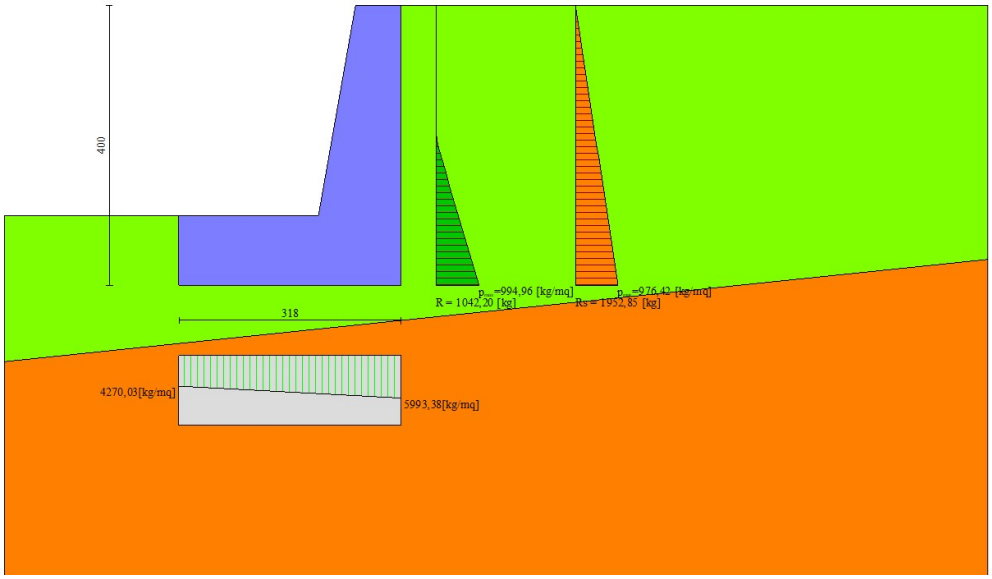


Fig. 21 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		3.564		49.345			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	1.081		38.138			
3 - GEO (A2-M2-R2)					2.132		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.856		
5 - EQU (A1-M1-R3)			20.529				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H		4.273				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
2 - STR (A1-M1-R3) H	7102	0	0	--	--	7102	6570	1.081

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	
2 - STR (A1-M1-R3) H	16314	622165	518470	38.138

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Nc, Nq, N_γ Fattori di capacità portante
ic, iq, i_γ Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d_γ Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g_γ Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Nγ	ic iq iγ	dc dq dγ	gc gq gγ	bc bq bγ	sc sq sγ	pc pq pγ	Ir	Irc	Re	rγ
2	44.324 31.532 34.370	0.572 0.572 0.133	1.120 1.060 1.060	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.833	0.950

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[kg/mc]*	*[kg/cmq]*
2	1,00	3,18	3,02	2346	34.56	0,65

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	*[kgm]*	
6 - EQU (A1-M1-R3) H	35747	8365	4.273

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
4 - GEO (A2-M2-R2) H	-2,50; 1,50	6,05	1.856

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kg]
Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	385	105	0	3,37 - 0,40	69.742	33.000	0,10	0,000	

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
2	1025	105	0	0,40	60.932	33.000	0,10	0,000	
3	1475	105	0	0,40	53.869	33.000	0,10	0,000	
4	1826	105	0	0,40	47.874	33.000	0,10	0,000	
5	2113	105	0	0,40	42.518	33.000	0,10	0,000	
6	2353	105	0	0,40	37.592	33.000	0,10	0,000	
7	2554	105	0	0,40	32.977	33.000	0,10	0,000	
8	2724	105	0	0,40	28.593	33.000	0,10	0,000	
9	3591	52	0	0,40	24.386	33.000	0,10	0,000	
10	4412	0	0	0,40	20.316	33.000	0,10	0,000	
11	3590	0	0	0,40	16.351	33.000	0,10	0,000	
12	1520	0	0	0,40	12.465	33.000	0,10	0,000	
13	1336	0	0	0,40	8.637	33.000	0,10	0,000	
14	1369	0	0	0,40	4.847	33.000	0,10	0,000	
15	1384	0	0	0,40	1.079	33.000	0,10	0,000	
16	1380	0	0	0,40	-2.685	33.000	0,10	0,000	
17	1217	0	0	0,40	-6.460	33.000	0,10	0,000	
18	1038	0	0	0,40	-10.264	33.000	0,10	0,000	
19	976	0	0	0,40	-14.114	33.000	0,10	0,000	
20	894	0	0	0,40	-18.031	33.000	0,10	0,000	
21	791	0	0	0,40	-22.038	33.000	0,10	0,000	
22	663	0	0	0,40	-26.162	33.000	0,10	0,000	
23	510	0	0	0,40	-30.439	33.000	0,10	0,000	
24	328	0	0	0,40	-34.914	33.000	0,10	0,000	
25	111	0	0	-6,56 - 0,40	-38.837	33.000	0,10	0,000	

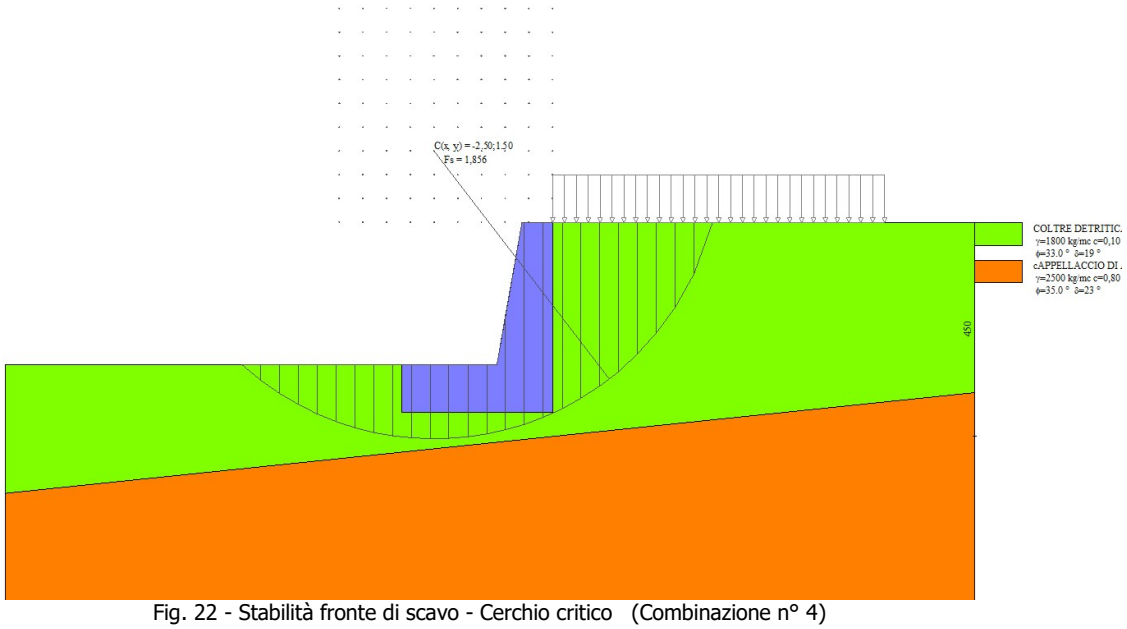


Fig. 22 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione
X Posizione della sezione, espresso in [m]
N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

Paramento

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0,00	0	0	0	0	0	0
2	-0,10	178	178	0	44	-1	1
3	-0,20	361	361	0	92	-3	6
4	-0,30	548	548	0	142	-7	13
5	-0,40	740	740	0	196	-13	25
6	-0,50	937	937	0	252	-20	40
7	-0,60	1139	1139	0	312	-29	59
8	-0,70	1345	1345	0	375	-40	82
9	-0,80	1556	1556	0	441	-53	110

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
10	-0,90	1772	1772	0	510	-68	143
11	-1,00	1993	1993	0	583	-84	181
12	-1,10	2219	2219	0	658	-103	224
13	-1,20	2449	2449	0	737	-123	274
14	-1,30	2684	2684	0	818	-146	329
15	-1,40	2924	2924	0	903	-171	390
16	-1,50	3168	3168	0	991	-198	458
17	-1,60	3417	3417	0	1082	-227	532
18	-1,70	3671	3671	0	1176	-258	614
19	-1,80	3930	3930	0	1273	-291	703
20	-1,90	4194	4194	0	1375	-327	799
21	-2,00	4462	4462	0	1481	-365	904
22	-2,10	4735	4735	2	1594	-406	1017
23	-2,20	5013	5013	6	1715	-448	1140
24	-2,30	5296	5296	15	1843	-493	1272
25	-2,40	5583	5583	28	1979	-539	1415
26	-2,50	5875	5875	46	2122	-586	1570
27	-2,60	6172	6172	68	2274	-633	1736
28	-2,70	6474	6474	95	2432	-681	1916
29	-2,80	6780	6780	126	2599	-728	2109
30	-2,90	7091	7091	162	2773	-775	2316
31	-3,00	7407	7407	202	2954	-821	2539

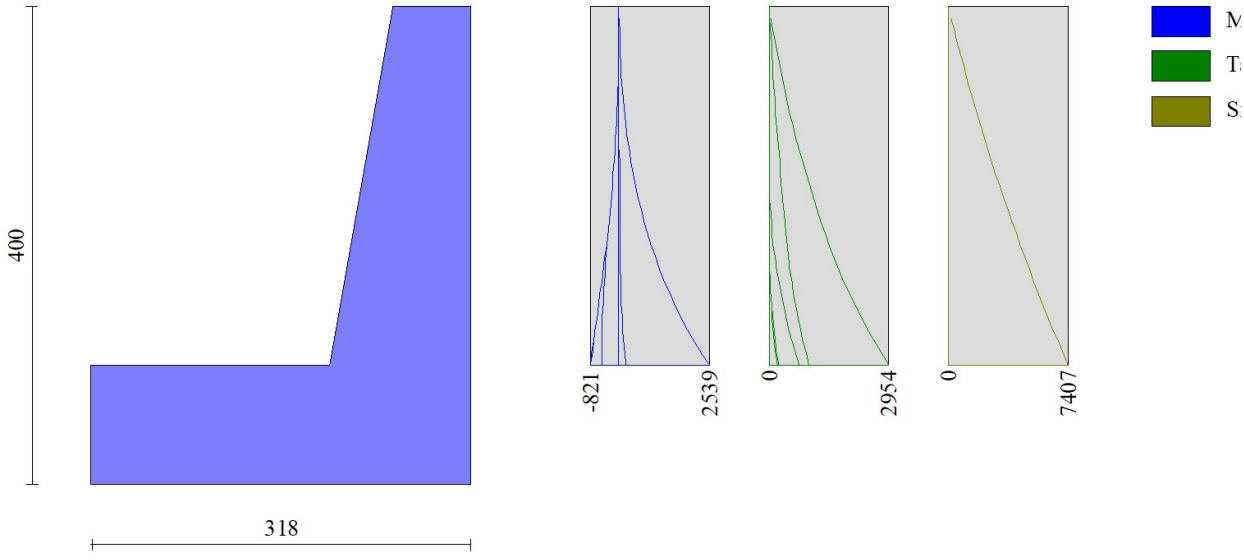


Fig. 23 - Paramento

Fondazione

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	-3,18	0	0	0	0	0	0
2	-3,08	0	0	-229	180	-12	9
3	-2,98	0	0	-428	365	-45	36
4	-2,88	0	0	-596	555	-96	82
5	-2,78	0	0	-733	751	-163	147
6	-2,68	0	0	-840	953	-242	233
7	-2,58	0	0	-916	1160	-330	338
8	-2,48	0	0	-962	1372	-424	465
9	-2,38	0	0	-977	1589	-521	613
10	-2,28	0	0	-961	1813	-618	783
11	-2,18	0	0	-915	2041	-713	975
12	-2,08	0	0	-838	2275	-800	1191
13	-1,98	0	0	-730	2514	-879	1431
14	-1,88	0	0	-592	2759	-945	1694
15	-1,78	0	0	-424	3009	-997	1983
16	-1,68	0	0	-224	3265	-1029	2296
17	-1,58	0	0	6	3526	-1040	2636
18	-1,48	0	0	266	3792	-1027	3002
19	-1,38	0	0	558	4064	-986	3394
20	-1,28	0	0	879	4342	-914	3815
21	-1,18	0	0	1232	4624	-809	4263

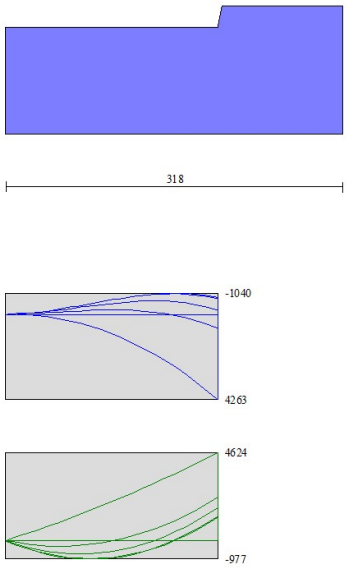


Fig. 24 - Fondazione

Verifiche strutturali

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kg/cmq]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kg]
Et	Azione orizzontale espressa in [kg]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kgm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kgm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	6500	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	6676	0,79	0,03	308,10	44,22	6.967	60,38	2,18	27.635
3	-0,20	6853	1,61	0,06	624,44	91,56	6.820	127,59	8,95	14.259
4	-0,30	7029	2,45	0,09	949,03	142,02	6.682	201,82	20,60	9.797
5	-0,40	7205	3,33	0,12	1281,87	195,60	6.554	283,28	37,46	7.563
6	-0,50	7382	4,23	0,15	1622,95	252,30	6.433	372,17	59,82	6.221
7	-0,60	7558	5,15	0,18	1972,28	312,11	6.319	468,69	88,02	5.325
8	-0,70	7734	6,10	0,21	2329,85	375,05	6.212	573,06	122,35	4.684
9	-0,80	7911	7,07	0,25	2695,67	441,11	6.111	685,46	163,13	4.202
10	-0,90	8087	8,06	0,28	3069,74	510,29	6.016	806,11	210,68	3.826
11	-1,00	8263	9,08	0,32	3452,05	582,58	5.925	935,21	265,29	3.525
12	-1,10	8440	10,11	0,35	3842,61	658,00	5.840	1072,95	327,30	3.278
13	-1,20	8616	11,17	0,38	4241,41	736,54	5.759	1219,55	397,00	3.072
14	-1,30	8792	12,24	0,42	4648,46	818,19	5.681	1375,21	474,71	2.897
15	-1,40	8969	13,34	0,45	5063,76	902,97	5.608	1540,12	560,74	2.747
16	-1,50	9145	14,45	0,49	5487,30	990,86	5.538	1714,49	655,41	2.616
17	-1,60	9321	15,58	0,52	5919,09	1081,88	5.471	1898,53	759,02	2.501
18	-1,70	9498	16,72	0,56	6359,12	1176,01	5.407	2092,44	871,89	2.400
19	-1,80	9674	17,88	0,59	6807,40	1273,27	5.346	2296,42	994,32	2.310
20	-1,90	9850	19,06	0,62	7263,93	1374,68	5.284	2511,01	1126,68	2.229
21	-2,00	10027	20,26	0,65	7728,70	1481,30	5.218	2736,80	1269,43	2.156
22	-2,10	10203	21,48	0,68	8201,72	1594,32	5.144	2974,45	1423,15	2.090
23	-2,20	10379	22,73	0,71	8682,98	1714,95	5.063	3224,62	1588,55	2.030
24	-2,30	10556	24,02	0,73	9172,49	1843,18	4.976	3487,61	1766,39	1.974
25	-2,40	10732	25,35	0,75	9670,25	1979,03	4.886	3763,70	1957,44	1.923
26	-2,50	10908	26,72	0,77	10176,25	2122,49	4.794	4053,17	2162,45	1.874
27	-2,60	11085	28,13	0,79	10690,49	2273,57	4.702	4356,32	2382,19	1.829
28	-2,70	11261	29,59	0,81	11212,99	2432,27	4.610	4673,41	2617,42	1.786
29	-2,80	11437	31,10	0,82	11743,73	2598,59	4.519	5004,75	2868,90	1.744
30	-2,90	11613	32,66	0,83	12282,71	2772,54	4.430	5350,61	3137,39	1.705
31	-3,00	11790	34,27	0,84	12829,95	2954,10	4.343	5711,27	3423,66	1.668

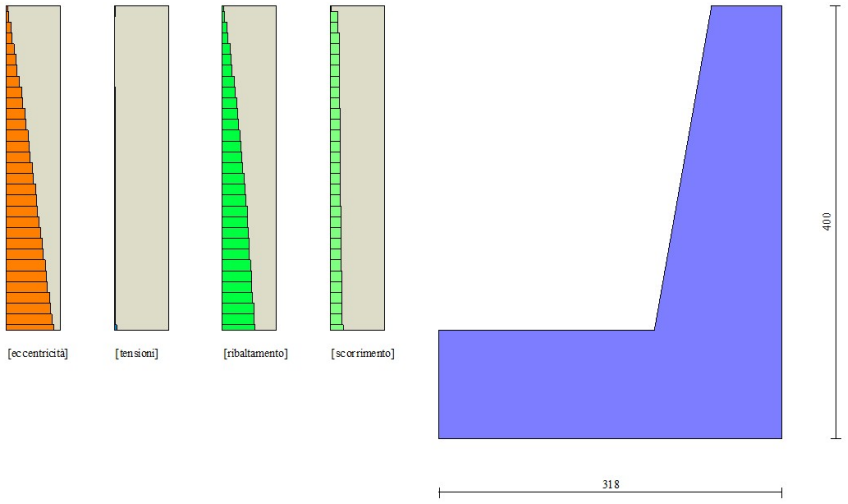


Fig. 25 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P_{ferro}	Peso ferro espresso in [kg]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario	Importo
			[Euro]	*[Euro]*
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	34,97	61.97	2167.02
Casseformi	[mq]	66.51	13.94	927.14
Scavo a sezione obbligata	[mc]	34,97	9.30	325.21
Pietrame riempimento	[mc]	30,18	20.00	603.56
Totale muro				**4022,93**
Totale				**4022.93**

Indice

Normative di riferimento 1
Richiami teorici 2
Calcolo della spinta sul muro 2
Valori caratteristici e valori di calcolo 2
Metodo di Culmann 2
Spinta in presenza di falda 2
Spinta in presenza di sisma 2
Verifica a ribaltamento 3
Verifica a scorrimento 3
Verifica al carico limite 4
Verifica alla stabilità globale 5
Dati 6
Materiali 6
Calcestruzzo armato 6
Acciai 6
Pietrame 6
Geometria profilo terreno a monte del muro 6
Geometria muro 6
Geometria paramento e fondazione 6
Descrizione terreni 7
Stratigrafia 7
Condizioni di carico 8
Normativa 9
Descrizione combinazioni di carico 10
Dati sismici 11
Opzioni di calcolo 13
Risultati per combinazione 14
Spinta e forze 14
Verifiche geotecniche 16
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati 16
Verifica a scorrimento fondazione 16

Verifica a carico limite 16
Dettagli calcolo portanza 17
Verifica a ribaltamento 17
Verifica stabilità globale muro + terreno 17
Dettagli strisce verifiche stabilità 17
Sollecitazioni 19
Paramento 19
Fondazione 22
Verifiche strutturali 24
Paramento in pietrame 24
Risultati per inviluppo 33
Spinta e forze 33
Verifiche geotecniche 34
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati 34
Verifica a scorrimento fondazione 34
Verifica a carico limite 34
Dettagli calcolo portanza 35
Verifica a ribaltamento 35
Verifica stabilità globale muro + terreno 35
Dettagli strisce verifiche stabilità 35
Sollecitazioni 36
Paramento 36
Fondazione 37
Verifiche strutturali 38
Paramento in pietrame 38
Elenco ferri 40
Computo metrico 40

