



REGIONE
LOMBARDIA



COMUNE DI
INCUDINE



COMUNE DI
EDOLO



COMUNE DI
MONNO

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA NEL TRATTO DI CONFLUENZA DEL TORRENTE VAL FINALE NEL FIUME OGLIO E REALIZZAZIONE DI AREE DI ACCUMULO/LAMINAZIONE SUL TORRENTE VAL FINALE, NEI COMUNI DI MONNO, INCUDINE E EDOLO. - CUP: G92B22000990002 -



RELAZIONE GEOTECNICA E STATICA DEL MURO CICLOPICO TRA LE SEZIONI 15 E 13

Aggiornamento	DATA	OGGETTO	Elaborato n. T2
	Febbraio 2024	Prima stesura	

Il Progettista; D.L., C.S.P. e C.S.E.:
Ing. Girolamo Landrini



Il Responsabile del Procedimento:
Geom. Fabio Albertoni

Elaborazione dati e stesura progetto: STUDIO LANDRINI
Via Carlo Tassara n.4, 25043 Breno (BS) Tel. 0364 21076
e-mail: landrini@LANDRINIGEROLAMO.191.it

SOMMARIO

PREMESSA.....2
LA MODELLAZIONE GEOTECNICA 3
LE AZIONI.....4
OPERE DI FONDAZIONE SUPERFICIALE4
PER OPERE DI SOSTEGNO.....5

PREMESSA INTRODUTTIVA GEOTECNICA

Questa relazione riguarda l'aspetto geotecnico delle opere da realizzare in Val Finale nei Comuni di Edolo e Incudine relative all'intervento: ***“Opere di regimazione idraulica nel tratto di confluenza del t. Val Finale nel f. Oglio e realizzazione di aree di accumulo/laminazione sul t. Val Finale, nei Comuni di Monno, Incudine e Edolo (BS). Importo 1.105.000,00 € - DGR n. XI/6273/2022.”***

I lavori previsti in questo progetto rappresentano la parte più urgente delle opere necessarie per la completa regimazione della Val Finale che segna il confine tra i comuni di Incudine ed Edolo.

L'abbondante quantità di acqua caduta il 16 agosto 2021 ha innescato, in quota, il trasporto di materiale depositato nell'alveo principale del torrente e anche dei suoi affluenti che si è anche alimentato scendendo a valle.

La massa detritica ha causato la rimozione del guado della via Valeriana riversandosi, poi, nel fiume Oglio provocando la sua ostruzione. La strada SS42 è stata invasa da acqua e detriti. Il traffico si è interrotto per tutta la nottata.

La val Finale è stata interessata in modo diverso dal passaggio dell'ondata detritica: il tratto a monte dell'opera di presa dell'Enel (progressiva 1550 dal fiume Oglio - quota 1.080,00 m s.l.m.) ha alimentato il materiale con il degrado delle sue sponde e con la rimozione di quello depositato in alveo.

Dalla presa alla progressiva 620, per una lunghezza di circa 930 metri, ove il torrente si dispone su pendenze minori sono state depositate grandi quantità di materiale grossolano.

Dalla progressiva 0,00 (presso il fiume Oglio) fino al guado della via Valeriana il materiale non trattenuto ha devastato l'alveo e le sue sponde, aumentando in quantità ostruendo il fiume.

I settori di torrente sui quali si concentrano le opere comprese in questo progetto sono due: uno alla confluenza del torrente col fiume Oglio. Lo sbocco nel fiume viene allargato, la livelletta dell'alveo viene abbassata a circa 8,00 % per un tratto di circa 90,00 ml dall'Oglio con l'inserimento di un salto di circa 6,00 m procurato da una briglia in c.a. rivestita verso valle da una muratura ciclopica; un secondo settore si colloca dal guado di via Valeriana verso monte per una lunghezza di circa 300,00 m. per un primo tratto di circa 100 m dal guado alla briglia selettiva si prevede una protezione della sponda sinistra, soggetta a degrado, ed un abbassamento dell'alveo. È da evidenziare che la conformazione planimetrica del torrente, in questo tratto, convoglia il flusso della piena in aderenza all'argine sinistro, per cui risulta necessario il suo consolidamento.

A circa 100,00 metri a monte del guado sono presenti condizioni favorevoli per formare una sezione “selettiva” in grado di governare il flusso delle piene detritiche durante l'avverarsi di un eventuale trasporto di massa.

Il tratto di torrente appena a monte compreso tra il guado e la sezione selettiva sarà rimodellato in modo da determinare un'ulteriore area di deposito.

Generalmente gli aspetti geotecnici delle opere in progetto (opere che interagiscono col terreno) sono inquadrabili in:

- Opere di fondazione superficiale;
- Opere di sostegno;
- Fronti di scavo;
- Sicurezza dei pendii.

LA MODELLAZIONE GEOTECNICA

Vista la tipologia delle opere previste, che comunque coinvolgono un limitato volume significativo del terreno, si ritiene di adottare per le verifiche parametri derivanti da osservazioni locali e da esperienze di lavori eseguiti in condizioni simili ed in zone ben conosciute, e dalla facile lettura dei depositi di tipo arido non coesivi caratteristici delle aree torrentizie che interagiscono con le opere previste che impegnano il terreno solo superficialmente non richiedendo la conoscenza degli strati interrati (oltre a 2/3 metri dalla superficie) per i quali sarebbero necessari sondaggi profondi.

Per le opere previste sono sufficienti sondaggi superficiali da eseguire con l'escavatore.

La validità delle previsioni progettuali sarà verificata anche durante l'esecuzione dei lavori.

La tipologia di opere prescelta si può ritenere "obbligata" dettata dalla specificità dei luoghi, con presenza di abbondante materiale lapideo anche di grandi dimensioni. I massi granitici si prestano per la costruzione di murature e scogliere ciclopiche annegandoli nel calcestruzzo.

Le scarpate di nuova formazione, salvo qualche eccezione, avranno tutte scarpa 3 in orizzontale e 2 in verticale (3/2). Nei punti critici esse saranno protette contro l'erosione ed il degrado superficiale con una mantellata di grosse pietre (scogliere).

Le verifiche principali agli SLU che si eseguono sono:

EQU: perdita di equilibrio delle strutture considerate come corpo rigido;

STR: raggiungimento delle resistenze degli elementi strutturali;

GEO: raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura.

LE AZIONI

Alle azioni sono applicati i coefficienti parziali della tab.6.2.I

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Alle resistenze del terreno sono applicati i coefficienti della tabella 6.2.II

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

OPERE DI FONDAZIONE SUPERFICIALE

La profondità del piano di posa delle opere previste arriva al massimo a 2,00/3,00 m. le verifiche saranno eseguite per i seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
 - Collasso per carico limite dell'insieme fondazione -terreno;
 - Collasso per scorrimento sul piano di posa;
 - Stabilità globale;
- SLU di tipo strutturale (STR):
 - Raggiungimento resistenza degli elementi strutturali;

La verifica di stabilità globale è eseguita secondo la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nelle tabelle 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche sono effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista nell'approccio 2 tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.I.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

PER OPERE DI SOSTEGNO (MURI E BRIGLIE)

Le verifiche sono eseguite per i seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
 - Scorrimento sul piano di posa;
 - Collasso per carico limite del complesso fondazione- terreno;
 - Ribaltamento;
 - Stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR):
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale è eseguita secondo l'approccio 1, con la combinazione 2 (A2+M2+R2).

Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I; 6.2.II e 6.8.I

IL MURO DI SOSTEGNO CICLOPICO TRA LE SEZ. 13 E 15

In questa relazione si riporta la verifica di un muro ciclopico a gravità di controripa, addossato alla scarpata. Esso è funzionale al sostegno ed alla protezione dal degrado della scarpata destra in corrispondenza alla sezione “selettiva” al passaggio della piena detritica, nel punto ove è assente la parete rocciosa. La sua costruzione è prevista con il pietrame del posto “annegato” nel calcestruzzo. Pertanto, oltre alle consuete verifiche per un muro di sostegno: ribaltamento – slittamento – carico limite sul terreno, è verificato il corpo interno del muro per il quale la risultante dei carichi e delle spinte cade sempre all’interno del terzo medio. Cioè non nasceranno trazioni; il diagramma delle pressioni sarà tutto in compressione.

Un’ulteriore verifica è eseguita per la briglia in c.a. di testata alla cassa di espansione prevista all’innesto del torrente nel fiume Oglio, questa struttura si comporta come muro di sostegno del terreno retrostante, pertanto è verificata come muro di sostegno. Per quest’opera è stata dedicata un’opportuna relazione.

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 valori 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

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

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

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ 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

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

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 disequaglianza:

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

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 risulta 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_r 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 per cento. Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della 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		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\phi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\phi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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 ($0.5 B \gamma N_\gamma$) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

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

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

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

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

dove il termine m è espresso da

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

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
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/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso
<u>Pietrame</u>	
γ	Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kg/cm ²]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kg/cm ²]

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	2500,00	250,00	306659	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]

Pietrame

n°	Descr	γ	σ_{cp}	ϕ	τ_p
		[kg/mc]	[kg/cm ²]	[°]	[kg/cm ²]
4	Pietrame	2500,00	30,00	45.00	4,00

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	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	4,00	26.565
3	15,00	6,00	15.945

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10,00 [m]

Paramento

Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	6,00	[m]
Altezza paramento libero	5,50	[m]
Spessore in sommità	0,60	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,77	[m]
Inclinazione paramento esterno	11,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	Clas Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,80	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	2,57	[m]
Inclinazione piano di posa	10,00	[°]
Spessore	0,80	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

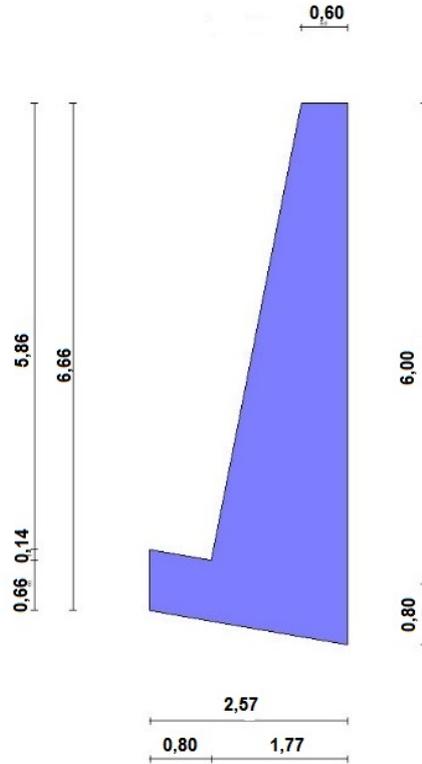


Fig. 1 - Sezione del muro

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/cm²]
- ca Adesione terra-muro espressa in [kg/cm²]
- 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/cm²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	ca [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno	1800,00	2000,00	36.000	24.000	0,05	0,03	---	---
2	Terreno 2	1800,00	2000,00	38.000	25.330	0,08	0,04	---	---

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/cm²/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')
- Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	7,00	0.000	Terreno	---	---	---	---	---
2	5,00	0.000	Terreno 2	---	---	---	---	---

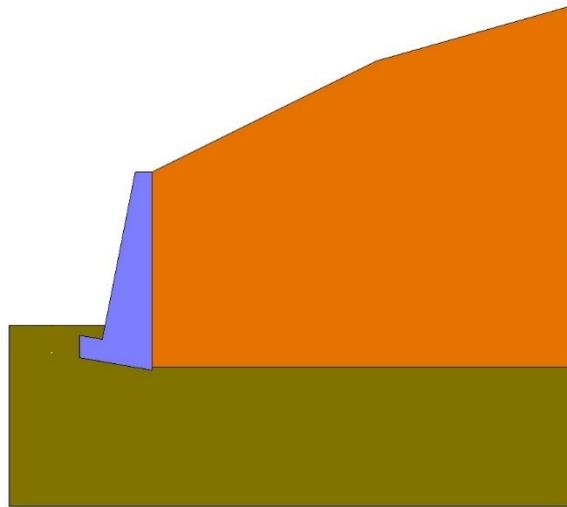


Fig. 2 - Stratigrafia

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 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kg]	F _y [kg]	M [kgm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kg]	Q _f [kg]
1	Distribuito					0,00	8,00	500,00	500,00

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
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	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	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	γ^c	1.00	1.25	1.00	1.00

Relazione Geotecnica e Statica del muro ciclopico tra le sezioni 15 e 13

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	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
Ribaltamento	--	--	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):

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

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

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

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

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Relazione Geotecnica e Statica del muro ciclopico tra le sezioni 15 e 13

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

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3)

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

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Dati sismici

Comune	Edolo - Incudine
Provincia	Brescia
Regione	Lombardia
Latitudine	46.205119
Longitudine	10.352294
Indice punti di interpolazione	9169 - 9170 - 8948 - 8947
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	0.600	0.301
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.061	0.031
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.728	2.605
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.290	0.200
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	A	1.000	1.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	2.322	1.161
Ultimo - Ribaltamento	0.570	3.484	1.742
Esercizio	0.470	1.443	0.721

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 ($0.5B\gamma N_c$)	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	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in cls	

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

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]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]
2	Spinta statica	17319	24,04	15816	7055	0,00	-4,93
	Peso/Inerzia muro			0	23567/0	-0,78	-4,22
3	Spinta statica	10894	24,04	9948	4439	0,00	-5,13
	Incremento di spinta sismica		1231	1125	502	0,00	-4,74
	Peso/Inerzia muro			547	23567/274	-0,78	-4,22

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 _{SOLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{SOLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.831		10.239			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.620		8.237			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.391		13.997			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.415		14.519			
5 - GEO (A2-M2-R2)					1.671		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.642		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.011		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.014		
9 - EQU (A1-M1-R3)			2.543				
10 - EQU (A1-M1-R3)			2.206				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.738				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.705				

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 [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3)	16617	0	0	--	--	16617	15816	1.620
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	15414	0	0	--	--	15414	11620	2.391

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 [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
2 - STR (A1-M1-R3)	32904	271022	193587	8.237
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	30362	424979	354149	13.997

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante
 ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico
 dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa
 gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico
 bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione
 pc, pq, py 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
 ry 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/cm²]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
2	61.352	0.652	1.182	--	--	--	--	--	--	0.660	0.971
	48.933	0.652	1.091	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.296	1.091	--	--	--	--	--	--		
3	61.352	0.751	1.182	--	--	--	--	--	--	0.808	0.971
	48.933	0.751	1.091	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.469	1.091	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kg/mc]	c [kg/cm ²]
2	1,16	2,61	2,67	1800	38,00	0,08
3	1,16	2,61	2,67	1800	38,00	0,08

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 [kgm]	Mr [kgm]	FS
10 - EQU (A1-M1-R3)	60247	27312	2.206
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	54964	20321	2.705

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 [m]	R [m]	FS
6 - GEO (A2-M2-R2)	-2,50; 4,50	11,89	1.642
7 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2,00; 4,50	11,79	2.011

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/cm²]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm²]

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [kg]
1	2506	0	0	9,39 - 0,73	79.629	30.167	0,04	0,000	
2	5936	51	0	0,73	65.503	30.167	0,04	0,000	

Relazione Geotecnica e Statica del muro ciclopico tra le sezioni 15 e 13

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
3	7368	477	0	0,73	57.909	30.167	0,04	0,000	
4	8269	477	0	0,73	51.726	30.167	0,04	0,000	
5	8906	477	0	0,73	46.312	30.167	0,04	0,000	
6	9355	477	0	0,73	41.396	30.167	0,04	0,000	
7	9660	477	0	0,73	36.831	30.167	0,04	0,000	
8	9847	477	0	0,73	32.526	30.167	0,04	0,000	
9	9934	477	0	0,73	28.420	30.167	0,04	0,000	
10	9932	477	0	0,73	24.468	30.167	0,04	0,000	
11	9850	477	0	0,73	20.637	30.167	0,04	0,000	
12	9696	477	0	0,73	16.901	30.167	0,04	0,000	
13	10207	382	0	0,73	13.238	32.007	0,06	0,000	
14	12626	0	0	0,73	9.629	32.007	0,06	0,000	
15	7102	0	0	0,73	6.059	32.007	0,06	0,000	
16	2938	0	0	0,73	2.512	32.007	0,06	0,000	
17	2605	0	0	0,73	-1.025	32.007	0,06	0,000	
18	2434	0	0	0,73	-4.566	32.007	0,06	0,000	
19	2327	0	0	0,73	-8.125	32.007	0,06	0,000	
20	2157	0	0	0,73	-11.716	32.007	0,06	0,000	
21	1924	0	0	0,73	-15.354	32.007	0,06	0,000	
22	1624	0	0	0,73	-19.057	32.007	0,06	0,000	
23	1253	0	0	0,73	-22.845	32.007	0,06	0,000	
24	805	0	0	0,73	-26.743	32.007	0,06	0,000	
25	273	0	0	-8,95 - 0,73	-30.088	32.007	0,06	0,000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	2524	0	0	9,79 - 0,72	79.920	36.000	0,05	0,000	
2	5933	0	0	0,72	65.590	36.000	0,05	0,000	
3	7425	0	0	0,72	58.023	36.000	0,05	0,000	
4	8329	0	0	0,72	51.864	36.000	0,05	0,000	
5	8952	0	0	0,72	46.471	36.000	0,05	0,000	
6	9394	0	0	0,72	41.576	36.000	0,05	0,000	
7	9695	0	0	0,72	37.030	36.000	0,05	0,000	
8	9882	0	0	0,72	32.744	36.000	0,05	0,000	
9	9971	0	0	0,72	28.656	36.000	0,05	0,000	
10	9974	0	0	0,72	24.723	36.000	0,05	0,000	
11	9900	0	0	0,72	20.911	36.000	0,05	0,000	
12	9755	0	0	0,72	17.195	36.000	0,05	0,000	
13	9544	0	0	0,72	13.552	36.000	0,05	0,000	
14	10912	0	0	0,72	9.964	38.000	0,08	0,000	
15	11646	0	0	0,72	6.415	38.000	0,08	0,000	
16	5487	0	0	0,72	2.891	38.000	0,08	0,000	
17	2727	0	0	0,72	-0.622	38.000	0,08	0,000	
18	2327	0	0	0,72	-4.137	38.000	0,08	0,000	
19	2186	0	0	0,72	-7.669	38.000	0,08	0,000	
20	2030	0	0	0,72	-11.229	38.000	0,08	0,000	
21	1812	0	0	0,72	-14.835	38.000	0,08	0,000	
22	1531	0	0	0,72	-18.502	38.000	0,08	0,000	
23	1181	0	0	0,72	-22.249	38.000	0,08	0,000	
24	759	0	0	0,72	-26.101	38.000	0,08	0,000	
25	257	0	0	-8,27 - 0,72	-29.378	38.000	0,08	0,000	

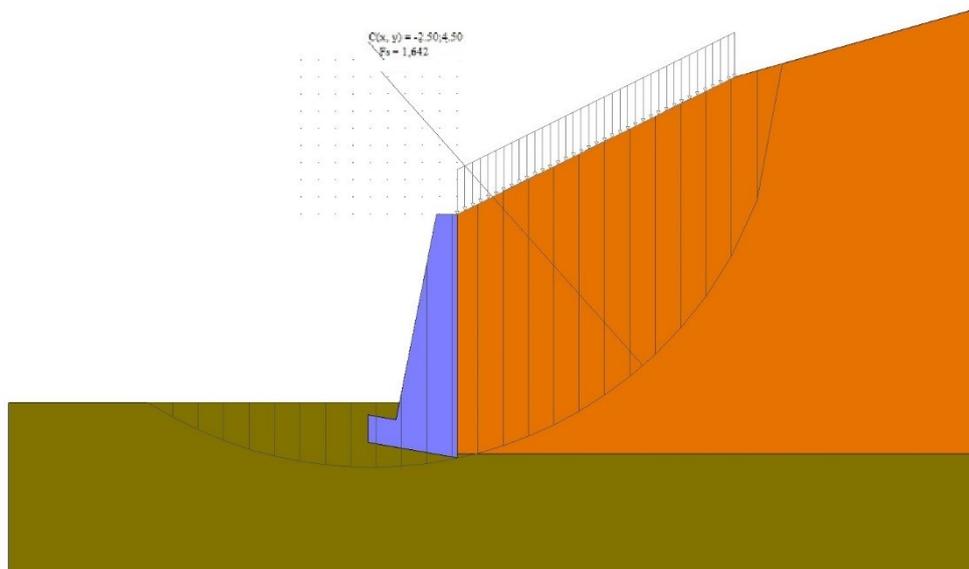


Fig. 3 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

Relazione Geotecnica e Statica del muro ciclopico tra le sezioni 15 e 13

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 [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	0,00	0	0	0	0	0	0
2	-0,10	149	152	0	4	-1	-1
3	-0,20	302	309	0	8	-3	-2
4	-0,30	460	471	0	13	-7	-5
5	-0,39	623	638	0	18	-12	-9
6	-0,49	791	810	0	24	-19	-14
7	-0,59	964	987	0	30	-28	-20
8	-0,69	1141	1169	0	37	-38	-28
9	-0,79	1323	1356	0	44	-51	-36
10	-0,89	1510	1548	2	52	-65	-46
11	-0,99	1702	1748	7	73	-79	-57
12	-1,08	1899	1961	18	107	-97	-69
13	-1,18	2101	2181	35	148	-117	-82
14	-1,28	2309	2409	59	196	-139	-97
15	-1,38	2525	2645	89	250	-161	-114
16	-1,48	2747	2889	127	312	-183	-131
17	-1,58	2977	3141	157	380	-206	-149
18	-1,68	3213	3401	193	456	-227	-161
19	-1,78	3457	3668	233	539	-247	-163
20	-1,87	3708	3943	280	629	-266	-161
21	-1,97	3966	4227	332	726	-282	-155
22	-2,07	4231	4518	390	830	-295	-143
23	-2,17	4503	4817	454	941	-304	-125
24	-2,27	4783	5124	523	1059	-309	-102
25	-2,37	5070	5439	598	1185	-310	-71
26	-2,47	5364	5762	679	1318	-305	-33
27	-2,56	5665	6093	767	1458	-295	13
28	-2,66	5974	6431	859	1606	-278	68
29	-2,76	6289	6778	958	1760	-264	131
30	-2,86	6613	7133	1063	1922	-252	205
31	-2,96	6943	7496	1173	2091	-233	289
32	-3,06	7280	7866	1290	2268	-209	384
33	-3,16	7625	8245	1413	2452	-178	490
34	-3,25	7977	8631	1541	2643	-140	608
35	-3,35	8337	9026	1675	2841	-95	739
36	-3,45	8703	9429	1816	3047	-42	883
37	-3,55	9077	9839	1962	3260	19	1041
38	-3,65	9458	10258	2114	3480	89	1213
39	-3,75	9847	10684	2273	3708	169	1400
40	-3,85	10243	11119	2437	3943	258	1603
41	-3,94	10646	11561	2607	4185	358	1822
42	-4,04	11056	12012	2784	4435	468	2057
43	-4,14	11474	12470	2966	4692	589	2310
44	-4,24	11899	12936	3154	4956	722	2581
45	-4,34	12331	13411	3349	5228	867	2870
46	-4,44	12771	13893	3549	5507	1025	3178
47	-4,54	13218	14384	3756	5793	1196	3506
48	-4,63	13672	14882	3968	6087	1380	3854
49	-4,73	14133	15389	4186	6388	1578	4222
50	-4,83	14602	15903	4411	6697	1791	4612
51	-4,93	15078	16426	4642	7013	2018	5025
52	-5,03	15562	16956	4878	7336	2261	5459
53	-5,13	16052	17495	5121	7667	2520	5917
54	-5,23	16550	18041	5370	8005	2796	6398
55	-5,33	17056	18596	5624	8350	3088	6904
56	-5,42	17569	19159	5885	8703	3397	7435
57	-5,52	18089	19729	6152	9063	3725	7991
58	-5,62	18616	20308	6425	9430	4070	8573
59	-5,72	19151	20894	6704	9805	4435	9182
60	-5,82	19693	21489	6989	10187	4818	9818
61	-5,92	20242	22091	7280	10577	5221	10482
62	-6,02	20799	22702	7577	10974	5645	11175
63	-6,11	21363	23321	7881	11379	6089	11896
64	-6,21	21934	23947	8190	11790	6554	12647
65	-6,31	22512	24582	8505	12210	7041	13428

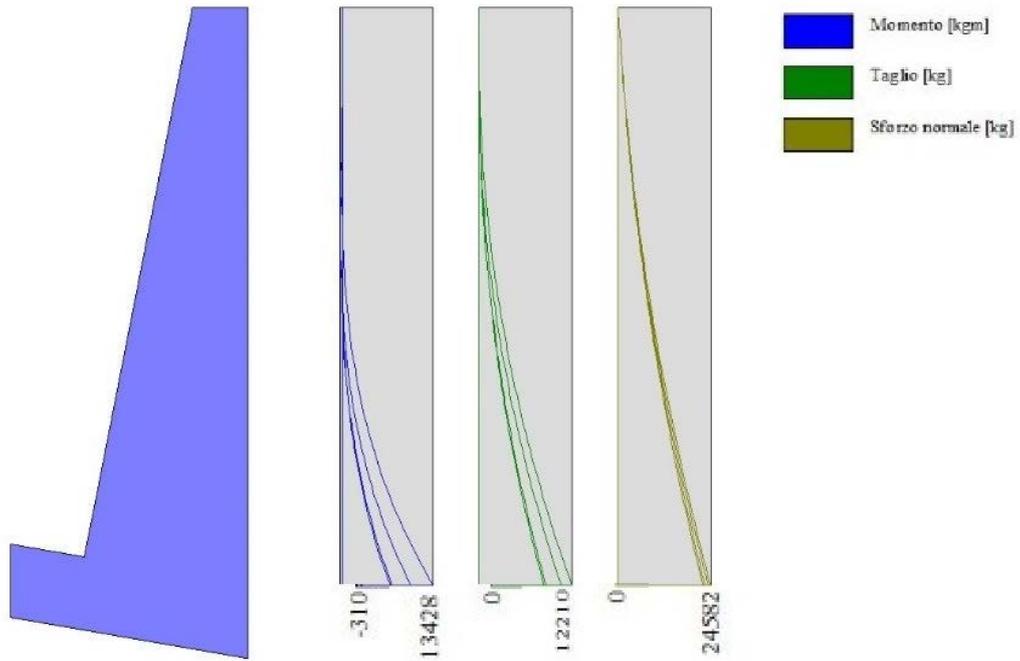


Fig. 4 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	-2,57	0	0	0	0	0	0
2	-2,48	0	0	1036	1698	46	76
3	-2,39	0	0	2057	3344	184	300
4	-2,30	0	0	3064	4935	411	669
5	-2,21	0	0	4057	6474	728	1176
6	-2,12	0	0	5035	7960	1132	1818
7	-2,03	0	0	5999	9392	1623	2590
8	-1,94	0	0	6948	10771	2198	3486
9	-1,86	0	0	7883	12096	2857	4503
10	-1,77	0	0	8804	13369	3599	5635

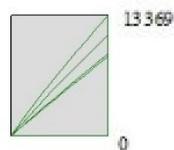
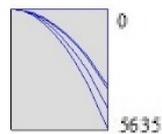
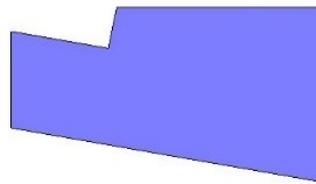


Fig. 5 - Fondazione

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 [m]	As [cmq]	e [cm]	σ [kg/cmq]	Rt [kg]	Et [kg]	FSsco	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FSrib
1	0,00	6000	0,00	0,00	24000,00	0,00	100,000	0,00	0,00	100,000
2	-0,10	6192	-0,48	0,03	24917,05	0,00	100,000	47,24	0,00	100,000
3	-0,20	6383	-0,95	0,05	25838,83	0,00	100,000	98,84	1,10	90,121
4	-0,30	6575	-1,42	0,08	26765,33	0,00	100,000	157,28	2,56	61,478
5	-0,39	6767	-1,88	0,11	27696,56	0,00	100,000	230,27	4,91	46,883
6	-0,49	6958	-2,35	0,14	28632,51	0,00	100,000	304,19	8,00	38,001
7	-0,59	7150	-2,83	0,17	29573,19	0,00	100,000	385,06	12,00	32,081
8	-0,69	7342	-3,30	0,20	30518,60	0,00	100,000	473,08	16,99	27,852
9	-0,79	7534	-3,77	0,23	31468,73	0,00	100,000	568,44	23,03	24,682
10	-0,89	7725	-4,19	0,26	32461,64	78,95	411,143	671,34	30,22	22,216
11	-0,99	7917	-4,61	0,29	33427,29	91,75	364,333	782,00	38,63	20,243
12	-1,08	8109	-5,07	0,33	34395,14	107,04	321,324	900,80	48,36	18,627
13	-1,18	8300	-5,51	0,36	35382,33	147,83	239,344	1028,16	59,58	17,257
14	-1,28	8492	-5,91	0,39	36377,32	195,50	186,069	1165,05	72,54	16,062
15	-1,38	8684	-6,25	0,42	37380,12	250,12	149,451	1312,51	87,74	14,958
16	-1,48	8875	-6,54	0,46	38390,76	311,71	123,163	1470,90	105,78	13,906
17	-1,58	9067	-6,75	0,49	39409,24	380,31	103,623	1713,16	133,86	12,798
18	-1,68	9259	-6,89	0,52	40435,59	455,97	88,680	1910,22	175,04	10,913
19	-1,78	9450	-6,96	0,54	41469,82	538,71	76,980	2120,30	224,03	9,464
20	-1,87	9642	-6,96	0,57	42511,94	628,56	67,634	2343,77	281,52	8,325
21	-1,97	9834	-6,89	0,59	43561,96	725,53	60,041	2581,02	348,23	7,412
22	-2,07	10026	-6,74	0,61	44619,89	829,66	53,781	2832,40	424,86	6,667
23	-2,17	10217	-6,53	0,63	45685,74	940,97	48,552	3098,31	512,11	6,050
24	-2,27	10409	-6,24	0,65	46759,52	1059,46	44,135	3379,10	610,68	5,533
25	-2,37	10601	-5,89	0,66	47841,23	1185,16	40,367	3675,15	721,30	5,095
26	-2,47	10792	-5,48	0,67	48930,88	1318,07	37,123	3986,84	844,67	4,720
27	-2,56	10984	-5,01	0,68	50028,48	1458,22	34,308	4314,53	981,51	4,396
28	-2,66	11176	-4,55	0,69	51134,03	1605,62	31,847	4658,61	1132,52	4,113
29	-2,76	11367	-4,20	0,69	52247,54	1760,27	29,682	5019,43	1298,43	3,866
30	-2,86	11559	-3,80	0,70	53369,01	1922,19	27,765	5397,38	1479,94	3,647
31	-2,96	11751	-3,85	0,70	54498,44	2091,38	26,059	5792,83	1677,79	3,453
32	-3,06	11942	-4,88	0,69	55635,84	2267,86	24,532	6206,14	1892,67	3,279
33	-3,16	12134	-5,94	0,69	56781,21	2451,63	23,161	6637,69	2125,32	3,123
34	-3,25	12326	-7,04	0,68	57934,56	2642,70	21,922	7087,86	2376,45	2,983
35	-3,35	12517	-8,19	0,72	59095,89	2841,07	20,801	7557,00	2646,79	2,855
36	-3,45	12709	-9,36	0,78	60265,20	3046,76	19,780	8045,50	2937,05	2,739
37	-3,55	12901	-10,58	0,83	61442,50	3259,77	18,849	8553,73	3247,95	2,634
38	-3,65	13093	-11,83	0,89	62627,78	3480,09	17,996	9082,06	3580,22	2,537
39	-3,75	13284	-13,11	0,95	63821,05	3707,75	17,213	9630,86	3934,58	2,448
40	-3,85	13476	-14,42	1,01	65022,31	3942,74	16,492	10200,50	4311,75	2,366
41	-3,94	13668	-15,76	1,07	66231,56	4185,07	15,826	10791,35	4712,46	2,290
42	-4,04	13859	-17,13	1,14	67448,81	4434,73	15,209	11403,78	5137,42	2,220
43	-4,14	14051	-18,52	1,20	68674,05	4691,74	14,637	12038,18	5587,37	2,155
44	-4,24	14243	-19,95	1,27	69907,29	4956,11	14,105	12694,90	6063,03	2,094
45	-4,34	14434	-21,40	1,35	71148,53	5227,82	13,610	13374,32	6565,12	2,037
46	-4,44	14626	-22,87	1,42	72397,77	5506,89	13,147	14076,81	7094,37	1,984
47	-4,54	14818	-24,37	1,49	73655,02	5793,31	12,714	14802,74	7651,50	1,935
48	-4,63	15009	-25,89	1,57	73866,81	6087,10	12,135	15552,49	8237,24	1,888
49	-4,73	15201	-27,44	1,65	73670,70	6388,25	11,532	16326,42	8852,31	1,844
50	-4,83	15393	-29,00	1,73	73456,83	6696,77	10,969	17124,91	9497,45	1,803
51	-4,93	15585	-30,59	1,81	73226,09	7012,65	10,442	17948,33	10173,38	1,764
52	-5,03	15776	-32,20	1,90	72979,32	7335,91	9,948	18797,04	10880,82	1,728
53	-5,13	15968	-33,82	1,98	72717,33	7666,53	9,485	19671,43	11620,50	1,693
54	-5,23	16160	-35,47	2,07	72440,91	8004,53	9,050	20571,86	12393,15	1,660
55	-5,33	16351	-37,13	2,16	72150,80	8349,91	8,641	21498,70	13199,50	1,629
56	-5,42	16543	-38,81	2,25	71847,70	8702,67	8,256	22452,33	14040,27	1,599
57	-5,52	16372	-40,50	2,35	71532,31	9062,80	7,893	23433,11	14916,19	1,571
58	-5,62	16185	-42,22	2,44	71205,27	9430,32	7,551	24441,42	15827,99	1,544
59	-5,72	15992	-43,95	2,54	70867,21	9805,21	7,228	25477,62	16776,40	1,519
60	-5,82	15793	-45,69	2,65	70518,73	10187,50	6,922	26542,10	17762,14	1,494
61	-5,92	15589	-47,45	2,76	70160,40	10577,16	6,633	27635,22	18785,95	1,471
62	-6,02	15379	-49,22	2,88	69792,78	10974,22	6,360	28757,35	19848,54	1,449
63	-6,11	15165	-51,01	3,00	69416,39	11378,66	6,101	29908,86	20950,66	1,428
64	-6,21	14946	-52,81	3,12	69031,74	11790,49	5,855	31090,13	22093,03	1,407
65	-6,31	14721	-54,63	3,26	68639,32	12209,70	5,622	32301,52	23276,37	1,388

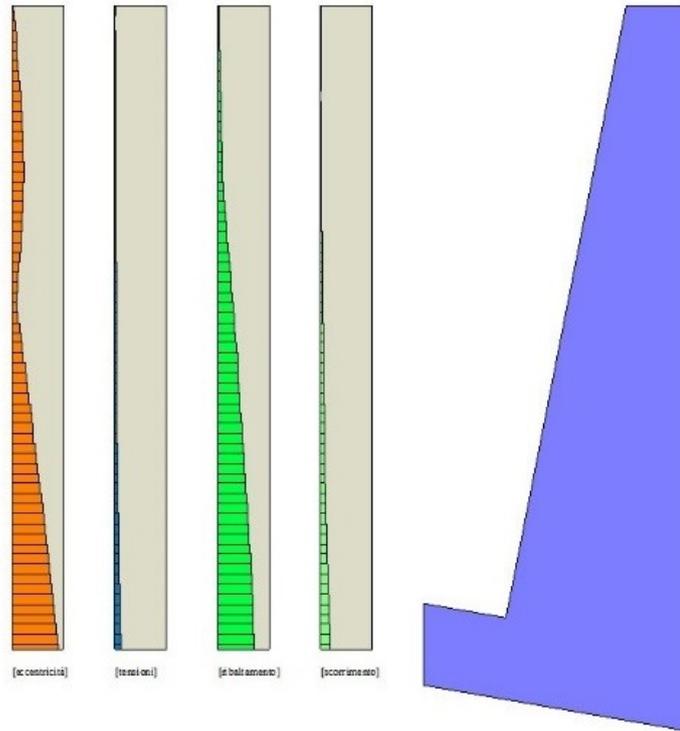


Fig. 6 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kgm]
- N sforzo normale agente espressa in [kg]
- Mrd momento resistente espresso in [kgm]
- Nrd sforzo normale resistente espresso in [kg]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mrd [kgm]	Nrd [kg]	FS
1	100	80	0,00	0,00	0	0	0	0	100000.000
2	100	80	16,08	16,08	76	0	46903	0	618.122
3	100	80	16,08	16,08	300	0	46903	0	156.154
4	100	80	16,08	16,08	669	0	46903	0	70.138
5	100	80	16,08	16,08	1176	0	46903	0	39.876
6	100	80	16,08	16,08	1818	0	46903	0	25.798
7	100	80	16,08	16,08	2590	0	46903	0	18.111
8	100	80	16,08	16,08	3486	0	46903	0	13.454
9	100	80	16,08	16,08	4503	0	46903	0	10.416
10	100	80	16,08	16,08	5635	0	46903	0	8.323

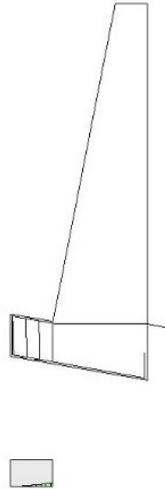


Fig. 7 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

- n° (o Is) indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- A_{sw} area ferri a taglio espressa in [cmq]
- cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
- V_{Rcd} resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
- V_{Rsd} resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
- V_{Rd} resistenza di progetto a taglio espressa in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A_{sw}>0.0) V_{Rd}=min(V_{Rcd}, V_{Rsd}).
- T taglio agente espressa in [kg]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	80	0,00	--	0	0	23236	0	100.000
2	100	80	0,00	--	0	0	29240	-1698	17.216
3	100	80	0,00	--	0	0	29240	-3344	8.745
4	100	80	0,00	--	0	0	29240	-4935	5.924
5	100	80	0,00	--	0	0	29240	-6474	4.516
6	100	80	0,00	--	0	0	29240	-7960	3.674
7	100	80	0,00	--	0	0	29240	-9392	3.113
8	100	80	0,00	--	0	0	29240	-10771	2.715
9	100	80	0,00	--	0	0	29240	-12096	2.417
10	100	80	0,00	--	0	0	29240	-13369	2.187

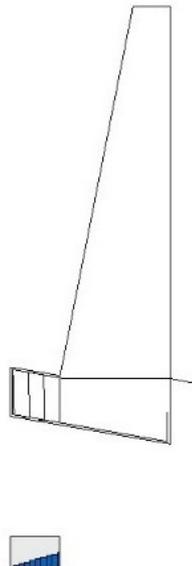


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

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]

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	Pr [kg]	P _{gr} [kg]	V _{dis} [mc]
1	Dritto superiore	8	16,00	3,46	5,46	43,72	
2	Dritto inferiore	8	16,00	3,49	5,51	44,05	
3	Ripartitore	8	10,00	1,00	0,62	4,93	
4	Gancio	6	10,00	1,21	0,75	4,47	
	Totale al metro					97,17	2,05
	Totale					924,73	20,53

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	20,53	61.97	1272.26
Acciaio per armatura	[kg]	924,73	0.90	832.25
Casseformi	[mq]	124.24	13.94	1731.87
Scavo a sezione obbligata	[mc]	30,20	9.30	280.86
Pietrame riempimento	[mc]	73,74	20.00	1474.78
Totale muro				5592.03
Totale				5592.03

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto GIROLAMO LANDRINI, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Se.T.I. S.r.l.
Licenza	AIU4048K6

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
(GIROLAMO LANDRINI)
