

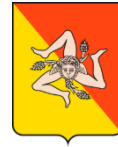


Municipio della Città di Naso

Città Metropolitana di Messina

Via G. Mazzini, 1 - 98074 NASO (ME) - Tel. +39.0941.1946000

P. IVA 00342960838 - PEC: comunenaso@pec.it



Settore III - Lavori Pubblici Ufficio Lavori Pubblici

DETERMINAZIONE DEL RESPONSABILE DEL SERVIZIO

Reg. Sett. N. 87 del 08/05/2026

Reg. Gen. N. 337 del 08/05/2026

Oggetto:	APPROVAZIONE DELLE VARIAZIONI ESECUTIVE AL CONTRATTO RELATIVE AL PROGETTO PER L' INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA E MANUTENZIONE DELLA STRADA COMUNALE BRUCOLI- BAGNARA MEDIANTE ALLARGAMENTO DEL CURVONE ALL'INCROCIO CON LA COMUNALE A CONFINE CON CAPO D'ORLANDO EX CO. 7 LETT. B) E C) DELL'ART. 120 DEL D.LGS. 36/2023 CUP: F75F24000280001 CIG: B9F997A9A6
-----------------	--

OGGETTO APPROVAZIONE DELLE VARIAZIONI ESECUTIVE AL CONTRATTO
:
RELATIVE AL PROGETTO PER L' INTERVENTO DI MESSA IN
SICUREZZA E MANUTENZIONE DELLA STRADA COMUNALE
BRUCOLI- BAGNARA MEDIANTE ALLARGAMENTO DEL CURVONE
ALL'INCROCIO CON LA COMUNALE A CONFINE CON CAPO
D'ORLANDO EX CO. 7 LETT. B) E C) DELL'ART. 120 DEL D.LGS. 36/2023
CUP: F75F24000280001 CIG: B9F997A9A6

Il Responsabile del Settore III - Lavori Pubblici

Premesso che:

- 📄 con Delibera di G.M. n. 66 del 27/03/2024 è stata approvata una prima proposta di progettazione esecutiva del progetto in questione;
- con Delibera di G.M. n. 204 del 21.10.2024 è stato approvato in linea amministrativa il progetto esecutivo di cui in oggetto per un importo complessivo pari a € **149.000,00**, redatto dall'UTC, il cui importo complessivo IVA esclusa delle opere è di € **112.188,44 di cui 2.549,25 per oneri sulla sicurezza**, e per € **36.811,56** quali somme a disposizione dell'Amministrazione;
- con deliberazione n. 49 del 26/06/2025 l'Ente di Sviluppo Agricolo ha approvato l'avviso pubblico a sportello per il finanziamento di progetti di ripristino – miglioramento ed efficientamento di infrastrutture viarie extraurbane e lo schema del *Provvedimento di Concessione*;
- con successiva deliberazione n 68 del 26/11/2025 l'Ente di Sviluppo Agricolo ha preso atto ed ammesso a finanziamento il progetto in questione collocato utilmente in graduatoria come da determina del direttore generale dell'ESA n 865 del 22/10/2025;
- con provvedimento di concessione n. 30 del 9 dicembre 2025 il Commissario straordinario dell'ESA ha formalizzato la concessione delle somme necessarie per eseguire il progetto, per l'importo complessivo di € 147.317,18, (al netto delle somme trattenute dall'ESA) somme impegnate sul cap. 262 del bilancio dell'Ente esercizio 2025 g/s deliberazione n. 68 del 26/11/2025;
- con Delibera di G. M. n. 278 del 30/12/2025 sono stati assegnati a quest'Organo tecnico i fondi necessari per la realizzazione dell'opera in oggetto pari ad € 147.317,18, già al netto della quota di competenza ESA, inserita nel quadro economico, che è stata trattenuta dall'Ente finanziatore stesso come da convenzione siglata con il predetto Ente prot. 21926 del 10/12/2025;

Considerato che:

- con determina n. 3/24 del 18/01/2026 sono stati affidati i lavori alla ditta individuale Cuticchia Antonino, nato a Naso (ME) l'08/07/1949 con sede in contrada San Giuliano, n. 53 - 98074 Naso (ME) – C.F. CTC NNN 49L08 F848H – P.IVA 00269790838, che ha offerto un ribasso del 3,211%, per un importo netto contrattuale pari a € 108.667,93 oltre IVA al 22%;
- i lavori sono stati consegnati il 09/03/2026. Il concreto inizio è avvenuto il 10/03/2026
- nel corso dell'esecuzione dei lavori è sopraggiunta la necessità di apportare delle variazioni al progetto per la soluzione di questioni tecniche ed in particolare è emerso che la posizione della vasca imhoff che serve un fabbricato a monte delle opere e della relativa condotta disperdente

è planimetricamente diversa da quanto ipotizzato, tanto da interferire con le opere da realizzare. Al fine di evitare di alterare profondamente lo stato dei luoghi e di comune accordo con il proprietario si è ipotizzato un diverso sviluppo planimetrico delle opere tale da consentire di raggiungere la medesima funzionalità originaria, addirittura migliorando i risultati finali in quanto il raccordo di allargamento con il tratto di strada esistente viene di gran lunga migliorato rispetto al progetto originario. Il nuovo posizionamento comporta la riduzione delle altezze dei paramenti che per una parte, in accordo al calcolo in fase di deposito, possono essere realizzati a gravità. Il tutto è stato raggiunto a sostanziale invarianza di importo di lavori;

- i prezzi unitari sono stati rilevati dal Prezzario della Regione Sicilia 2024 in vigore al momento della progettazione iniziale (e della procedura di aggiudicazione) ed altri scaturiti da apposite analisi prezzi.
- la variazione esecutiva di cui alla presente determina non risulta sostanziale in quanto risulta essere una soluzione migliorativa del progetto originario introducendo tra le lavorazioni: l'importo degli imprevisti originariamente appostati nel quadro economico di progetto; le somme non spese per la progettazione in quanto sviluppata internamente al Comune ed altre somme non spese previste originariamente nel quadro economico. L'importo lordo delle lavorazioni ha visto anche una modifica degli oneri della sicurezza in ragione di quanto resosi necessario in corso d'opera. Il tutto per un importo lordo dei lavori pari a € 115.773,02 in luogo dell'importo di € 112.188,44 originariamente previsto, così per un maggiore importo lordo dei lavori del 3,20 % rispetto all'importo lordo originario, rientrando, pertanto ampiamente entro il quinto d'obbligo e nei limiti previsti dal CSA e dall'art. 120 del codice. La stessa perizia è necessaria per la soluzione di questioni tecniche emerse nell'esecuzione dei lavori e può essere finanziata con le risorse iscritte nel quadro economico dell'opera e come tale inquadrabile ai sensi del co. 7 lett. B) e C) dell'art. 120 del D.Lgs. 36/2023;
- le modifiche in questione si inquadrano ai sensi del co. 7 art. 120 del D.Lgs. 36/2023 nell'esecuzione dei lavori e può essere finanziata con le risorse iscritte nel quadro economico dell'opera e non hanno alterato la natura, né la tipologia e né la categoria dei lavori di che trattasi;

Viste le variazioni esecutive al progetto originario di che trattasi per mezzo della perizia redatta dalla Direzione dei Lavori per l'importo Complessivo di €. 115.773,02, in cui il quadro economico sostanzialmente invariato, comparato con il quadro economico di progetto originario e finanziato, è di seguito riportato:

QUADRO ECONOMICO DI RAFFRONTO				
"Lavori di intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli-Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la comunale a confine con Capo d'Orlando" CUP:F75F24000280001				
QUADRO ECONOMICO progetto originario			QUADRO ECONOMICO di perizia	
A-Importo lordo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)			112.188,44 €	115.773,02 €
Importo a base d'asta soggetto a ribasso	109.639,19 €		107.272,55 €	
<i>Ribasso 3,211%</i>			3.444,52 €	
Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (Art. 26 - oneri diretti di sicurezza)	2.549,25 €		8.500,47 €	
importo netto contrattuale			112.328,50	
B-Somme a disposizione			35.128,74 €	27.341,84 €
Imprevisti	680,65 €		0,00 €	
Spese tecniche per progettazione	4.681,85 €		0,00 €	
Spese tecniche per incentivi art. 45 D.Lgs 36/2023 e ss.mm.ii. (80% del 2,00% dell'importo lordo dei lavori)	1.795,02 €		1.852,37 €	
Contributo ANAC	0,00 €		35,00 €	
Espropriazioni e spese di catastazione terreni	1.500,00 €		742,21 €	
Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	500,00 €		0,00 €	
IVA su A aliquota 22%	24.681,46 €		24.712,27 €	
IVA su imprevisti	149,74 €		0,00 €	
IVA su spese progettazione	1.030,01 €		0,00 €	
IVA su Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	110,00 €		0,00 €	
TOTALE progetto			147.317,18 €	143.114,86 €
C-ECONOMIE			0	4.202,32 €
Ribasso	0		3.444,52 €	
IVA da ribasso			757,79 €	
TOTALE Concessione			147.317,18 €	147.317,18 €

Considerato che per ulteriori dettagli, si rimanda agli altri elaborati approvati ed allegati alla presente che sono di seguito elencati:

- Relazione sulle variazioni esecutive;
- planimetria stato di progetto;
- Calcoli delle nuove sezioni dei muri;
- Tav. 4.1 - Sezione tipo muro da 2.50 (che sostituisce la precedente tavola 4.1);
- Tav. 4.2 - Sezione tipo muro da 2.95 (che sostituisce la precedente tavola 4.2 Tav. 4.3 - Sezione tipo muro da 1.50);
- Tav. 4.3 - Sezione tipo muro da 1.50;
- Tav. 4.4 - Sezione tipo muro da 2.20;
- Computo metrico PERIZIA;
- Elenco prezzi PERIZIA;
- Quadro di raffronto PERIZIA;
- Quadro economico di perizia (comparato con quello di progetto);

Visto:

- il vigente O.A.R.EE.LL. come modificato ed integrato dalla L.R. 48/91;
- il D.Lgs. 36/2023 e s.m.i. così come recepito in Sicilia;
- il bilancio di previsione esercizio 2026 e bilancio pluriennale 2026-2028, approvato con Delibera di C.C. n. 20 del 31/03/2026, esecutivo;

Accertata la propria competenza ad emettere l'atto, giusta determinazione sindacale n. 9 del 16/06/2025 con la quale sono state attribuite le funzioni di responsabilità, di cui all'art. 51 comma 3° Legge 142/90 e successive modifiche ed integrazioni;

DETERMINA

- **di approvare**, ai sensi e per gli effetti dell'art. 3 della L.R. 7/2019 le motivazioni in fatto ed in diritto esplicitate in narrativa e costituenti parte integrante e sostanziale del dispositivo;
- **di prendere atto** delle modifiche in questione che si inquadrano ex co. 7 art. 120 del D.Lgs. 36/2023;
- **di approvare** le variazioni esecutive al progetto originario redatte dalla D.L., così come risultante dal quadro economico e dagli elaborati progettuali riportati nella parte motiva, che materialmente allegati alla presente ne costituiscono parte integrante e sostanziale;
- **di trasmettere** ad ESA la presente perizia al fine della sua approvazione e dell'utilizzo delle somme in accordo al quadro di raffronto;
- **di dare atto**, infine, che la spesa complessiva per le variazioni esecutive al progetto originario è pari ad €. 147.317,18 (**importo comprensivo delle economie da ribasso d'asta e l'Iva sulle predette economie non utilizzate nella perizia in questione - € 4.202,32- così specificato nel quadro di raffronto di cui in premessa**) trova copertura a valere sul provvedimento di concessione n. 30 del 9 dicembre 2025 con quale il Commissario straordinario dell'ESA - in forza dell'assegnazione di cui alla delibera di GM n. 278 del 30.12.2025;
- **di pubblicare** il presente atto all'Albo on-line nelle forme di legge.

Il Responsabile
Settore III - Lavori Pubblici
Ing. Ivan Joseph Duca Ph. D.
(Firmato Digitalmente)



Estremi della Proposta

Proposta Nr. **2026 / 239**

Settore Proponente: **Settore III - Lavori Pubblici**

Ufficio Proponente: **Ufficio Lavori Pubblici**

Oggetto: **APPROVAZIONE DELLE VARIAZIONI ESECUTIVE AL CONTRATTO RELATIVE AL PROGETTO PER L' INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA E MANUTENZIONE DELLA STRADA COMUNALE BRUCOLI- BAGNARA MEDIANTE ALLARGAMENTO DEL CURVONE ALL'INCROCIO CON LA COMUNALE A CONFINE CON CAPO D'ORLANDO EX CO. 7 LETT. B) E C) DELL'ART. 120 DEL D.LGS. 36/2023 CUP: F75F24000280001 CIG: B9F997A9A6**

Nr. adozione settore: **87** Nr. adozione generale:

Data adozione: **08/05/2026**

Visto Tecnico

Ufficio Proponente (Ufficio Lavori Pubblici)

In ordine alla regolarità tecnica della presente proposta, ai sensi dell'art. 49, comma 1, TUEL - D.Lgs. n. 267 del 18.08.2000, si esprime visto FAVOREVOLE.

Sintesi parere: **VISTO FAVOREVOLE**

Data **08/05/2026**

Il Responsabile di Settore
Ing. Ivan Joseph Duca



Estremi della Proposta

Proposta Nr. **2026 / 239**

Settore Proponente: **Settore III - Lavori Pubblici**

Ufficio Proponente: **Ufficio Lavori Pubblici**

Oggetto: **APPROVAZIONE DELLE VARIAZIONI ESECUTIVE AL CONTRATTO RELATIVE AL PROGETTO PER L' INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA E MANUTENZIONE DELLA STRADA COMUNALE BRUCOLI- BAGNARA MEDIANTE ALLARGAMENTO DEL CURVONE ALL'INCROCIO CON LA COMUNALE A CONFINE CON CAPO D'ORLANDO EX CO. 7 LETT. B) E C) DELL'ART. 120 DEL D.LGS. 36/2023 CUP: F75F24000280001 CIG: B9F997A9A6**

Nr. adozione settore: **87** Nr. adozione generale: **337**

Data adozione: **08/05/2026**

Visto Tecnico

Ufficio Proponente (Ufficio Lavori Pubblici)

In ordine alla regolarità tecnica della presente proposta, ai sensi dell'art. 49, comma 1, TUEL - D.Lgs. n. 267 del 18.08.2000, si esprime visto FAVOREVOLE.

Sintesi parere: **VISTO FAVOREVOLE**

Data **08/05/2026**

Il Responsabile di Settore

Ing. Ivan Joseph Duca

Visto Contabile

Settore II - Economico Finanziario

In ordine alla regolarità contabile della presente proposta, ai sensi dell'art. 151, comma 4, TUEL - D.Lgs. n. 267 del 18.08.2000, si esprime parere FAVOREVOLE.

Sintesi parere: **VISTO FAVOREVOLE**

Data **08/05/2026**

Responsabile del Servizio Finanziario

Dott.ssa Giuseppina Mangano

Documento firmato digitalmente ai sensi dell'art.24 del D.Lgs. n.82/2005 e depositato presso la sede del Comune di Naso. Ai sensi dell'art.3 del D.Lgs 39/93 si indica che il documento è stato firmato da:

GIUSEPPINA MANGANO in data 08/05/2026



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. – Relazione generale
- Tav. 1 – Inquadramento
- Tav. 2 – Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. – Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. –. Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3– Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 – Particolari costruttivi
- Elab. – Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. – Computo Metrico
- Elab.– Quadro economico
- Elab. – CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

Progetto: Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada co
Ditta:
Comune: Comune di Naso
Progettista: Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Direttore dei Lavori: Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Impresa:

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 stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- 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 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

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

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

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

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_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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_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 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:

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

dove il termine m è espresso da

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

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b 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 e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u 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
N / E	Calcestruzzo Nuovo o Esistente
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [T/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [T/mq]
f _{cm}	Resistenza caratteristica media a compressione, espressa in [T/mq]
E	Modulo elastico, espresso in [T/mq]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	N / E	C	A	γ [T/mc]	R _{ck} / f _{cm} [T/mq]	E [T/mq]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	N E	Rck 250	B450C	2,50000	2500,0 0,0	3066588 0	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [T/mq]	f _{uk} [T/mq]	f _{ym} [T/mq]
B450C	45886,5	55063,8	45886,5

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	8,00	0,40	2.862

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1,00 [m]

Paramento

Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	1,50	[m]
Altezza paramento libero	1,50	[m]
Spessore in sommità	0,35	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,51	[m]
Inclinazione paramento esterno	3,00	[°]
Inclinazione paramento interno	3,00	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,30	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,30	[m]
Lunghezza totale	1,11	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

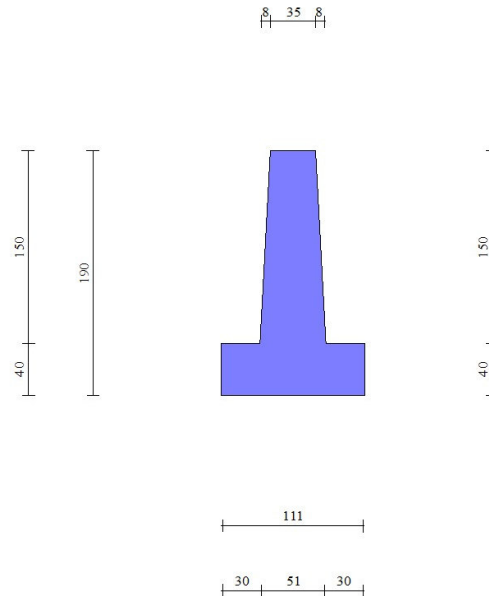


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [T/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [T/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [T/mq]
ca	Adesione terra-muro espressa in [T/mq]
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 [T/mq]

n°	Descr	γ [T/mc]	γ_{sat} [T/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [T/mq]	ca [T/mq]	Cesp	τ_l [T/mq]
1	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	1,90000	2,00000	34.000	18.670	5,0	2,5	---	---
2	vegetale	1,70000	2,00000	26.000	17.333	0,0	0,0	---	---

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')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	0,80	0.000	vegetale	---	---	---	---	---
2	4,00	0.000	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	---	---	---	---	---

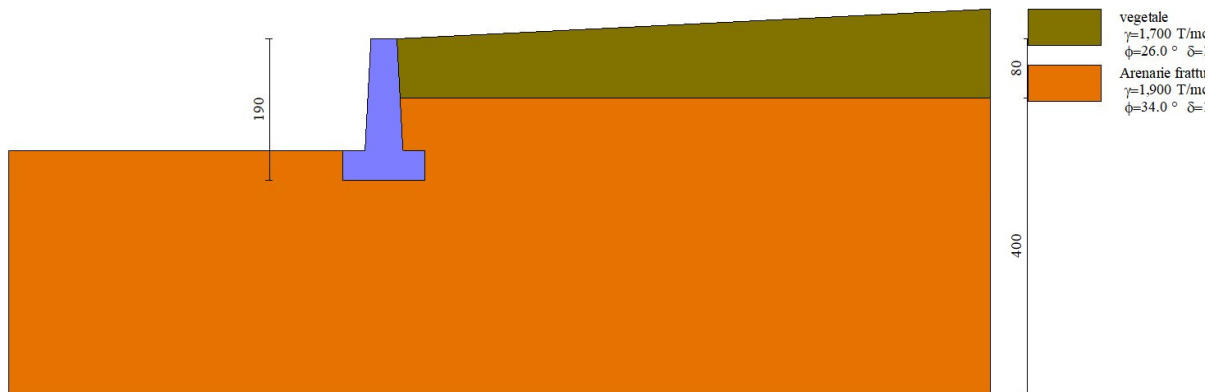


Fig. 2 - Stratigrafia

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	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	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	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	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	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	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	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	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
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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{0,2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

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

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

- 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) H + V

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

Combinazione n° 3 - 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° 4 - 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° 5 - 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° 6 - 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° 7 - 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° 8 - 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° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

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

Combinazione n° 10 - SLEP

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

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

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

Dati sismici

Comune	Naso
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	38.142670
Longitudine	14.746290
Indice punti di interpolazione	45197 - 44975 - 44974 - 45196
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]	1.770	0.785
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.180	0.080
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.530	2.407
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.338	0.293
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	9.876	4.938
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.813	7.407
Esercizio	0.470	5.414	2.707

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Correzione Incremento Sismico per presenza di falda	SI
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	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,274	17,37	0,262	0,082	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			
2	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,058		0,055	0,017	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,268	2,715/0,134	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,090	0,916/0,045	0,21	-0,72
3	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,037		0,036	0,011	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,268	2,715/-0,134	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,090	0,916/-0,045	0,21	-0,72
4	Spinta statica	0,254	14,05	0,247	0,062	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-2,895			
5	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,058		0,055	0,017	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,268	2,715/0,134	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,090	0,916/0,045	0,21	-0,72
6	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,037		0,036	0,011	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,268	2,715/-0,134	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,090	0,916/-0,045	0,21	-0,72
7	Spinta statica	0,274	17,37	0,262	0,082	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			
8	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,091		0,087	0,027	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,402	2,715/0,201	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,136	0,916/0,068	0,21	-0,72
9	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,063		0,060	0,019	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,402	2,715/-0,201	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,136	0,916/-0,068	0,21	-0,72
10	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			
11	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			
12	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			
13	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,030		0,029	0,009	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,147	2,715/0,073	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,050	0,916/0,025	0,21	-0,72
14	Spinta statica	0,211	17,37	0,201	0,063	0,38	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,019		0,018	0,006	0,38	-1,26
	Peso/Inerzia muro			0,147	2,715/-0,073	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,050	0,916/-0,025	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			

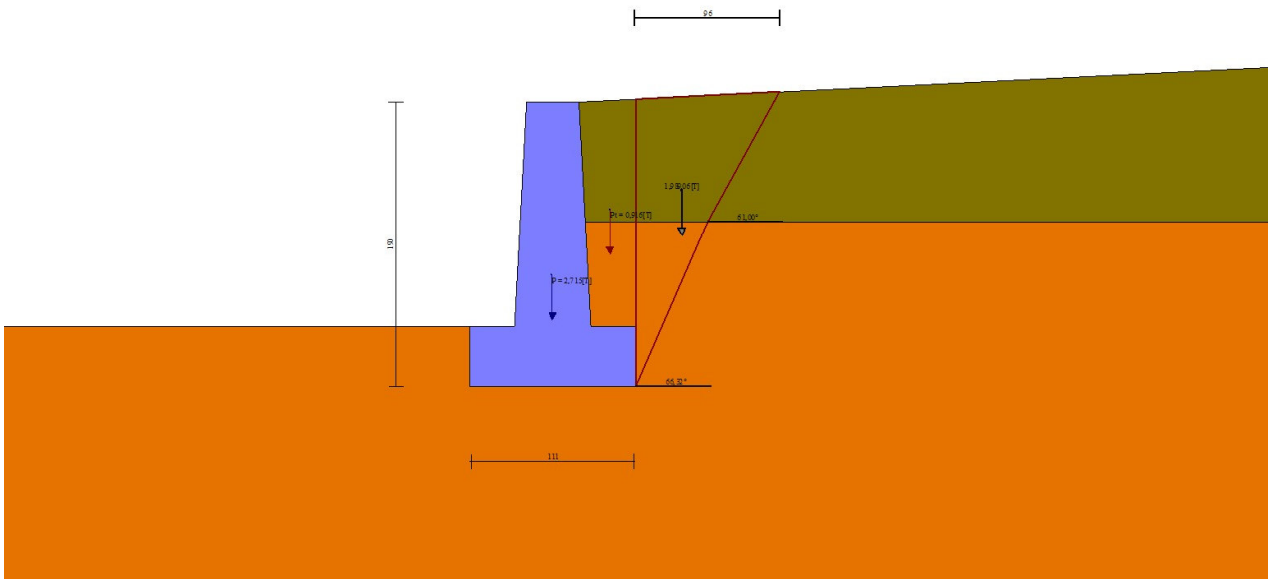


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

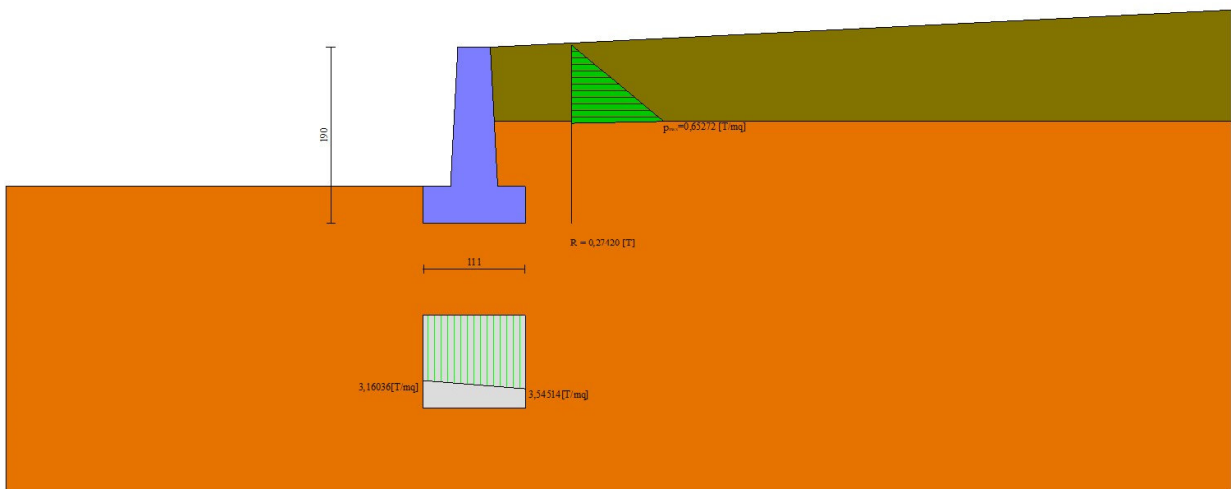


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

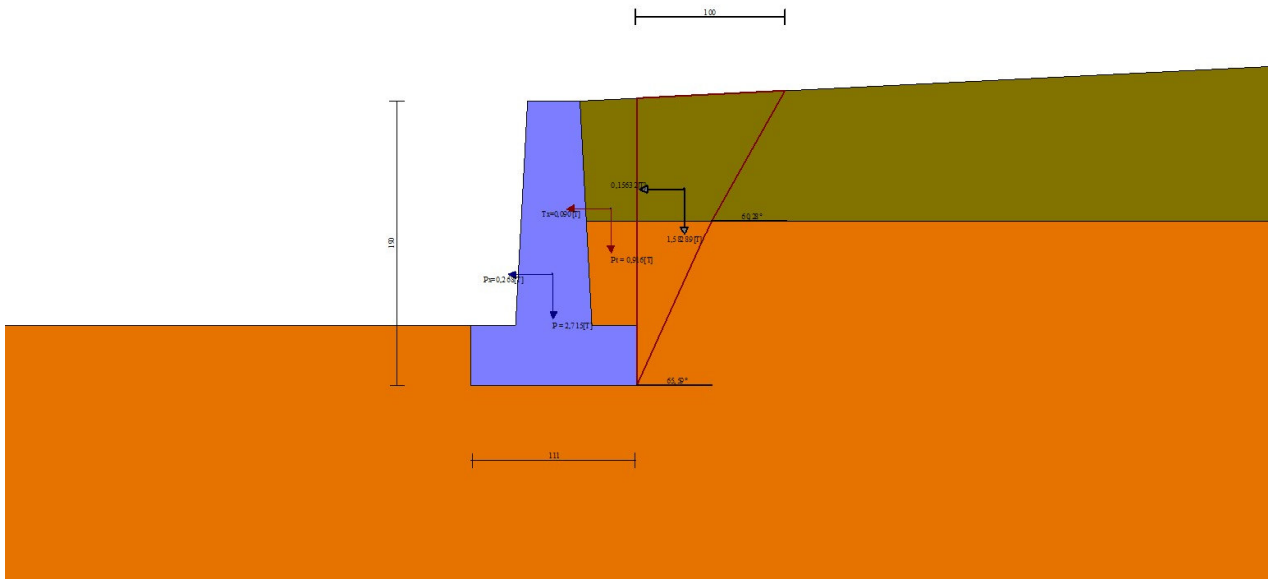


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

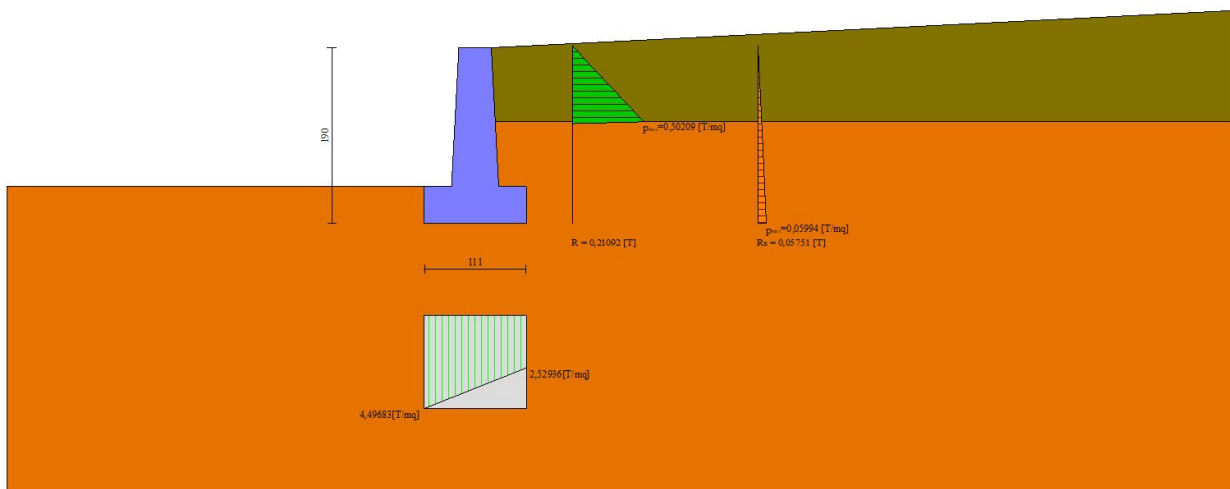


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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 _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		30.770		71.974			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	13.197		51.855			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	13.417		54.416			
4 - GEO (A2-M2-R2)					8.292		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				8.275		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				8.777		
7 - EQU (A1-M1-R3)			6.855				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.350				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.596				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [T]	Rpt [T]	Rps [T]	Rp [T]	Rt [T]	R [T]	T [T]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	4,022	4,030	0,000	--	--	8,053	0,262	30.770
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	4,082	4,030	0,000	--	--	8,113	0,615	13.197
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	3,959	4,030	0,000	--	--	7,990	0,595	13.417

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [T]	Qu [T]	Qd [T]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	3,712	267,186	190,847	71.974
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	3,890	201,704	168,087	51.855
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	3,525	191,829	159,858	54.416

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 0.5ByNy 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 [T/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [T/mq]
σv	Pressione terreno valle, espressa in [T/mq]
σm	Pressione terreno monte, espressa in [T/mq]

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
1	42.164	0.912	1.136	--	--	--	--	--	--	0.902	1.000
	29.440	0.912	1.068	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.777	1.068	--	--	--	--	--	--		
2	42.164	0.810	1.136	--	--	--	--	--	--	0.784	1.000
	29.440	0.810	1.068	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.542	1.068	--	--	--	--	--	--		
3	42.164	0.798	1.136	--	--	--	--	--	--	0.759	1.000
	29.440	0.798	1.068	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.516	1.068	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	φ [°]	c [T/mq]
1	0,40	1,11	1,04	1,900	34,00	5,0
2	0,40	1,11	1,04	1,900	34,00	5,0

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	ϕ [°]	c [T/mq]
3	0,40	1,11	1,04	1,900	34,00	5,0

n°	σ_v [T/mq]	σ_m [T/mq]
1	3,2	3,5
2	4,5	2,5
3	4,3	2,1

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [Tm]	Mr [Tm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	2,452	0,358	6.855
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	2,636	0,787	3.350
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	2,452	0,945	2.596

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,00	3,04	8.292
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 1,00	3,04	8.275
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,50; 1,00	3,04	8.777

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 [T]
 Qy carico sulla striscia espresso in [T]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]
 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 [T/mq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [T/mq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [T/mq]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,070	0,000	0,000	2,42 - 0,19	67.490	21.315	0,0	0,00	
2	0,191	0,000	0,000	0,19	60.498	21.315	0,0	0,00	
3	0,282	0,000	0,000	0,19	53.935	21.315	0,0	0,00	
4	0,360	0,000	0,000	0,19	48.302	28.352	4,0	0,00	
5	0,425	0,000	0,000	0,19	43.242	28.352	4,0	0,00	
6	0,480	0,000	0,000	0,19	38.577	28.352	4,0	0,00	
7	0,526	0,000	0,000	0,19	34.200	28.352	4,0	0,00	
8	0,564	0,000	0,000	0,19	30.041	28.352	4,0	0,00	
9	0,597	0,000	0,000	0,19	26.051	28.352	4,0	0,00	
10	0,623	0,000	0,000	0,19	22.193	28.352	4,0	0,00	
11	0,648	0,000	0,000	0,19	18.439	28.352	4,0	0,00	
12	0,707	0,000	0,000	0,19	14.766	28.352	4,0	0,00	
13	0,763	0,000	0,000	0,19	11.154	28.352	4,0	0,00	
14	0,926	0,000	0,000	0,19	7.586	28.352	4,0	0,00	
15	0,913	0,000	0,000	0,19	4.048	28.352	4,0	0,00	
16	0,295	0,000	0,000	0,19	0.526	28.352	4,0	0,00	
17	0,249	0,000	0,000	0,19	-2.995	28.352	4,0	0,00	
18	0,184	0,000	0,000	0,19	-6.526	28.352	4,0	0,00	
19	0,174	0,000	0,000	0,19	-10.084	28.352	4,0	0,00	
20	0,160	0,000	0,000	0,19	-13.680	28.352	4,0	0,00	
21	0,142	0,000	0,000	0,19	-17.334	28.352	4,0	0,00	
22	0,119	0,000	0,000	0,19	-21.061	28.352	4,0	0,00	
23	0,091	0,000	0,000	0,19	-24.885	28.352	4,0	0,00	
24	0,057	0,000	0,000	0,19	-28.832	28.352	4,0	0,00	
25	0,018	0,000	0,000	-2,25 - 0,19	-30.581	28.352	4,0	0,00	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,070	0,000	0,000	2,42 - 0,19	67.490	26.000	0,0	0,00	
2	0,191	0,000	0,000	0,19	60.498	26.000	0,0	0,00	
3	0,282	0,000	0,000	0,19	53.935	26.000	0,0	0,00	
4	0,360	0,000	0,000	0,19	48.302	34.000	5,0	0,00	
5	0,425	0,000	0,000	0,19	43.242	34.000	5,0	0,00	
6	0,480	0,000	0,000	0,19	38.577	34.000	5,0	0,00	
7	0,526	0,000	0,000	0,19	34.200	34.000	5,0	0,00	
8	0,564	0,000	0,000	0,19	30.041	34.000	5,0	0,00	
9	0,597	0,000	0,000	0,19	26.051	34.000	5,0	0,00	
10	0,623	0,000	0,000	0,19	22.193	34.000	5,0	0,00	
11	0,648	0,000	0,000	0,19	18.439	34.000	5,0	0,00	
12	0,707	0,000	0,000	0,19	14.766	34.000	5,0	0,00	
13	0,763	0,000	0,000	0,19	11.154	34.000	5,0	0,00	
14	0,926	0,000	0,000	0,19	7.586	34.000	5,0	0,00	
15	0,913	0,000	0,000	0,19	4.048	34.000	5,0	0,00	
16	0,295	0,000	0,000	0,19	0.526	34.000	5,0	0,00	
17	0,249	0,000	0,000	0,19	-2.995	34.000	5,0	0,00	
18	0,184	0,000	0,000	0,19	-6.526	34.000	5,0	0,00	
19	0,174	0,000	0,000	0,19	-10.084	34.000	5,0	0,00	
20	0,160	0,000	0,000	0,19	-13.680	34.000	5,0	0,00	
21	0,142	0,000	0,000	0,19	-17.334	34.000	5,0	0,00	
22	0,119	0,000	0,000	0,19	-21.061	34.000	5,0	0,00	
23	0,091	0,000	0,000	0,19	-24.885	34.000	5,0	0,00	
24	0,057	0,000	0,000	0,19	-28.832	34.000	5,0	0,00	
25	0,018	0,000	0,000	-2,25 - 0,19	-30.581	34.000	5,0	0,00	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,070	0,000	0,000	2,42 - 0,19	67.490	26.000	0,0	0,00	
2	0,191	0,000	0,000	0,19	60.498	26.000	0,0	0,00	
3	0,282	0,000	0,000	0,19	53.935	26.000	0,0	0,00	
4	0,360	0,000	0,000	0,19	48.302	34.000	5,0	0,00	
5	0,425	0,000	0,000	0,19	43.242	34.000	5,0	0,00	
6	0,480	0,000	0,000	0,19	38.577	34.000	5,0	0,00	
7	0,526	0,000	0,000	0,19	34.200	34.000	5,0	0,00	
8	0,564	0,000	0,000	0,19	30.041	34.000	5,0	0,00	
9	0,597	0,000	0,000	0,19	26.051	34.000	5,0	0,00	
10	0,623	0,000	0,000	0,19	22.193	34.000	5,0	0,00	
11	0,648	0,000	0,000	0,19	18.439	34.000	5,0	0,00	
12	0,707	0,000	0,000	0,19	14.766	34.000	5,0	0,00	
13	0,763	0,000	0,000	0,19	11.154	34.000	5,0	0,00	
14	0,926	0,000	0,000	0,19	7.586	34.000	5,0	0,00	
15	0,913	0,000	0,000	0,19	4.048	34.000	5,0	0,00	
16	0,295	0,000	0,000	0,19	0.526	34.000	5,0	0,00	
17	0,249	0,000	0,000	0,19	-2.995	34.000	5,0	0,00	
18	0,184	0,000	0,000	0,19	-6.526	34.000	5,0	0,00	
19	0,174	0,000	0,000	0,19	-10.084	34.000	5,0	0,00	
20	0,160	0,000	0,000	0,19	-13.680	34.000	5,0	0,00	
21	0,142	0,000	0,000	0,19	-17.334	34.000	5,0	0,00	
22	0,119	0,000	0,000	0,19	-21.061	34.000	5,0	0,00	
23	0,091	0,000	0,000	0,19	-24.885	34.000	5,0	0,00	
24	0,057	0,000	0,000	0,19	-28.832	34.000	5,0	0,00	
25	0,018	0,000	0,000	-2,25 - 0,19	-30.581	34.000	5,0	0,00	

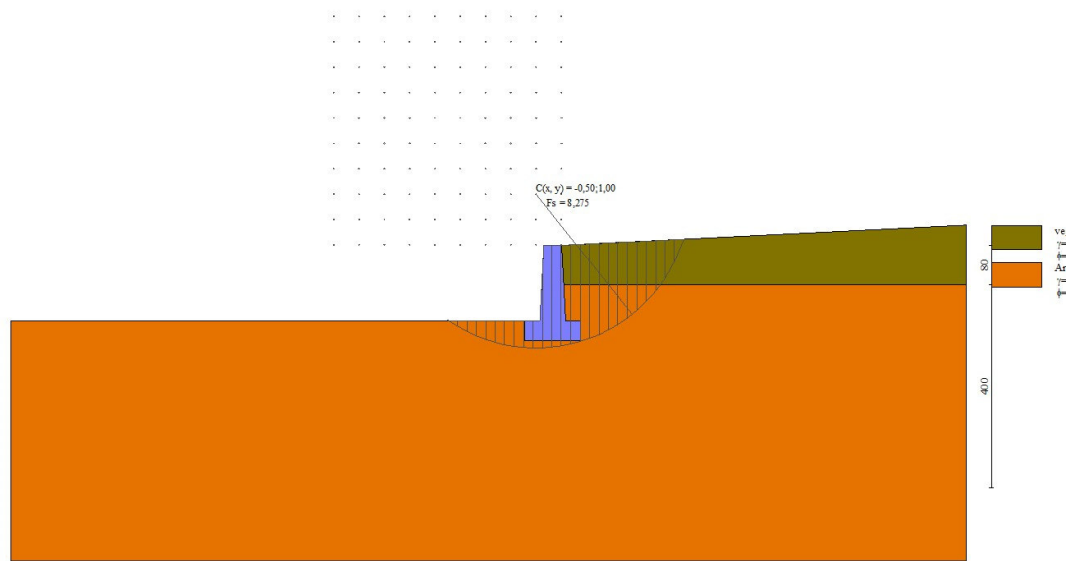


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [Tm]. 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 [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,089	0,004	0,000
3	-0,20	0,180	0,016	0,001
4	-0,30	0,274	0,036	0,004
5	-0,40	0,371	0,064	0,009
6	-0,50	0,470	0,100	0,017
7	-0,60	0,572	0,143	0,029
8	-0,70	0,677	0,195	0,046
9	-0,80	0,784	0,255	0,068
10	-0,90	0,894	0,261	0,094
11	-1,00	1,006	0,261	0,120
12	-1,10	1,121	0,261	0,146
13	-1,20	1,239	0,261	0,172
14	-1,30	1,359	0,261	0,198
15	-1,40	1,482	0,261	0,225
16	-1,50	1,607	0,261	0,251

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,093	0,012	0,001
3	-0,20	0,189	0,031	0,003
4	-0,30	0,288	0,057	0,007
5	-0,40	0,389	0,090	0,014
6	-0,50	0,493	0,129	0,025
7	-0,60	0,600	0,175	0,040
8	-0,70	0,710	0,228	0,060
9	-0,80	0,823	0,288	0,086
10	-0,90	0,938	0,308	0,116
11	-1,00	1,056	0,323	0,148
12	-1,10	1,176	0,339	0,181
13	-1,20	1,300	0,356	0,215

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
14	-1,30	1,426	0,373	0,252
15	-1,40	1,555	0,392	0,290
16	-1,50	1,687	0,411	0,330

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,084	0,012	0,001
3	-0,20	0,171	0,031	0,003
4	-0,30	0,261	0,056	0,007
5	-0,40	0,353	0,088	0,014
6	-0,50	0,447	0,127	0,025
7	-0,60	0,544	0,172	0,040
8	-0,70	0,643	0,224	0,059
9	-0,80	0,745	0,283	0,085
10	-0,90	0,850	0,301	0,114
11	-1,00	0,956	0,314	0,145
12	-1,10	1,066	0,329	0,177
13	-1,20	1,178	0,344	0,210
14	-1,30	1,292	0,359	0,245
15	-1,40	1,409	0,375	0,282
16	-1,50	1,528	0,392	0,320

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,089	0,003	0,000
3	-0,20	0,180	0,012	0,001
4	-0,30	0,274	0,028	0,003
5	-0,40	0,371	0,049	0,007
6	-0,50	0,470	0,077	0,013
7	-0,60	0,572	0,110	0,022
8	-0,70	0,677	0,150	0,035
9	-0,80	0,784	0,196	0,052
10	-0,90	0,894	0,201	0,072
11	-1,00	1,006	0,201	0,092
12	-1,10	1,121	0,201	0,113
13	-1,20	1,239	0,201	0,133
14	-1,30	1,359	0,201	0,153
15	-1,40	1,482	0,201	0,173
16	-1,50	1,607	0,201	0,193

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,089	0,003	0,000
3	-0,20	0,180	0,012	0,001
4	-0,30	0,274	0,028	0,003
5	-0,40	0,371	0,049	0,007
6	-0,50	0,470	0,077	0,013
7	-0,60	0,572	0,110	0,022
8	-0,70	0,677	0,150	0,035
9	-0,80	0,784	0,196	0,052
10	-0,90	0,894	0,201	0,072
11	-1,00	1,006	0,201	0,092
12	-1,10	1,121	0,201	0,113
13	-1,20	1,239	0,201	0,133
14	-1,30	1,359	0,201	0,153
15	-1,40	1,482	0,201	0,173
16	-1,50	1,607	0,201	0,193

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,089	0,003	0,000
3	-0,20	0,180	0,012	0,001
4	-0,30	0,274	0,028	0,003
5	-0,40	0,371	0,049	0,007
6	-0,50	0,470	0,077	0,013
7	-0,60	0,572	0,110	0,022
8	-0,70	0,677	0,150	0,035
9	-0,80	0,784	0,196	0,052
10	-0,90	0,894	0,201	0,072
11	-1,00	1,006	0,201	0,092
12	-1,10	1,121	0,201	0,113
13	-1,20	1,239	0,201	0,133
14	-1,30	1,359	0,201	0,153
15	-1,40	1,482	0,201	0,173
16	-1,50	1,607	0,201	0,193

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,091	0,008	0,000
3	-0,20	0,185	0,023	0,002
4	-0,30	0,282	0,044	0,005
5	-0,40	0,381	0,071	0,011
6	-0,50	0,483	0,105	0,020
7	-0,60	0,588	0,146	0,032
8	-0,70	0,695	0,193	0,049
9	-0,80	0,805	0,246	0,071
10	-0,90	0,918	0,259	0,096
11	-1,00	1,033	0,267	0,122
12	-1,10	1,151	0,275	0,149
13	-1,20	1,272	0,285	0,177
14	-1,30	1,396	0,294	0,206
15	-1,40	1,522	0,304	0,236
16	-1,50	1,651	0,314	0,267

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,086	0,008	0,000
3	-0,20	0,175	0,022	0,002
4	-0,30	0,267	0,043	0,005
5	-0,40	0,361	0,070	0,011
6	-0,50	0,458	0,104	0,019
7	-0,60	0,557	0,144	0,032
8	-0,70	0,658	0,190	0,048
9	-0,80	0,763	0,243	0,070
10	-0,90	0,869	0,255	0,095
11	-1,00	0,979	0,262	0,121
12	-1,10	1,091	0,270	0,147
13	-1,20	1,205	0,278	0,174
14	-1,30	1,322	0,286	0,203
15	-1,40	1,442	0,294	0,232
16	-1,50	1,564	0,303	0,261

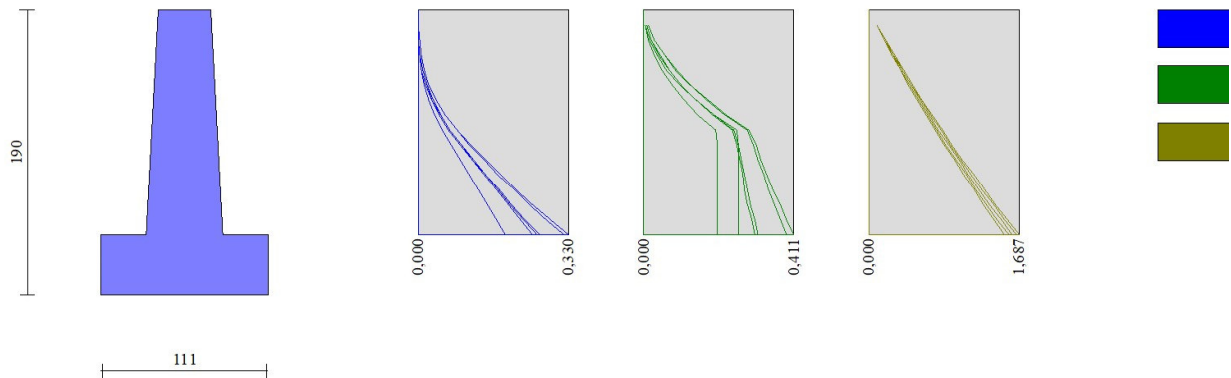


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,163	0,006
3	-0,58	0,000	0,328	0,024
4	-0,50	0,000	0,495	0,055
5	-0,43	0,000	0,664	0,099

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
6	0,08	0,000	-0,309	-0,046
7	0,18	0,000	-0,203	-0,020
8	0,28	0,000	-0,101	-0,005
9	0,38	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,257	0,010
3	-0,58	0,000	0,505	0,038
4	-0,50	0,000	0,742	0,085
5	-0,43	0,000	0,969	0,149
6	0,08	0,000	-0,274	-0,045
7	0,18	0,000	-0,201	-0,021
8	0,28	0,000	-0,110	-0,006
9	0,38	0,000	0,000	0,000

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,241	0,009
3	-0,58	0,000	0,471	0,036
4	-0,50	0,000	0,690	0,080
5	-0,43	0,000	0,898	0,139
6	0,08	0,000	-0,400	-0,065
7	0,18	0,000	-0,288	-0,030
8	0,28	0,000	-0,154	-0,008
9	0,38	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,137	0,005
3	-0,58	0,000	0,280	0,021
4	-0,50	0,000	0,428	0,047
5	-0,43	0,000	0,581	0,085
6	0,08	0,000	0,007	0,003
7	0,18	0,000	0,014	0,002
8	0,28	0,000	0,011	0,001
9	0,38	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,137	0,005
3	-0,58	0,000	0,280	0,021
4	-0,50	0,000	0,428	0,047
5	-0,43	0,000	0,581	0,085
6	0,08	0,000	0,007	0,003
7	0,18	0,000	0,014	0,002
8	0,28	0,000	0,011	0,001
9	0,38	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,137	0,005
3	-0,58	0,000	0,280	0,021
4	-0,50	0,000	0,428	0,047
5	-0,43	0,000	0,581	0,085
6	0,08	0,000	0,007	0,003
7	0,18	0,000	0,014	0,002
8	0,28	0,000	0,011	0,001
9	0,38	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,203	0,008
3	-0,58	0,000	0,402	0,030
4	-0,50	0,000	0,599	0,068
5	-0,43	0,000	0,793	0,120
6	0,08	0,000	-0,146	-0,023
7	0,18	0,000	-0,104	-0,011
8	0,28	0,000	-0,055	-0,003

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
9	0,38	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,194	0,007
3	-0,58	0,000	0,384	0,029
4	-0,50	0,000	0,571	0,065
5	-0,43	0,000	0,754	0,115
6	0,08	0,000	-0,216	-0,034
7	0,18	0,000	-0,151	-0,016
8	0,28	0,000	-0,079	-0,004
9	0,38	0,000	0,000	0,000

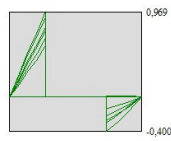
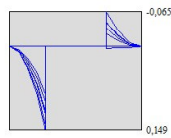
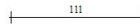
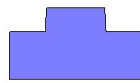


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,274	17,37	0,262	0,082	0,38	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	2,715/0,000	-0,18	-1,16
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	0,916/0,000	0,21	-0,72
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,030			

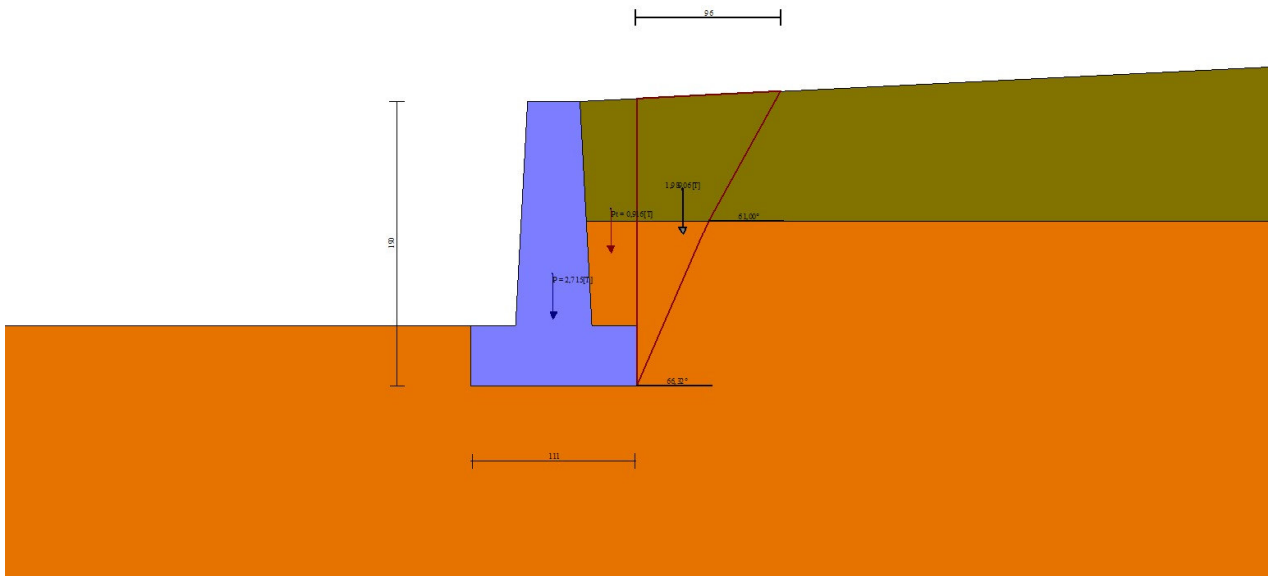


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

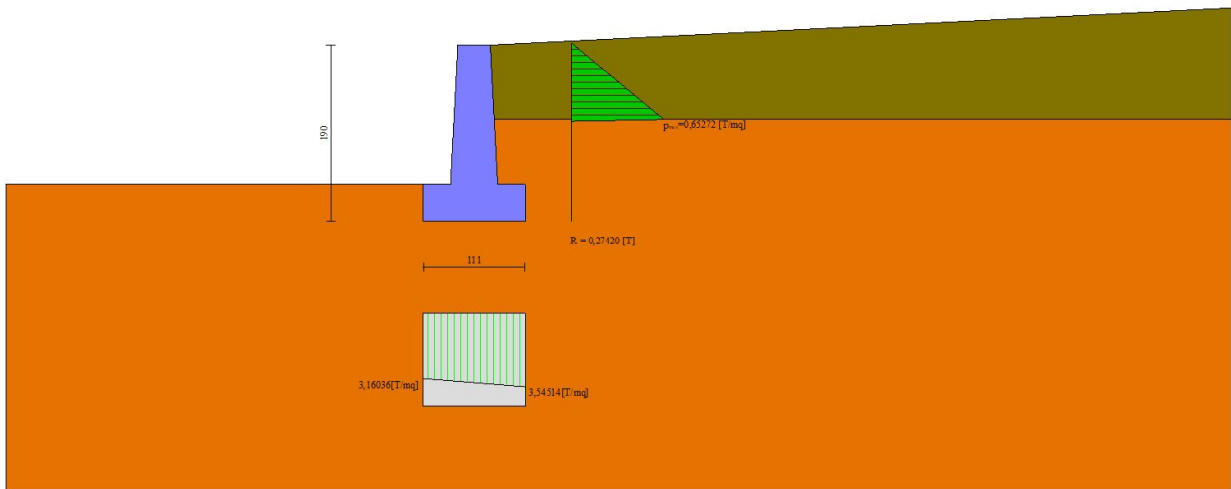


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

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)		30.770		71.974			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	13.197		51.855			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	13.417		54.416			
4 - GEO (A2-M2-R2)					8.292		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				8.275		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				8.777		
7 - EQU (A1-M1-R3)			6.855				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.350				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.596				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	[T] 4,082	[T] 4,030	[T] 0,000	[T] --	[T] --	[T] 8,113	[T] 0,615	13.197

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
- N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [T]

Qu carico limite del terreno, espresso in [T]
 Qd Portanza di progetto, espresso in [T]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[T]	[T]	[T]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	3,890	201,704	168,087	51.855

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 $0.5B_y N_y$ 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 [T/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [T/mq]
 σ_v Pressione terreno valle, espressa in [T/mq]
 σ_m Pressione terreno monte, espressa in [T/mq]
 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	42.164 29.440 31.146	0.810 0.810 0.542	1.136 1.068 1.068	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.784	1.000

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	[m]	[m]	[T/mc]	[°]	[T/mq]
2	0,40	1,11	1,04	1,900	34,00	5,0

n°	σ_v	σ_m
	[T/mq]	[T/mq]
2	4,5	2,5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [Tm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [Tm]
 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
	[Tm]	[Tm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	2,452	0,945	2.596

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]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 1,00	3,04	8.275

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 [T]
 Qy carico sulla striscia espresso in [T]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]
 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 [T/mq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [T/mq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [T/mq]

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,070	0,000	0,000	2,42 - 0,19	67.490	26.000	0,0	0,00	
2	0,191	0,000	0,000	0,19	60.498	26.000	0,0	0,00	
3	0,282	0,000	0,000	0,19	53.935	26.000	0,0	0,00	
4	0,360	0,000	0,000	0,19	48.302	34.000	5,0	0,00	
5	0,425	0,000	0,000	0,19	43.242	34.000	5,0	0,00	
6	0,480	0,000	0,000	0,19	38.577	34.000	5,0	0,00	
7	0,526	0,000	0,000	0,19	34.200	34.000	5,0	0,00	
8	0,564	0,000	0,000	0,19	30.041	34.000	5,0	0,00	
9	0,597	0,000	0,000	0,19	26.051	34.000	5,0	0,00	
10	0,623	0,000	0,000	0,19	22.193	34.000	5,0	0,00	
11	0,648	0,000	0,000	0,19	18.439	34.000	5,0	0,00	
12	0,707	0,000	0,000	0,19	14.766	34.000	5,0	0,00	
13	0,763	0,000	0,000	0,19	11.154	34.000	5,0	0,00	
14	0,926	0,000	0,000	0,19	7.586	34.000	5,0	0,00	
15	0,913	0,000	0,000	0,19	4.048	34.000	5,0	0,00	
16	0,295	0,000	0,000	0,19	0.526	34.000	5,0	0,00	
17	0,249	0,000	0,000	0,19	-2.995	34.000	5,0	0,00	
18	0,184	0,000	0,000	0,19	-6.526	34.000	5,0	0,00	
19	0,174	0,000	0,000	0,19	-10.084	34.000	5,0	0,00	
20	0,160	0,000	0,000	0,19	-13.680	34.000	5,0	0,00	
21	0,142	0,000	0,000	0,19	-17.334	34.000	5,0	0,00	
22	0,119	0,000	0,000	0,19	-21.061	34.000	5,0	0,00	
23	0,091	0,000	0,000	0,19	-24.885	34.000	5,0	0,00	
24	0,057	0,000	0,000	0,19	-28.832	34.000	5,0	0,00	
25	0,018	0,000	0,000	-2,25 - 0,19	-30.581	34.000	5,0	0,00	

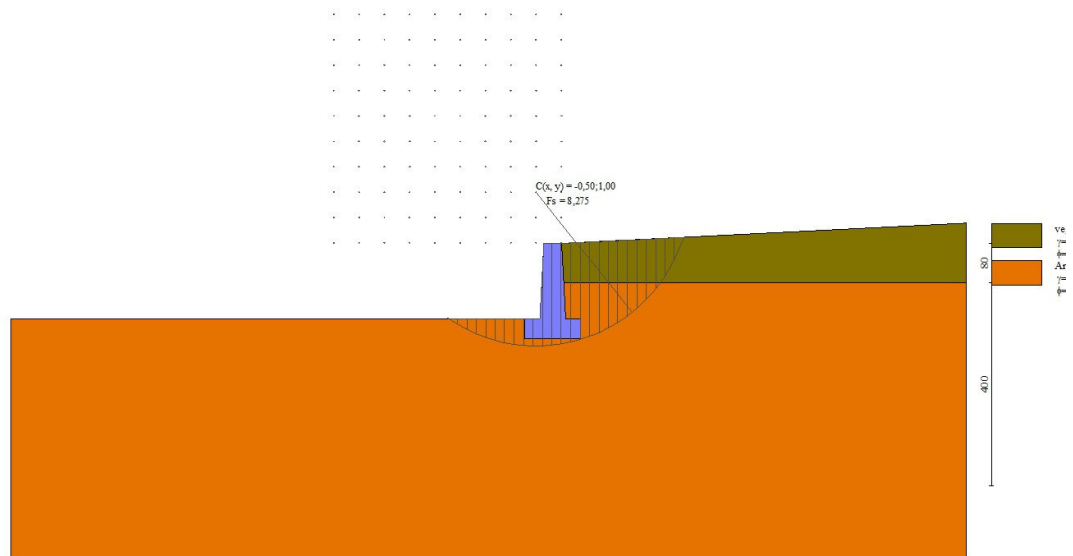


Fig. 12 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione
 X Posizione della sezione, espresso in [m]
 N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [Tm]. 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 [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,084	0,093	0,003	0,012	0,000	0,001

n°	X [m]	Nmin [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
3	-0,20	0,171	0,189	0,012	0,031	0,001	0,003
4	-0,30	0,261	0,288	0,028	0,057	0,003	0,007
5	-0,40	0,353	0,389	0,049	0,090	0,007	0,014
6	-0,50	0,447	0,493	0,077	0,129	0,013	0,025
7	-0,60	0,544	0,600	0,110	0,175	0,022	0,040
8	-0,70	0,643	0,710	0,150	0,228	0,035	0,060
9	-0,80	0,745	0,823	0,196	0,288	0,052	0,086
10	-0,90	0,850	0,938	0,201	0,308	0,072	0,116
11	-1,00	0,956	1,056	0,201	0,323	0,092	0,148
12	-1,10	1,066	1,176	0,201	0,339	0,113	0,181
13	-1,20	1,178	1,300	0,201	0,356	0,133	0,215
14	-1,30	1,292	1,426	0,201	0,373	0,153	0,252
15	-1,40	1,409	1,555	0,201	0,392	0,173	0,290
16	-1,50	1,528	1,687	0,201	0,411	0,193	0,330

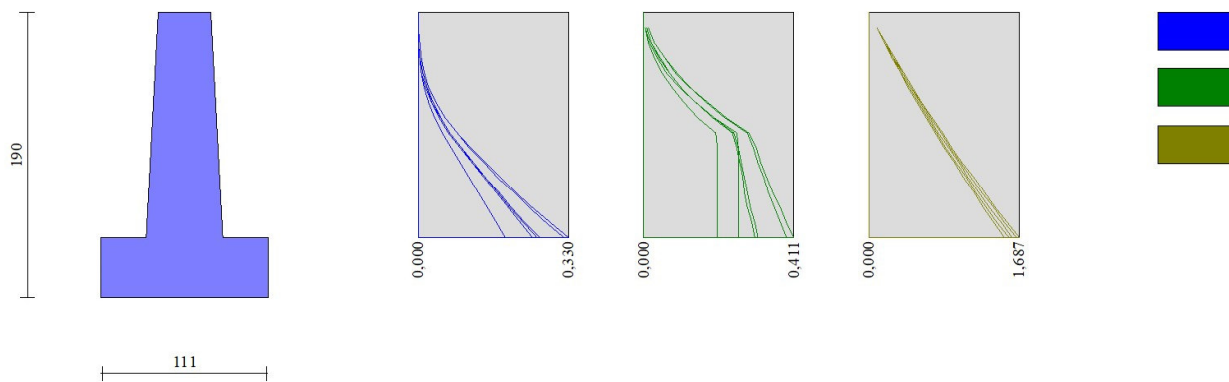


Fig. 13 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	-0,73	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,65	0,000	0,000	0,137	0,257	0,005	0,010
3	-0,58	0,000	0,000	0,280	0,505	0,021	0,038
4	-0,50	0,000	0,000	0,428	0,742	0,047	0,085
5	-0,43	0,000	0,000	0,581	0,969	0,085	0,149
6	0,08	0,000	0,000	-0,400	0,007	-0,065	0,003
7	0,18	0,000	0,000	-0,288	0,014	-0,030	0,002
8	0,28	0,000	0,000	-0,154	0,011	-0,008	0,001
9	0,38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

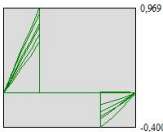
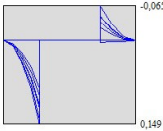
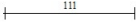
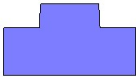


Fig. 14 - Fondazione

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 [T]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	0,64	72.30	46.48
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	0,44	61.97	27.45
Casseformi	[mq]	3.00	13.94	41.88
Scavo a sezione obbligata	[mc]	0,44	9.30	4.12
Totale muro				119,93
Totale				119,93

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

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

Il sottoscritto Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D., 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	16.50 G
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Comune di Naso
Licenza	AIU54532G

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
(Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	9
Dati sismici	11
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifica a scorrimento fondazione	16
Verifica a carico limite	16
Dettagli calcolo portanza	16
Verifica a ribaltamento	17
Verifica stabilità globale muro + terreno	17
Dettagli strisce verifiche stabilità	17
Sollecitazioni	19
Paramento	19
Fondazione	21
Risultati per inviluppo	24
Spinta e forze	24
Verifiche geotecniche	25
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	25
Verifica a scorrimento fondazione	25
Verifica a carico limite	25
Dettagli calcolo portanza	26
Verifica a ribaltamento	26
Verifica stabilità globale muro + terreno	26
Dettagli strisce verifiche stabilità	26

Sollecitazioni	27
Paramento	27
Fondazione	28
Elenco ferri	30
Computo metrico	30
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	31

Progetto: Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada co
Ditta:
Comune: Comune di Naso
Progettista: Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Direttore dei Lavori: Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Impresa:

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 stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- 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 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

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

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

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

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_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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_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 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 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 e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u 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
N / E	Calcestruzzo Nuovo o Esistente
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [T/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cmq]
f _{cm}	Resistenza caratteristica media 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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	N / E	C	A	γ [T/mc]	R _{ck} / f _{cm} [kg/cmq]	E [kg/cmq]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	N E	Rck 250	B450C	2,50000	250,00 0,00	306659 0	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kg/cmq]	f _{uk} [kg/cmq]	f _{ym} [kg/cmq]
B450C	4588,65	5506,38	4588,65

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	8,00	0,40	2.862

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1,00 [m]

Paramento

Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	2,20	[m]
Altezza paramento libero	2,20	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,60	[m]
Inclinazione paramento esterno	2,60	[°]
Inclinazione paramento interno	2,60	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,30	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,50	[m]
Lunghezza totale	1,40	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,45	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

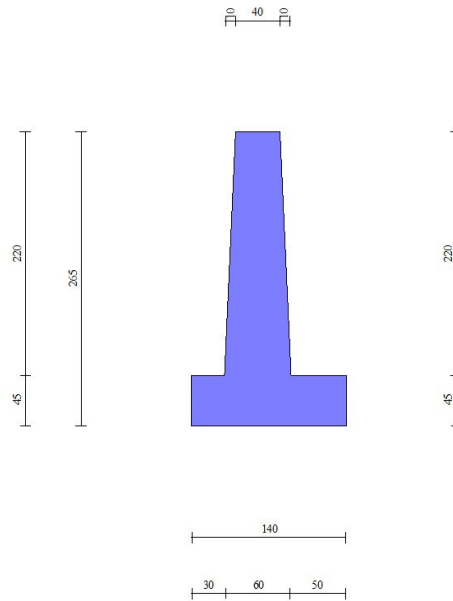


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [T/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [T/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ^q]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ^q]

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/cm ^q]

n°	Descr	γ [T/mc]	γ_{sat} [T/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]	ca [kg/cm ^q]	Cesp	τ_l [kg/cm ^q]
1	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	1,90000	2,00000	34.000	18.670	0,50	0,25	---	---
2	vegetale	1,70000	2,00000	26.000	17.330	0,00	0,00	---	---

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')

Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico
----------------	------------------------------------

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	0,80	0.000	vegetale	---	---	---	---	---
2	4,00	0.000	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	---	---	---	---	---

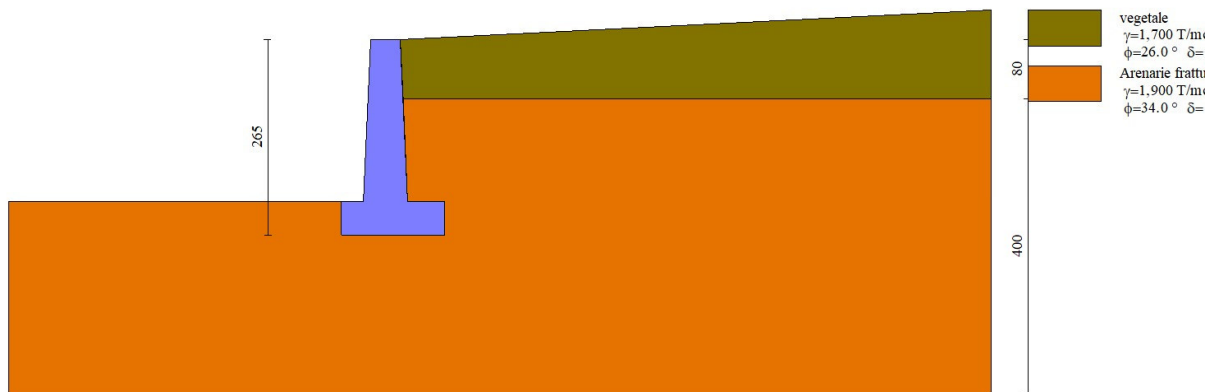


Fig. 2 - Stratigrafia

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	$\gamma_{QT, fav}$	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{0,2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

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

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

- 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) H + V

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

Combinazione n° 3 - 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° 4 - 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° 5 - 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° 6 - 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° 7 - 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° 8 - 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° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

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

Combinazione n° 10 - SLEP

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

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

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

Dati sismici

Comune	Naso
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	38.142670
Longitudine	14.746290
Indice punti di interpolazione	45197 - 44975 - 44974 - 45196
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]	1.770	0.785
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.180	0.080
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.530	2.407
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.338	0.293
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	9.876	4.938
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.813	7.407
Esercizio	0.470	5.414	2.707

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Correzione Incremento Sismico per presenza di falda	SI
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	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,282	17,36	0,269	0,084	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			
2	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,059		0,056	0,018	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,427	4,324/0,214	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,219	2,221/0,110	0,33	-1,06
3	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,038		0,037	0,011	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,427	4,324/-0,214	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,219	2,221/-0,110	0,33	-1,06
4	Spinta statica	0,261	14,04	0,253	0,063	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,287			
5	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,059		0,056	0,018	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,427	4,324/0,214	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,219	2,221/0,110	0,33	-1,06
6	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,038		0,037	0,011	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,427	4,324/-0,214	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,219	2,221/-0,110	0,33	-1,06
7	Spinta statica	0,282	17,36	0,269	0,084	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			
8	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,094		0,089	0,028	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,641	4,324/0,320	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,329	2,221/0,165	0,33	-1,06
9	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,064		0,061	0,019	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,641	4,324/-0,320	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,329	2,221/-0,165	0,33	-1,06
10	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			
11	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			
12	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			
13	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,031		0,029	0,009	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,234	4,324/0,117	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,120	2,221/0,060	0,33	-1,06
14	Spinta statica	0,217	17,36	0,207	0,065	0,60	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,019		0,018	0,006	0,60	-1,76
	Peso/Inerzia muro			0,234	4,324/-0,117	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,120	2,221/-0,060	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			

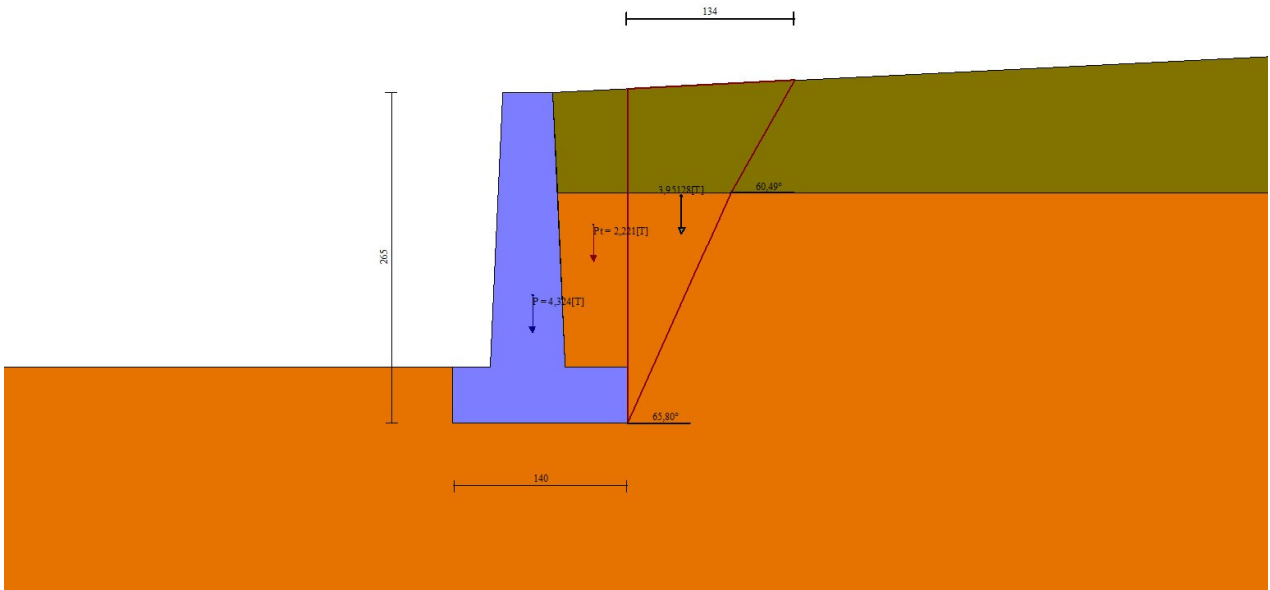


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

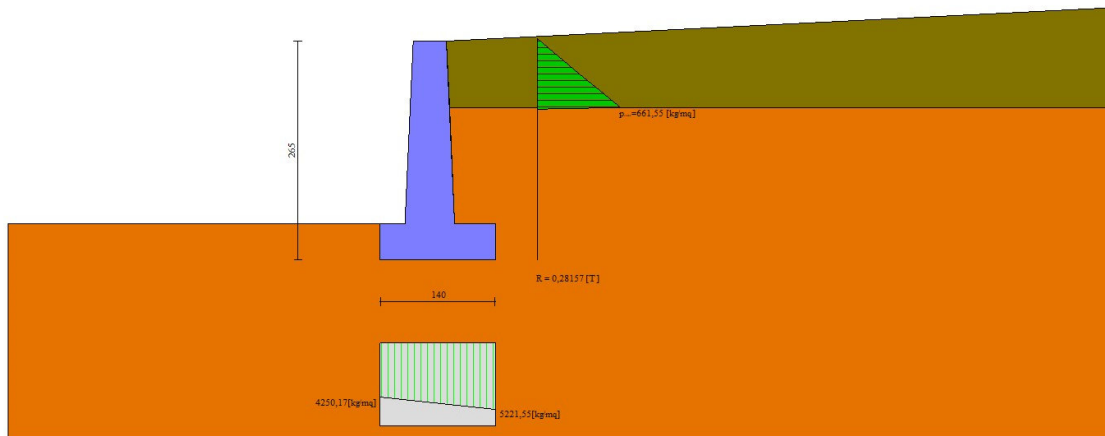


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

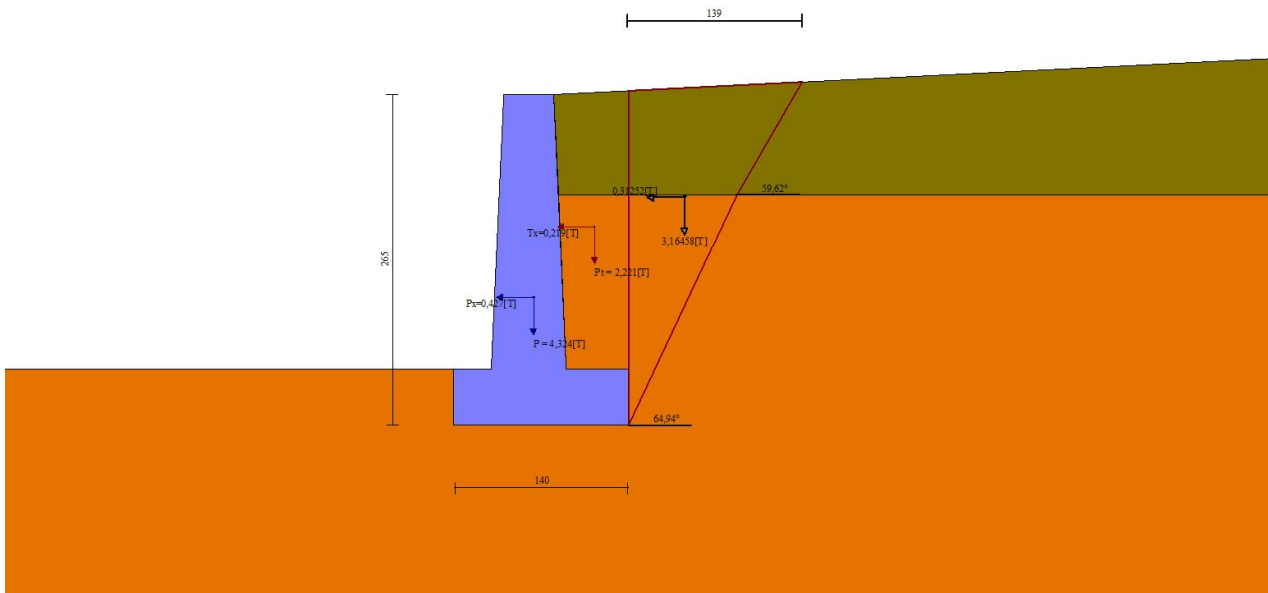


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

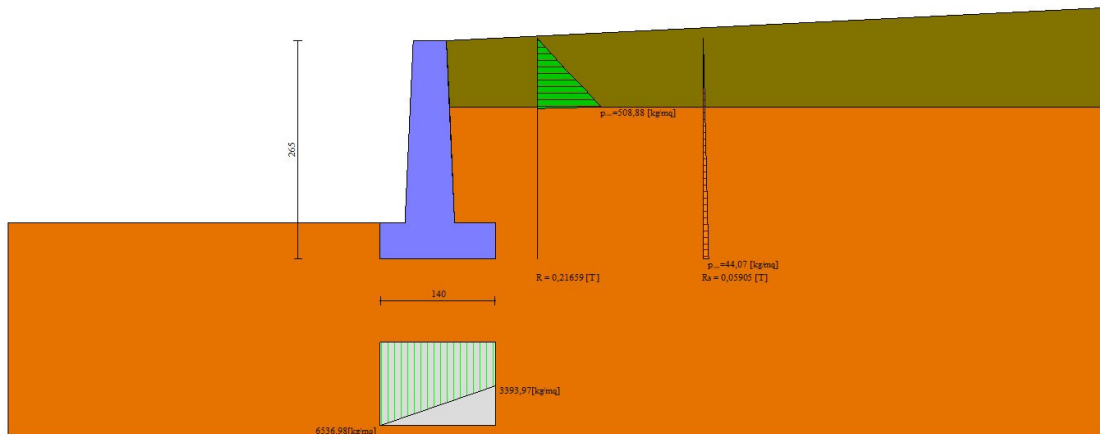


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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)		38.369		52.814			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	11.457		38.476			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	11.464		40.442			
4 - GEO (A2-M2-R2)					6.240		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				6.381		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				6.747		
7 - EQU (A1-M1-R3)			9.420				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.403				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.607				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [T]	Rpt [T]	Rps [T]	Rp [T]	Rt [T]	R [T]	T [T]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	5,740	4,572	0,000	--	--	10,311	0,269	38.369
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	5,848	4,572	0,000	--	--	10,420	0,909	11.457
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	5,628	4,572	0,000	--	--	10,199	0,890	11.464

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [T]	Qu [T]	Qd [T]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	6,629	350,121	250,086	52.814
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	6,951	267,436	222,863	38.476
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	6,298	254,708	212,257	40.442

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 0.5ByNy 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 [T/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm ²]
σv	Pressione terreno valle, espressa in [kg/cm ²]
σm	Pressione terreno monte, espressa in [kg/cm ²]

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
1	42.164	0.949	1.121	--	--	--	--	--	--	0.869	1.000
	29.440	0.949	1.060	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.868	1.060	--	--	--	--	--	--		
2	42.164	0.841	1.121	--	--	--	--	--	--	0.770	1.000
	29.440	0.841	1.060	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.610	1.060	--	--	--	--	--	--		
3	42.164	0.829	1.121	--	--	--	--	--	--	0.747	1.000
	29.440	0.829	1.060	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.583	1.060	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	φ [°]	c [kg/cm ²]
1	0,45	1,40	1,32	1,900	34,00	0,50
2	0,45	1,40	1,32	1,900	34,00	0,50

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]
3	0,45	1,40	1,32	1,900	34,00	0,50

n°	σ_v [kg/cm ²]	σ_m [kg/cm ²]
1	0,43	0,52
2	0,65	0,34
3	0,62	0,28

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [Tm]	Mr [Tm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	5,368	0,570	9.420
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	5,769	1,695	3.403
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	5,368	2,059	2.607

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 0,00	2,88	6.240
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 1,00	3,82	6.381
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,50; 1,00	3,82	6.747

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 [T]
 Qy carico sulla striscia espresso in [T]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]
 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]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	Tx; Ty [T]
1	0,233	0,000	0,000	2,37 - 0,19	77.711	21.315	0,00	0,000	
2	0,451	0,000	0,000	0,19	64.419	28.352	0,40	0,000	
3	0,571	0,000	0,000	0,19	56.604	28.352	0,40	0,000	
4	0,661	0,000	0,000	0,19	50.216	28.352	0,40	0,000	
5	0,733	0,000	0,000	0,19	44.607	28.352	0,40	0,000	
6	0,792	0,000	0,000	0,19	39.503	28.352	0,40	0,000	
7	0,841	0,000	0,000	0,19	34.754	28.352	0,40	0,000	
8	0,881	0,000	0,000	0,19	30.266	28.352	0,40	0,000	
9	0,915	0,000	0,000	0,19	25.976	28.352	0,40	0,000	
10	0,976	0,000	0,000	0,19	21.838	28.352	0,40	0,000	
11	1,015	0,000	0,000	0,19	17.817	28.352	0,40	0,000	
12	1,032	0,000	0,000	0,19	13.886	28.352	0,40	0,000	
13	1,252	0,000	0,000	0,19	10.020	28.352	0,40	0,000	
14	1,334	0,000	0,000	0,19	6.201	28.352	0,40	0,000	
15	1,188	0,000	0,000	0,19	2.408	28.352	0,40	0,000	
16	0,314	0,000	0,000	0,19	-1.373	28.352	0,40	0,000	
17	0,316	0,000	0,000	0,19	-5.161	28.352	0,40	0,000	
18	0,232	0,000	0,000	0,19	-8.971	28.352	0,40	0,000	
19	0,219	0,000	0,000	0,19	-12.822	28.352	0,40	0,000	
20	0,200	0,000	0,000	0,19	-16.733	28.352	0,40	0,000	
21	0,177	0,000	0,000	0,19	-20.727	28.352	0,40	0,000	
22	0,148	0,000	0,000	0,19	-24.830	28.352	0,40	0,000	
23	0,114	0,000	0,000	0,19	-29.074	28.352	0,40	0,000	
24	0,072	0,000	0,000	0,19	-33.503	28.352	0,40	0,000	
25	0,022	0,000	0,000	-2,37 - 0,19	-35.637	28.352	0,40	0,000	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [T]
1	0,134	0,000	0,000	3,24 - 0,23	71.154	26.000	0,00	0,000	
2	0,357	0,000	0,000	0,23	62.691	26.000	0,00	0,000	
3	0,525	0,000	0,000	0,23	55.752	34.000	0,50	0,000	
4	0,659	0,000	0,000	0,23	49.912	34.000	0,50	0,000	
5	0,767	0,000	0,000	0,23	44.722	34.000	0,50	0,000	
6	0,858	0,000	0,000	0,23	39.966	34.000	0,50	0,000	
7	0,934	0,000	0,000	0,23	35.524	34.000	0,50	0,000	
8	0,998	0,000	0,000	0,23	31.318	34.000	0,50	0,000	
9	1,051	0,000	0,000	0,23	27.293	34.000	0,50	0,000	
10	1,096	0,000	0,000	0,23	23.410	34.000	0,50	0,000	
11	1,133	0,000	0,000	0,23	19.638	34.000	0,50	0,000	
12	1,206	0,000	0,000	0,23	15.953	34.000	0,50	0,000	
13	1,246	0,000	0,000	0,23	12.335	34.000	0,50	0,000	
14	1,381	0,000	0,000	0,23	8.767	34.000	0,50	0,000	
15	1,618	0,000	0,000	0,23	5.232	34.000	0,50	0,000	
16	1,336	0,000	0,000	0,23	1.718	34.000	0,50	0,000	
17	0,338	0,000	0,000	0,23	-1.790	34.000	0,50	0,000	
18	0,286	0,000	0,000	0,23	-5.304	34.000	0,50	0,000	
19	0,255	0,000	0,000	0,23	-8.839	34.000	0,50	0,000	
20	0,236	0,000	0,000	0,23	-12.409	34.000	0,50	0,000	
21	0,210	0,000	0,000	0,23	-16.028	34.000	0,50	0,000	
22	0,176	0,000	0,000	0,23	-19.714	34.000	0,50	0,000	
23	0,135	0,000	0,000	0,23	-23.488	34.000	0,50	0,000	
24	0,085	0,000	0,000	0,23	-27.374	34.000	0,50	0,000	
25	0,027	0,000	0,000	-2,61 - 0,23	-29.366	34.000	0,50	0,000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [T]
1	0,134	0,000	0,000	3,24 - 0,23	71.154	26.000	0,00	0,000	
2	0,357	0,000	0,000	0,23	62.691	26.000	0,00	0,000	
3	0,525	0,000	0,000	0,23	55.752	34.000	0,50	0,000	
4	0,659	0,000	0,000	0,23	49.912	34.000	0,50	0,000	
5	0,767	0,000	0,000	0,23	44.722	34.000	0,50	0,000	
6	0,858	0,000	0,000	0,23	39.966	34.000	0,50	0,000	
7	0,934	0,000	0,000	0,23	35.524	34.000	0,50	0,000	
8	0,998	0,000	0,000	0,23	31.318	34.000	0,50	0,000	
9	1,051	0,000	0,000	0,23	27.293	34.000	0,50	0,000	
10	1,096	0,000	0,000	0,23	23.410	34.000	0,50	0,000	
11	1,133	0,000	0,000	0,23	19.638	34.000	0,50	0,000	
12	1,206	0,000	0,000	0,23	15.953	34.000	0,50	0,000	
13	1,246	0,000	0,000	0,23	12.335	34.000	0,50	0,000	
14	1,381	0,000	0,000	0,23	8.767	34.000	0,50	0,000	
15	1,618	0,000	0,000	0,23	5.232	34.000	0,50	0,000	
16	1,336	0,000	0,000	0,23	1.718	34.000	0,50	0,000	
17	0,338	0,000	0,000	0,23	-1.790	34.000	0,50	0,000	
18	0,286	0,000	0,000	0,23	-5.304	34.000	0,50	0,000	
19	0,255	0,000	0,000	0,23	-8.839	34.000	0,50	0,000	
20	0,236	0,000	0,000	0,23	-12.409	34.000	0,50	0,000	
21	0,210	0,000	0,000	0,23	-16.028	34.000	0,50	0,000	
22	0,176	0,000	0,000	0,23	-19.714	34.000	0,50	0,000	
23	0,135	0,000	0,000	0,23	-23.488	34.000	0,50	0,000	
24	0,085	0,000	0,000	0,23	-27.374	34.000	0,50	0,000	
25	0,027	0,000	0,000	-2,61 - 0,23	-29.366	34.000	0,50	0,000	

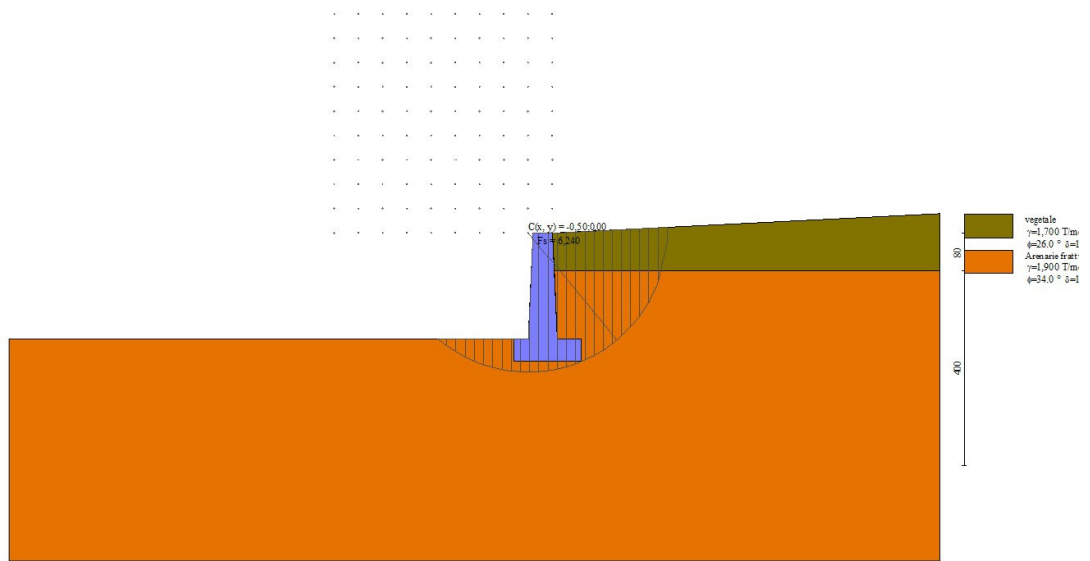


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° Indice della sezione
 X Posizione della sezione, espresso in [m]
 N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [Tm]. 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 [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,101	0,004	0,000
3	-0,20	0,205	0,016	0,001
4	-0,30	0,310	0,036	0,004
5	-0,40	0,418	0,064	0,009
6	-0,50	0,528	0,099	0,017
7	-0,60	0,641	0,143	0,029
8	-0,70	0,756	0,194	0,045
9	-0,80	0,873	0,253	0,068
10	-0,90	0,992	0,260	0,094
11	-1,00	1,114	0,260	0,120
12	-1,10	1,237	0,260	0,146
13	-1,20	1,363	0,260	0,171
14	-1,30	1,492	0,260	0,197
15	-1,40	1,623	0,260	0,223
16	-1,50	1,755	0,260	0,249
17	-1,60	1,891	0,260	0,275
18	-1,70	2,028	0,260	0,301
19	-1,80	2,168	0,260	0,327
20	-1,90	2,310	0,260	0,353
21	-2,00	2,454	0,260	0,379
22	-2,10	2,601	0,260	0,405
23	-2,20	2,749	0,260	0,431

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,106	0,013	0,001
3	-0,20	0,215	0,033	0,003
4	-0,30	0,326	0,059	0,007
5	-0,40	0,439	0,092	0,015
6	-0,50	0,554	0,131	0,026

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
7	-0,60	0,673	0,177	0,041
8	-0,70	0,793	0,229	0,062
9	-0,80	0,916	0,288	0,087
10	-0,90	1,041	0,306	0,117
11	-1,00	1,169	0,320	0,148
12	-1,10	1,298	0,334	0,181
13	-1,20	1,431	0,349	0,215
14	-1,30	1,566	0,364	0,251
15	-1,40	1,703	0,380	0,288
16	-1,50	1,842	0,396	0,327
17	-1,60	1,984	0,413	0,367
18	-1,70	2,128	0,430	0,409
19	-1,80	2,275	0,448	0,453
20	-1,90	2,424	0,466	0,498
21	-2,00	2,575	0,484	0,546
22	-2,10	2,729	0,503	0,595
23	-2,20	2,885	0,522	0,646

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,096	0,013	0,001
3	-0,20	0,194	0,033	0,003
4	-0,30	0,295	0,059	0,007
5	-0,40	0,398	0,091	0,015
6	-0,50	0,502	0,130	0,026
7	-0,60	0,609	0,176	0,041
8	-0,70	0,718	0,227	0,061
9	-0,80	0,830	0,285	0,087
10	-0,90	0,943	0,303	0,116
11	-1,00	1,059	0,316	0,147
12	-1,10	1,176	0,330	0,179
13	-1,20	1,296	0,343	0,213
14	-1,30	1,418	0,358	0,248
15	-1,40	1,542	0,372	0,284
16	-1,50	1,669	0,387	0,322
17	-1,60	1,797	0,403	0,362
18	-1,70	1,928	0,419	0,403
19	-1,80	2,061	0,435	0,445
20	-1,90	2,196	0,451	0,490
21	-2,00	2,333	0,468	0,535
22	-2,10	2,472	0,486	0,583
23	-2,20	2,614	0,503	0,633

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,101	0,003	0,000
3	-0,20	0,205	0,012	0,001
4	-0,30	0,310	0,028	0,003
5	-0,40	0,418	0,049	0,007
6	-0,50	0,528	0,076	0,013
7	-0,60	0,641	0,110	0,022
8	-0,70	0,756	0,149	0,035
9	-0,80	0,873	0,195	0,052
10	-0,90	0,992	0,200	0,072
11	-1,00	1,114	0,200	0,092
12	-1,10	1,237	0,200	0,112
13	-1,20	1,363	0,200	0,132
14	-1,30	1,492	0,200	0,152
15	-1,40	1,623	0,200	0,172
16	-1,50	1,755	0,200	0,192
17	-1,60	1,891	0,200	0,212
18	-1,70	2,028	0,200	0,232
19	-1,80	2,168	0,200	0,252
20	-1,90	2,310	0,200	0,272
21	-2,00	2,454	0,200	0,292
22	-2,10	2,601	0,200	0,312
23	-2,20	2,749	0,200	0,332

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,101	0,003	0,000
3	-0,20	0,205	0,012	0,001
4	-0,30	0,310	0,028	0,003
5	-0,40	0,418	0,049	0,007
6	-0,50	0,528	0,076	0,013
7	-0,60	0,641	0,110	0,022
8	-0,70	0,756	0,149	0,035
9	-0,80	0,873	0,195	0,052
10	-0,90	0,992	0,200	0,072
11	-1,00	1,114	0,200	0,092
12	-1,10	1,237	0,200	0,112

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
13	-1,20	1,363	0,200	0,132
14	-1,30	1,492	0,200	0,152
15	-1,40	1,623	0,200	0,172
16	-1,50	1,755	0,200	0,192
17	-1,60	1,891	0,200	0,212
18	-1,70	2,028	0,200	0,232
19	-1,80	2,168	0,200	0,252
20	-1,90	2,310	0,200	0,272
21	-2,00	2,454	0,200	0,292
22	-2,10	2,601	0,200	0,312
23	-2,20	2,749	0,200	0,332

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,101	0,003	0,000
3	-0,20	0,205	0,012	0,001
4	-0,30	0,310	0,028	0,003
5	-0,40	0,418	0,049	0,007
6	-0,50	0,528	0,076	0,013
7	-0,60	0,641	0,110	0,022
8	-0,70	0,756	0,149	0,035
9	-0,80	0,873	0,195	0,052
10	-0,90	0,992	0,200	0,072
11	-1,00	1,114	0,200	0,092
12	-1,10	1,237	0,200	0,112
13	-1,20	1,363	0,200	0,132
14	-1,30	1,492	0,200	0,152
15	-1,40	1,623	0,200	0,172
16	-1,50	1,755	0,200	0,192
17	-1,60	1,891	0,200	0,212
18	-1,70	2,028	0,200	0,232
19	-1,80	2,168	0,200	0,252
20	-1,90	2,310	0,200	0,272
21	-2,00	2,454	0,200	0,292
22	-2,10	2,601	0,200	0,312
23	-2,20	2,749	0,200	0,332

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,104	0,009	0,000
3	-0,20	0,210	0,024	0,002
4	-0,30	0,319	0,045	0,005
5	-0,40	0,429	0,072	0,011
6	-0,50	0,543	0,106	0,020
7	-0,60	0,658	0,146	0,033
8	-0,70	0,776	0,193	0,050
9	-0,80	0,896	0,246	0,071
10	-0,90	1,019	0,258	0,097
11	-1,00	1,144	0,265	0,123
12	-1,10	1,271	0,273	0,150
13	-1,20	1,400	0,281	0,177
14	-1,30	1,532	0,289	0,205
15	-1,40	1,666	0,298	0,235
16	-1,50	1,803	0,306	0,265
17	-1,60	1,942	0,315	0,296
18	-1,70	2,083	0,325	0,328
19	-1,80	2,227	0,334	0,361
20	-1,90	2,372	0,344	0,395
21	-2,00	2,521	0,354	0,429
22	-2,10	2,671	0,364	0,465
23	-2,20	2,824	0,375	0,502

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,098	0,009	0,000
3	-0,20	0,199	0,024	0,002
4	-0,30	0,302	0,045	0,005
5	-0,40	0,407	0,072	0,011
6	-0,50	0,514	0,106	0,020
7	-0,60	0,624	0,146	0,032
8	-0,70	0,735	0,192	0,049
9	-0,80	0,849	0,244	0,071
10	-0,90	0,965	0,256	0,096
11	-1,00	1,083	0,263	0,122
12	-1,10	1,204	0,270	0,149
13	-1,20	1,327	0,278	0,176
14	-1,30	1,451	0,285	0,204
15	-1,40	1,579	0,293	0,233
16	-1,50	1,708	0,301	0,262
17	-1,60	1,839	0,310	0,293
18	-1,70	1,973	0,318	0,324

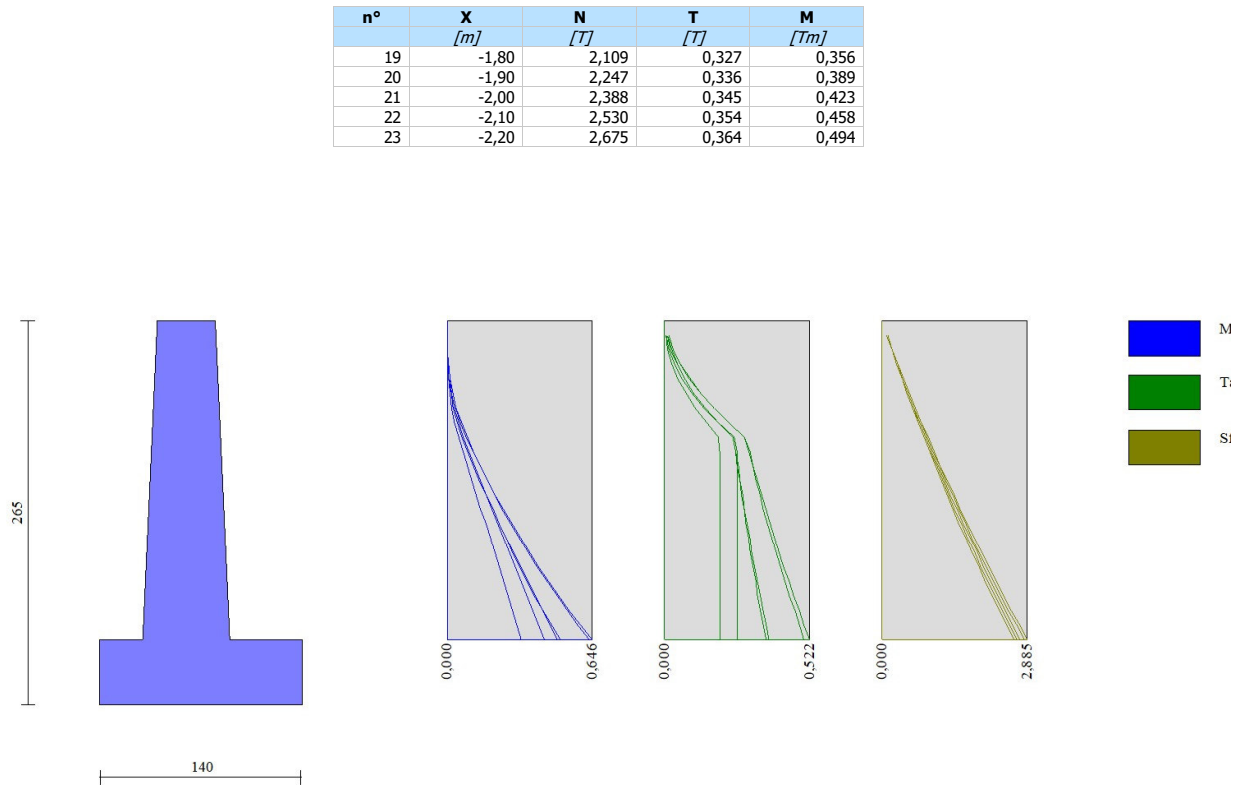


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,316	0,016
3	-0,60	0,000	0,639	0,063
4	-0,50	0,000	0,969	0,144
5	0,10	0,000	-0,671	-0,162
6	0,18	0,000	-0,549	-0,111
7	0,27	0,000	-0,431	-0,070
8	0,35	0,000	-0,317	-0,039
9	0,43	0,000	-0,207	-0,017
10	0,52	0,000	-0,102	-0,004
11	0,60	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,530	0,027
3	-0,60	0,000	1,037	0,105
4	-0,50	0,000	1,523	0,233
5	0,10	0,000	-0,610	-0,177
6	0,18	0,000	-0,549	-0,128
7	0,27	0,000	-0,471	-0,086
8	0,35	0,000	-0,378	-0,050
9	0,43	0,000	-0,268	-0,023
10	0,52	0,000	-0,142	-0,006
11	0,60	0,000	0,000	0,000

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,498	0,025
3	-0,60	0,000	0,972	0,099
4	-0,50	0,000	1,421	0,219
5	0,10	0,000	-0,895	-0,250

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
6	0,18	0,000	-0,790	-0,180
7	0,27	0,000	-0,668	-0,119
8	0,35	0,000	-0,527	-0,069
9	0,43	0,000	-0,369	-0,032
10	0,52	0,000	-0,194	-0,008
11	0,60	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,281	0,014
3	-0,60	0,000	0,574	0,057
4	-0,50	0,000	0,880	0,129
5	0,10	0,000	0,046	0,023
6	0,18	0,000	0,058	0,019
7	0,27	0,000	0,062	0,014
8	0,35	0,000	0,058	0,009
9	0,43	0,000	0,047	0,004
10	0,52	0,000	0,027	0,001
11	0,60	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,281	0,014
3	-0,60	0,000	0,574	0,057
4	-0,50	0,000	0,880	0,129
5	0,10	0,000	0,046	0,023
6	0,18	0,000	0,058	0,019
7	0,27	0,000	0,062	0,014
8	0,35	0,000	0,058	0,009
9	0,43	0,000	0,047	0,004
10	0,52	0,000	0,027	0,001
11	0,60	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,281	0,014
3	-0,60	0,000	0,574	0,057
4	-0,50	0,000	0,880	0,129
5	0,10	0,000	0,046	0,023
6	0,18	0,000	0,058	0,019
7	0,27	0,000	0,062	0,014
8	0,35	0,000	0,058	0,009
9	0,43	0,000	0,047	0,004
10	0,52	0,000	0,027	0,001
11	0,60	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,417	0,021
3	-0,60	0,000	0,828	0,083
4	-0,50	0,000	1,231	0,186
5	0,10	0,000	-0,313	-0,086
6	0,18	0,000	-0,274	-0,062
7	0,27	0,000	-0,230	-0,041
8	0,35	0,000	-0,180	-0,024
9	0,43	0,000	-0,126	-0,011
10	0,52	0,000	-0,065	-0,003
11	0,60	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,80	0,000	0,000	0,000
2	-0,70	0,000	0,400	0,020
3	-0,60	0,000	0,792	0,080
4	-0,50	0,000	1,175	0,178
5	0,10	0,000	-0,469	-0,127
6	0,18	0,000	-0,406	-0,090
7	0,27	0,000	-0,337	-0,059
8	0,35	0,000	-0,262	-0,034
9	0,43	0,000	-0,181	-0,015
10	0,52	0,000	-0,094	-0,004
11	0,60	0,000	0,000	0,000

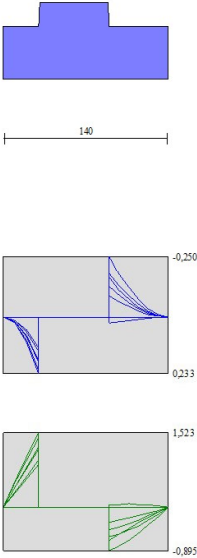


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,282	17,36	0,269	0,084	0,60	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,324/0,000	-0,16	-1,63
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,221/0,000	0,33	-1,06
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,572			

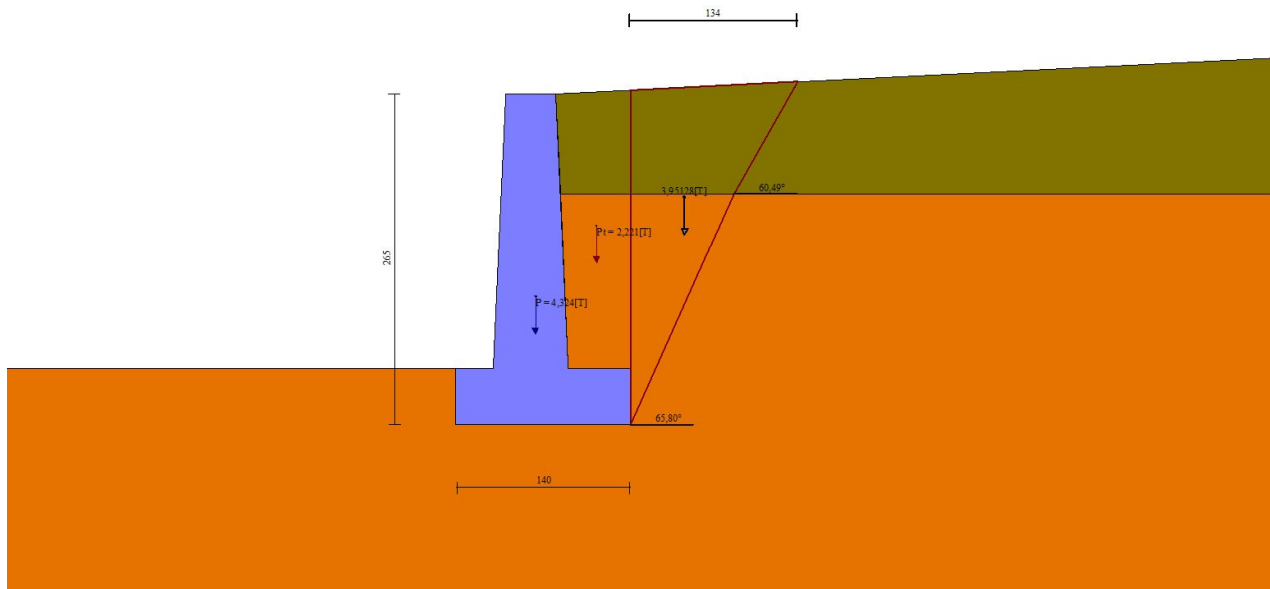


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

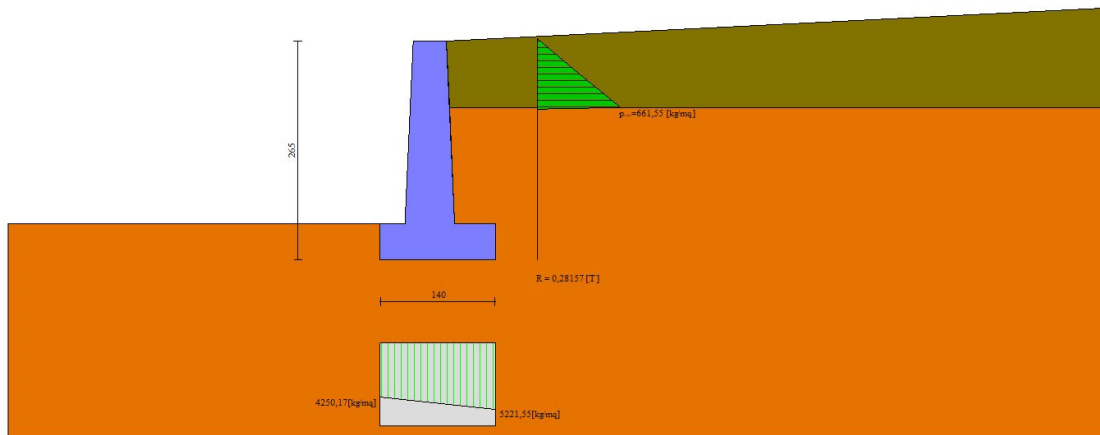


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

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)		38.369		52.814			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	11.457		38.476			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	11.464		40.442			
4 - GEO (A2-M2-R2)					6.240		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				6.381		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				6.747		
7 - EQU (A1-M1-R3)			9.420				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.403				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.607				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	[T] 5,848	[T] 4,572	[T] 0,000	[T] --	[T] --	[T] 10,420	[T] 0,909	11.457

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [T]

Qu carico limite del terreno, espresso in [T]
 Qd Portanza di progetto, espresso in [T]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[T]	[T]	[T]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	6,951	267,436	222,863	38.476

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 rigidità 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 $0.5B_y N_y$ 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 [T/mc]
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]
 σv Pressione terreno valle, espressa in [kg/cmq]
 σm Pressione terreno monte, espressa 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 Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
2	42.164 29.440 31.146	0.841 0.841 0.610	1.121 1.060 1.060	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.770	1.000

n°	D	B'	H	γ	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[T/mc]	[°]	[kg/cmq]
2	0,45	1,40	1,32	1,900	34,00	0,50

n°	σv	σm
	[kg/cmq]	[kg/cmq]
2	0,65	0,34

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [Tm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [Tm]
 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
	[Tm]	[Tm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	5,368	2,059	2.607

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)	-0,50; 0,00	2,88	6.240

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 [T]
 Qy carico sulla striscia espresso in [T]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]
 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 [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [T]
1	0,233	0,000	0,000	2,37 - 0,19	77.711	21.315	0,00	0,000	
2	0,451	0,000	0,000	0,19	64.419	28.352	0,40	0,000	
3	0,571	0,000	0,000	0,19	56.604	28.352	0,40	0,000	
4	0,661	0,000	0,000	0,19	50.216	28.352	0,40	0,000	
5	0,733	0,000	0,000	0,19	44.607	28.352	0,40	0,000	
6	0,792	0,000	0,000	0,19	39.503	28.352	0,40	0,000	
7	0,841	0,000	0,000	0,19	34.754	28.352	0,40	0,000	
8	0,881	0,000	0,000	0,19	30.266	28.352	0,40	0,000	
9	0,915	0,000	0,000	0,19	25.976	28.352	0,40	0,000	
10	0,976	0,000	0,000	0,19	21.838	28.352	0,40	0,000	
11	1,015	0,000	0,000	0,19	17.817	28.352	0,40	0,000	
12	1,032	0,000	0,000	0,19	13.886	28.352	0,40	0,000	
13	1,252	0,000	0,000	0,19	10.020	28.352	0,40	0,000	
14	1,334	0,000	0,000	0,19	6.201	28.352	0,40	0,000	
15	1,188	0,000	0,000	0,19	2.408	28.352	0,40	0,000	
16	0,314	0,000	0,000	0,19	-1.373	28.352	0,40	0,000	
17	0,316	0,000	0,000	0,19	-5.161	28.352	0,40	0,000	
18	0,232	0,000	0,000	0,19	-8.971	28.352	0,40	0,000	
19	0,219	0,000	0,000	0,19	-12.822	28.352	0,40	0,000	
20	0,200	0,000	0,000	0,19	-16.733	28.352	0,40	0,000	
21	0,177	0,000	0,000	0,19	-20.727	28.352	0,40	0,000	
22	0,148	0,000	0,000	0,19	-24.830	28.352	0,40	0,000	
23	0,114	0,000	0,000	0,19	-29.074	28.352	0,40	0,000	
24	0,072	0,000	0,000	0,19	-33.503	28.352	0,40	0,000	
25	0,022	0,000	0,000	-2,37 - 0,19	-35.637	28.352	0,40	0,000	

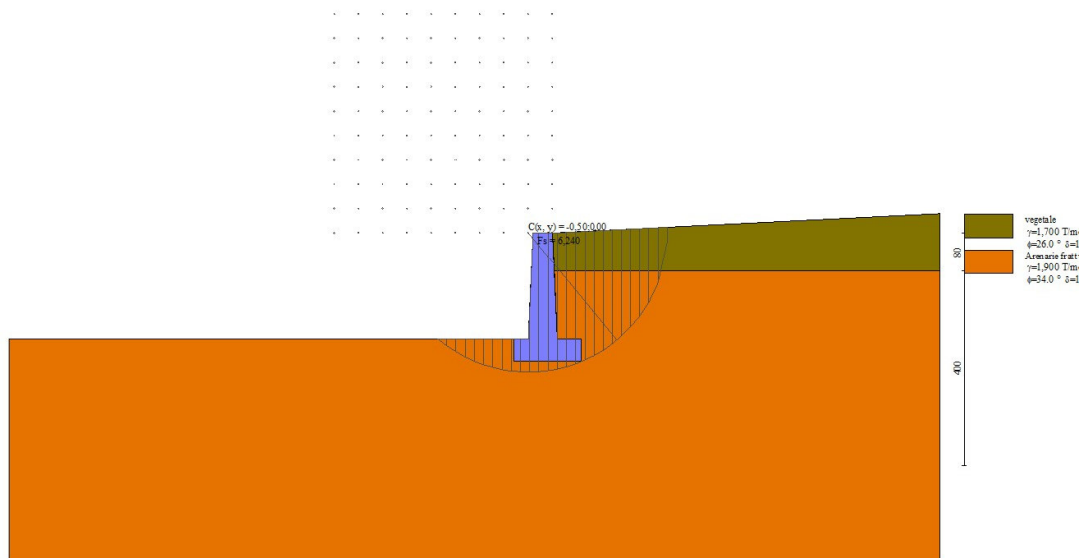


Fig. 12 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione
 X Posizione della sezione, espresso in [m]
 N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [Tm]. 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 [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,096	0,106	0,003	0,013	0,000	0,001

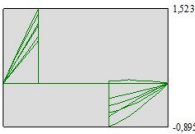
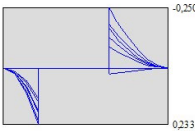
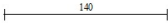
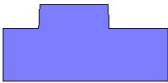


Fig. 14 - Fondazione

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 [T]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1,10	72.30	79.51
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	0,63	61.97	39.04
Casseformi	[mq]	4.40	13.94	61.40
Scavo a sezione obbligata	[mc]	0,63	9.30	5.86
Totale muro				185,81
Totale				185,81

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

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

Il sottoscritto Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D., 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	16.50 G
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Comune di Naso
Licenza	AIU54532G

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
(Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	9
Dati sismici	11
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifica a scorrimento fondazione	16
Verifica a carico limite	16
Dettagli calcolo portanza	16
Verifica a ribaltamento	17
Verifica stabilità globale muro + terreno	17
Dettagli strisce verifiche stabilità	17
Sollecitazioni	19
Paramento	19
Fondazione	22
Risultati per inviluppo	25
Spinta e forze	25
Verifiche geotecniche	26
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	26
Verifica a scorrimento fondazione	26
Verifica a carico limite	26
Dettagli calcolo portanza	27
Verifica a ribaltamento	27
Verifica stabilità globale muro + terreno	27
Dettagli strisce verifiche stabilità	27

Sollecitazioni	28
Paramento	28
Fondazione	29
Elenco ferri	31
Computo metrico	31
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	32

Progetto:	Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada co
Ditta:	Comune di Naso
Comune:	Comune di Naso
Progettista:	Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Direttore dei Lavori:	Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Impresa:	Cuticchia Antonino

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 stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- 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 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

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

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

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

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_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

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

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo ρ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo 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

$$F_r = (N - Q) \tan \delta_f S_p + c_a L_r$$

con

$$L_r = B_r - L_c$$

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:

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$
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:

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

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

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

Il termine sul peso di volume diventa:

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

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. 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 e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W è il peso della striscia i -esima, c e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u 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
N / E	Calcestruzzo Nuovo o Esistente
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [T/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [T/mq]
f _{cm}	Resistenza caratteristica media a compressione, espressa in [T/mq]
E	Modulo elastico, espresso in [T/mq]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	N / E	C	A	γ [T/mc]	R _{ck} / f _{cm} [T/mq]	E [T/mq]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	N E	Rck 250	B450C	2,50000	2500,0 0,0	3066588 0	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [T/mq]	f _{uk} [T/mq]	f _{ym} [T/mq]
B450C	45886,5	55063,8	45886,5

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	8,00	0,40	2.862

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1,00 [m]

Paramento

Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	2,95	[m]
Altezza paramento libero	2,75	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40	[m]
Inclinazione paramento esterno	2,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,70	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,40	[m]
Lunghezza totale	1,50	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

Sperone

Posizione	Centrale	
Distanza dal tacco della fondazione	0,40	[m]
Altezza	0,20	[m]
Spessore	0,40	[m]

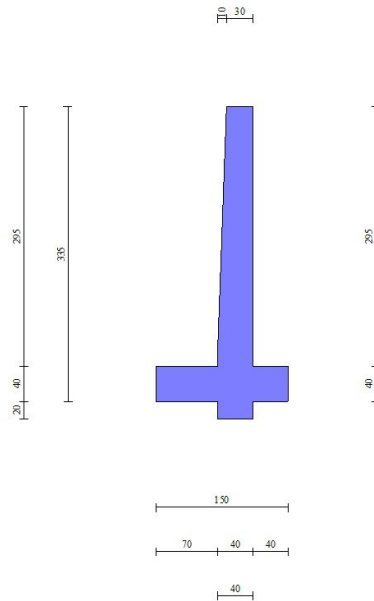


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreniParametri di resistenzaSimbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [T/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [T/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [T/mq]
ca	Adesione terra-muro espressa in [T/mq]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [T/mq]

n°	Descr	γ [T/mc]	γ_{sat} [T/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [T/mq]	ca [T/mq]	Cesp	τ_l [T/mq]
1	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	1,90000	2,00000	34.000	18.670	5,0	2,5	---	---
2	vegetale	1,70000	2,00000	26.000	17.330	0,0	0,0	---	---

StratigrafiaSimbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
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')

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}
----	----------	-----------------	---------	-----------------------------	----	------	--------------------	--------------------

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	0,80	0.000	vegetale	---	---	---	---	---
2	4,00	0.000	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	---	---	---	---	---

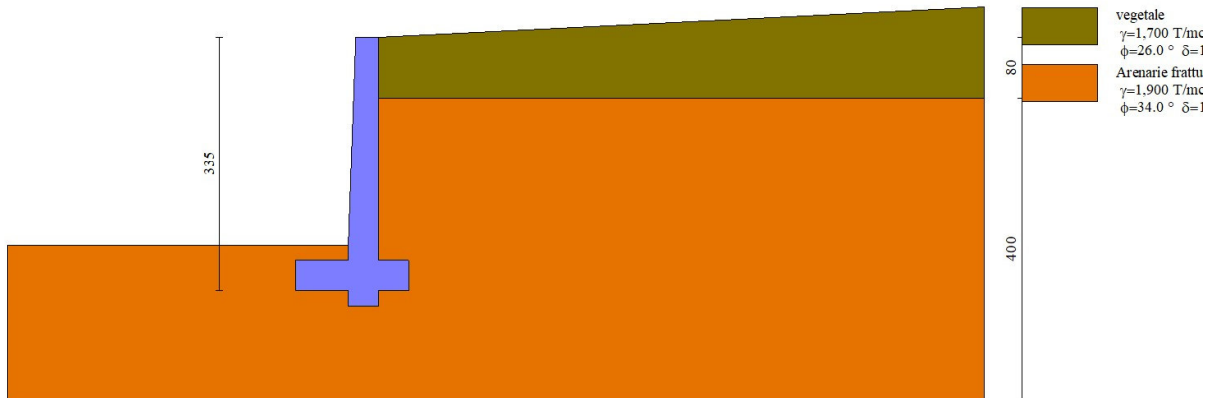


Fig. 2 - Stratigrafia

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 [T]
- F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [T]
- M Momento espresso in [Tm]
- 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 [T]
- Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [T]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - PERMANENTE

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [T]	F _y [T]	M [Tm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [T]	Q _f [T]
1	Distribuito					3,44	6,64	1,00000	1,00000
2	Distribuito					6,44	8,00	6,00000	6,00000

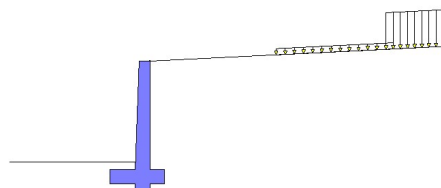


Fig. 3 - Carichi sul terreno

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	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	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	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	γ_Q, fav	0.00	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	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	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	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
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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{0,2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

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

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

- 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
Condizione 1	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - 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
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - 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
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - 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	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - 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
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - 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
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - 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	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - 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
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - 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
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

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

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Condizione 1	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

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

Dati sismici

Comune	Naso
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	38.142670
Longitudine	14.746290
Indice punti di interpolazione	45197 - 44975 - 44974 - 45196
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]		1.770	0.785
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.180	0.080
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.530	2.407
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.338	0.293
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	0.380	9.876	4.938
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.813	7.407
Esercizio	0.470	5.414	2.707

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Correzione Incremento Sismico per presenza di falda	SI
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	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,275	17,36	0,262	0,082	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,478			
2	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,058		0,055	0,017	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,424	4,295/0,212	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,216	2,185/0,108	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
Resistenza passiva sperone			-2,981				
3	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,037		0,036	0,011	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,424	4,295/-0,212	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,216	2,185/-0,108	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
Resistenza passiva sperone			-2,889				
4	Spinta statica	0,255	14,04	0,247	0,062	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-4,502			
	Resistenza passiva sperone			-1,948			
5	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,058		0,055	0,017	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,424	4,295/0,212	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,216	2,185/0,108	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
Resistenza passiva sperone			-2,981				
6	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,037		0,036	0,011	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,424	4,295/-0,212	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,216	2,185/-0,108	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
Resistenza passiva sperone			-2,889				
7	Spinta statica	0,275	17,36	0,262	0,082	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,478			
8	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,091		0,087	0,027	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,636	4,295/0,318	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,324	2,185/0,162	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
Resistenza passiva sperone			-3,283				
9	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,063		0,060	0,019	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,636	4,295/-0,318	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,324	2,185/-0,162	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
Resistenza passiva sperone			-3,147				
10	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,381			
11	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,381			
12	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,381			

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
13	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,030		0,029	0,009	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,233	4,295/0,116	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,118	2,185/0,059	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,709			
14	Spinta statica	0,211	17,36	0,202	0,063	0,40	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,019		0,018	0,006	0,40	-2,23
	Peso/Inerzia muro			0,233	4,295/-0,116	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,118	2,185/-0,059	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,659			

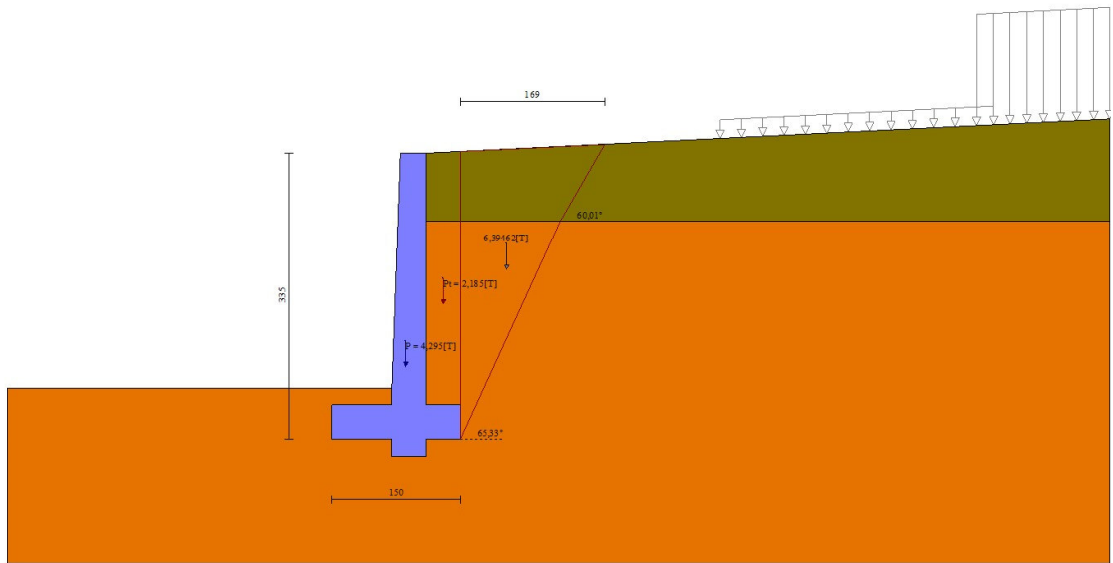


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

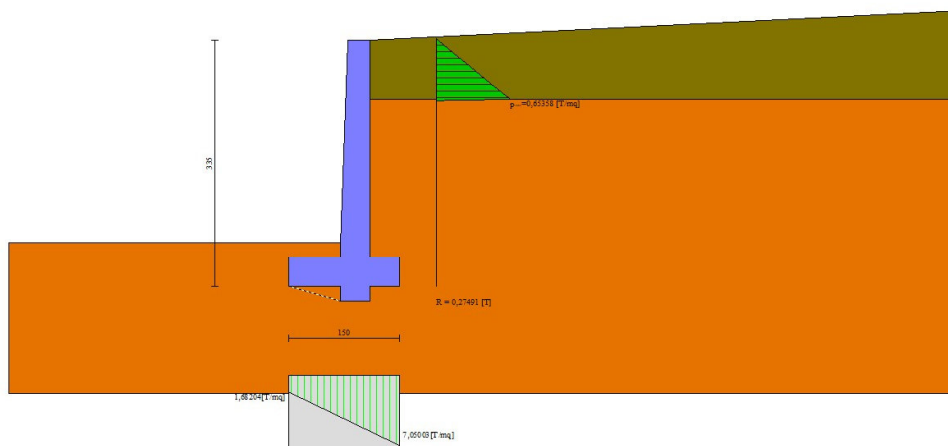


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

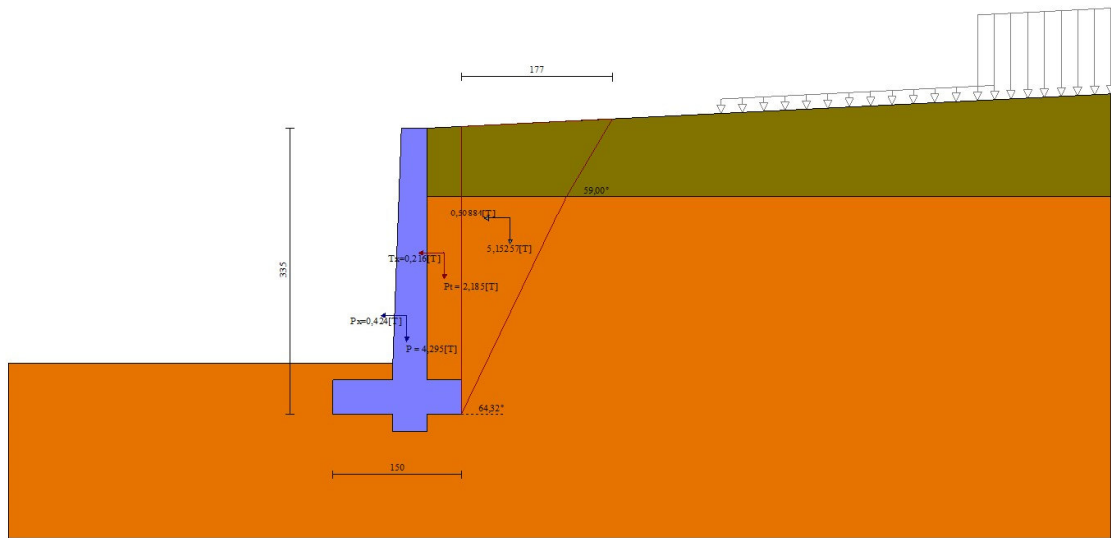


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

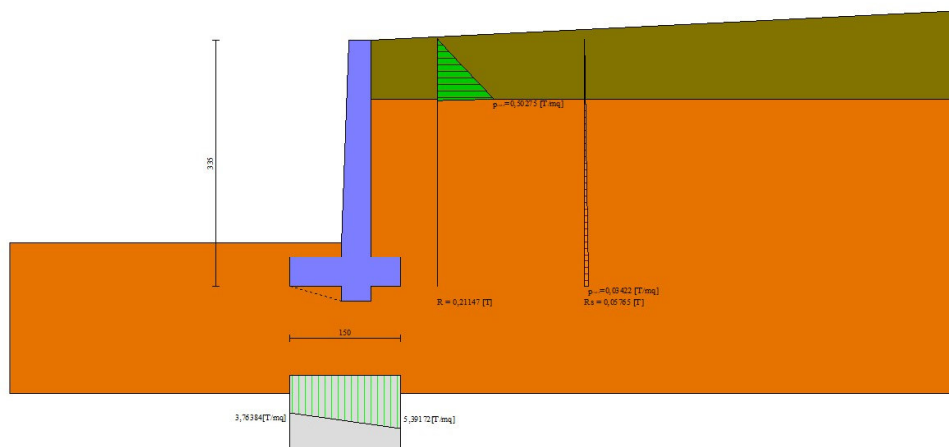


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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	FSsco	FSRIB	FSQLIM	FSSTAB	FSHYD	FSUPL
1 - STR (A1-M1-R3)		46.685		50.818			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	14.020		52.852			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	14.035		60.842			
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.566		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.536		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.742		
7 - EQU (A1-M1-R3)			9.039				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.574				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.711				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	
1 - STR (A1-M1-R3)	3,524	6,247	2,478	--	--	12,249	0,262	46.685
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	3,346	6,247	2,981	--	--	12,574	0,897	14.020
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	3,179	6,247	2,889	--	--	12,316	0,878	14.035

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [T]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [T]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss	ϕ_{Rp}	Nrpp	Lr
	[T]		[T]	[m]
1	2,063	15.912	4,500	0,80
2	2,908	15.912	3,972	0,80
3	2,755	15.912	3,480	0,80

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[T]	[T]	[T]	
1 - STR (A1-M1-R3)	6,562	333,476	238,197	50.818
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	6,880	363,648	303,040	52.852
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	6,234	379,320	316,100	60.842

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
γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_c$ 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 [T/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [T/mq]
σ_v	Pressione terreno valle, espressa in [T/mq]
σ_m	Pressione terreno monte, espressa in [T/mq]

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
1	42.164	0.999	1.150	--	--	--	--	--	--	0.681	1.000
	29.440	0.999	1.075	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.997	1.075	--	--	--	--	--	--		
2	42.164	0.907	1.150	--	--	--	--	--	--	0.837	1.000
	29.440	0.907	1.075	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.764	1.075	--	--	--	--	--	--		
3	42.164	0.898	1.150	--	--	--	--	--	--	0.884	1.000
	29.440	0.898	1.075	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.741	1.075	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	φ [°]	c [T/mq]
1	0,60	1,50	1,41	1,900	34,00	5,0
2	0,60	1,50	1,41	1,900	34,00	5,0
3	0,60	1,50	1,41	1,900	34,00	5,0

n°	σv [T/mq]	σm [T/mq]
1	1,7	7,1
2	3,8	5,4
3	3,7	4,6

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [Tm]	Mr [Tm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	6,681	0,739	9.039
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	7,180	2,009	3.574
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	6,681	2,464	2.711

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	8,07	4.566
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	8,07	4.536
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	8,07	4.742

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 [T]
 Qy carico sulla striscia espresso in [T]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]
 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 [T/mq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [T/mq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [T/mq]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,212	2,648	0,000	6,93 - 0,42	55.656	21.315	0,0	0,00	
2	0,604	0,845	0,000	0,42	51.395	21.315	0,0	0,00	
3	0,954	0,420	0,000	0,42	46.827	28.352	4,0	0,00	
4	1,272	0,420	0,000	0,42	42.623	28.352	4,0	0,00	
5	1,545	0,420	0,000	0,42	38.687	28.352	4,0	0,00	
6	1,781	0,420	0,000	0,42	34.959	28.352	4,0	0,00	
7	1,985	0,420	0,000	0,42	31.394	28.352	4,0	0,00	
8	2,162	0,420	0,000	0,42	27.960	28.352	4,0	0,00	
9	2,312	0,132	0,000	0,42	24.633	28.352	4,0	0,00	

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
10	2,440	0,000	0,000	0,42	21.392	28.352	4,0	0,00	
11	2,545	0,000	0,000	0,42	18.222	28.352	4,0	0,00	
12	2,631	0,000	0,000	0,42	15.109	28.352	4,0	0,00	
13	2,697	0,000	0,000	0,42	12.041	28.352	4,0	0,00	
14	2,744	0,000	0,000	0,42	9.008	28.352	4,0	0,00	
15	2,773	0,000	0,000	0,42	6.000	28.352	4,0	0,00	
16	2,829	0,000	0,000	0,42	3.008	28.352	4,0	0,00	
17	3,304	0,000	0,000	0,42	0.025	28.352	4,0	0,00	
18	1,764	0,000	0,000	0,42	-2.958	28.352	4,0	0,00	
19	0,718	0,000	0,000	0,42	-5.949	28.352	4,0	0,00	
20	0,587	0,000	0,000	0,42	-8.956	28.352	4,0	0,00	
21	0,511	0,000	0,000	0,42	-11.989	28.352	4,0	0,00	
22	0,431	0,000	0,000	0,42	-15.056	28.352	4,0	0,00	
23	0,331	0,000	0,000	0,42	-18.169	28.352	4,0	0,00	
24	0,210	0,000	0,000	0,42	-21.338	28.352	4,0	0,00	
25	0,068	0,000	0,000	-3,56 - 0,42	-23.418	28.352	4,0	0,00	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,212	2,648	0,000	6,93 - 0,42	55.656	26.000	0,0	0,00	
2	0,604	0,845	0,000	0,42	51.395	26.000	0,0	0,00	
3	0,954	0,420	0,000	0,42	46.827	34.000	5,0	0,00	
4	1,272	0,420	0,000	0,42	42.623	34.000	5,0	0,00	
5	1,545	0,420	0,000	0,42	38.687	34.000	5,0	0,00	
6	1,781	0,420	0,000	0,42	34.959	34.000	5,0	0,00	
7	1,985	0,420	0,000	0,42	31.394	34.000	5,0	0,00	
8	2,162	0,420	0,000	0,42	27.960	34.000	5,0	0,00	
9	2,312	0,132	0,000	0,42	24.633	34.000	5,0	0,00	
10	2,440	0,000	0,000	0,42	21.392	34.000	5,0	0,00	
11	2,545	0,000	0,000	0,42	18.222	34.000	5,0	0,00	
12	2,631	0,000	0,000	0,42	15.109	34.000	5,0	0,00	
13	2,697	0,000	0,000	0,42	12.041	34.000	5,0	0,00	
14	2,744	0,000	0,000	0,42	9.008	34.000	5,0	0,00	
15	2,773	0,000	0,000	0,42	6.000	34.000	5,0	0,00	
16	2,829	0,000	0,000	0,42	3.008	34.000	5,0	0,00	
17	3,304	0,000	0,000	0,42	0.025	34.000	5,0	0,00	
18	1,764	0,000	0,000	0,42	-2.958	34.000	5,0	0,00	
19	0,718	0,000	0,000	0,42	-5.949	34.000	5,0	0,00	
20	0,587	0,000	0,000	0,42	-8.956	34.000	5,0	0,00	
21	0,511	0,000	0,000	0,42	-11.989	34.000	5,0	0,00	
22	0,431	0,000	0,000	0,42	-15.056	34.000	5,0	0,00	
23	0,331	0,000	0,000	0,42	-18.169	34.000	5,0	0,00	
24	0,210	0,000	0,000	0,42	-21.338	34.000	5,0	0,00	
25	0,068	0,000	0,000	-3,56 - 0,42	-23.418	34.000	5,0	0,00	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,212	2,648	0,000	6,93 - 0,42	55.656	26.000	0,0	0,00	
2	0,604	0,845	0,000	0,42	51.395	26.000	0,0	0,00	
3	0,954	0,420	0,000	0,42	46.827	34.000	5,0	0,00	
4	1,272	0,420	0,000	0,42	42.623	34.000	5,0	0,00	
5	1,545	0,420	0,000	0,42	38.687	34.000	5,0	0,00	
6	1,781	0,420	0,000	0,42	34.959	34.000	5,0	0,00	
7	1,985	0,420	0,000	0,42	31.394	34.000	5,0	0,00	
8	2,162	0,420	0,000	0,42	27.960	34.000	5,0	0,00	
9	2,312	0,132	0,000	0,42	24.633	34.000	5,0	0,00	
10	2,440	0,000	0,000	0,42	21.392	34.000	5,0	0,00	
11	2,545	0,000	0,000	0,42	18.222	34.000	5,0	0,00	
12	2,631	0,000	0,000	0,42	15.109	34.000	5,0	0,00	
13	2,697	0,000	0,000	0,42	12.041	34.000	5,0	0,00	
14	2,744	0,000	0,000	0,42	9.008	34.000	5,0	0,00	
15	2,773	0,000	0,000	0,42	6.000	34.000	5,0	0,00	
16	2,829	0,000	0,000	0,42	3.008	34.000	5,0	0,00	
17	3,304	0,000	0,000	0,42	0.025	34.000	5,0	0,00	
18	1,764	0,000	0,000	0,42	-2.958	34.000	5,0	0,00	
19	0,718	0,000	0,000	0,42	-5.949	34.000	5,0	0,00	
20	0,587	0,000	0,000	0,42	-8.956	34.000	5,0	0,00	
21	0,511	0,000	0,000	0,42	-11.989	34.000	5,0	0,00	
22	0,431	0,000	0,000	0,42	-15.056	34.000	5,0	0,00	
23	0,331	0,000	0,000	0,42	-18.169	34.000	5,0	0,00	
24	0,210	0,000	0,000	0,42	-21.338	34.000	5,0	0,00	
25	0,068	0,000	0,000	-3,56 - 0,42	-23.418	34.000	5,0	0,00	

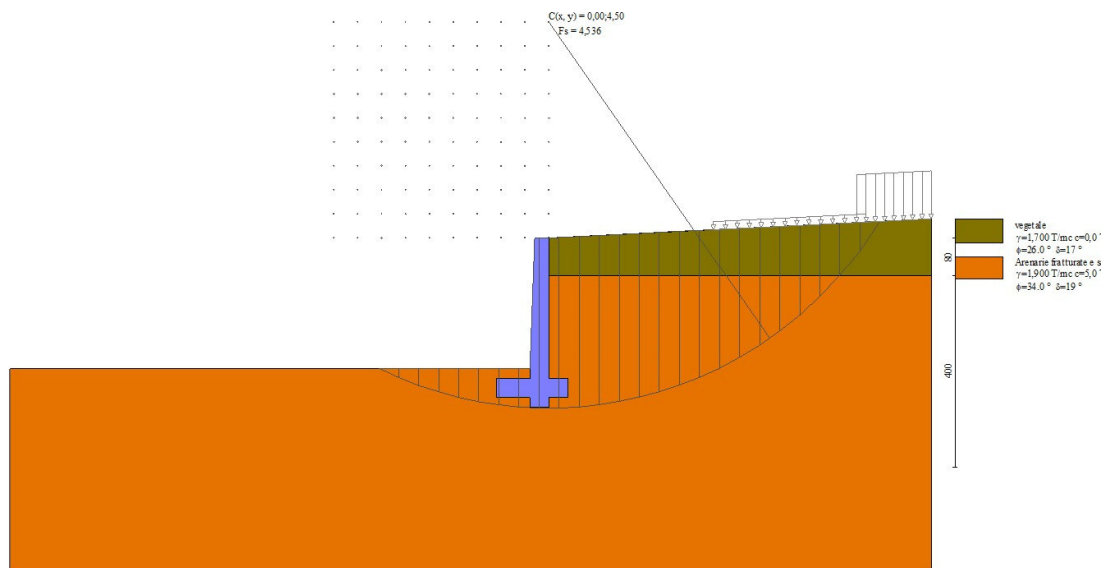


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [Tm]. 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 [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,074	0,004	0,000
3	-0,20	0,149	0,015	0,001
4	-0,29	0,225	0,033	0,003
5	-0,39	0,302	0,059	0,007
6	-0,49	0,379	0,092	0,014
7	-0,59	0,458	0,133	0,024
8	-0,69	0,537	0,181	0,038
9	-0,79	0,617	0,236	0,058
10	-0,88	0,698	0,250	0,081
11	-0,98	0,780	0,250	0,104
12	-1,08	0,862	0,250	0,128
13	-1,18	0,946	0,250	0,151
14	-1,28	1,030	0,250	0,173
15	-1,38	1,115	0,250	0,196
16	-1,48	1,201	0,250	0,219
17	-1,57	1,288	0,250	0,241
18	-1,67	1,376	0,250	0,263
19	-1,77	1,464	0,250	0,286
20	-1,87	1,554	0,250	0,308
21	-1,97	1,644	0,250	0,329
22	-2,07	1,735	0,250	0,351
23	-2,16	1,827	0,250	0,373
24	-2,26	1,920	0,250	0,394
25	-2,36	2,013	0,250	0,415
26	-2,46	2,108	0,250	0,436
27	-2,56	2,203	0,250	0,457
28	-2,66	2,299	0,250	0,478
29	-2,75	2,396	0,250	0,498
30	-2,85	2,494	0,250	0,519
31	-2,95	2,592	0,250	0,539

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,078	0,010	0,000
3	-0,20	0,157	0,026	0,002
4	-0,29	0,236	0,048	0,005
5	-0,39	0,317	0,076	0,011
6	-0,49	0,398	0,110	0,019
7	-0,59	0,480	0,149	0,031
8	-0,69	0,563	0,195	0,047
9	-0,79	0,647	0,246	0,068
10	-0,88	0,732	0,266	0,092
11	-0,98	0,818	0,275	0,117
12	-1,08	0,905	0,284	0,143
13	-1,18	0,992	0,293	0,170
14	-1,28	1,081	0,303	0,197
15	-1,38	1,170	0,313	0,226
16	-1,48	1,261	0,323	0,255
17	-1,57	1,352	0,333	0,285
18	-1,67	1,444	0,344	0,316
19	-1,77	1,537	0,354	0,347
20	-1,87	1,630	0,365	0,380
21	-1,97	1,725	0,377	0,413
22	-2,07	1,821	0,388	0,448
23	-2,16	1,917	0,399	0,483
24	-2,26	2,014	0,411	0,520
25	-2,36	2,113	0,423	0,557
26	-2,46	2,212	0,435	0,596
27	-2,56	2,312	0,448	0,635
28	-2,66	2,412	0,460	0,676
29	-2,75	2,514	0,473	0,717
30	-2,85	2,617	0,486	0,760
31	-2,95	2,720	0,499	0,804

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,071	0,010	0,000
3	-0,20	0,142	0,026	0,002
4	-0,29	0,214	0,048	0,005
5	-0,39	0,287	0,076	0,011
6	-0,49	0,361	0,109	0,019
7	-0,59	0,435	0,149	0,031
8	-0,69	0,510	0,194	0,047
9	-0,79	0,587	0,245	0,068
10	-0,88	0,663	0,264	0,092
11	-0,98	0,741	0,273	0,117
12	-1,08	0,820	0,281	0,143
13	-1,18	0,899	0,290	0,170
14	-1,28	0,979	0,299	0,197
15	-1,38	1,060	0,309	0,225
16	-1,48	1,142	0,318	0,254
17	-1,57	1,224	0,328	0,284
18	-1,67	1,308	0,338	0,314
19	-1,77	1,392	0,348	0,346
20	-1,87	1,477	0,358	0,378
21	-1,97	1,563	0,368	0,411
22	-2,07	1,649	0,379	0,445
23	-2,16	1,737	0,390	0,480
24	-2,26	1,825	0,400	0,515
25	-2,36	1,914	0,411	0,552
26	-2,46	2,003	0,423	0,590
27	-2,56	2,094	0,434	0,628
28	-2,66	2,185	0,445	0,668
29	-2,75	2,278	0,457	0,708
30	-2,85	2,371	0,469	0,750
31	-2,95	2,464	0,481	0,792

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,074	0,003	0,000
3	-0,20	0,149	0,011	0,000
4	-0,29	0,225	0,026	0,002
5	-0,39	0,302	0,046	0,005
6	-0,49	0,379	0,071	0,010
7	-0,59	0,458	0,102	0,018
8	-0,69	0,537	0,139	0,029
9	-0,79	0,617	0,181	0,043
10	-0,88	0,698	0,192	0,061
11	-0,98	0,780	0,192	0,079
12	-1,08	0,862	0,192	0,096
13	-1,18	0,946	0,192	0,114
14	-1,28	1,030	0,192	0,131
15	-1,38	1,115	0,192	0,148
16	-1,48	1,201	0,192	0,165
17	-1,57	1,288	0,192	0,182
18	-1,67	1,376	0,192	0,198
19	-1,77	1,464	0,192	0,215

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
20	-1,87	1,554	0,192	0,231
21	-1,97	1,644	0,192	0,247
22	-2,07	1,735	0,192	0,263
23	-2,16	1,827	0,192	0,279
24	-2,26	1,920	0,192	0,295
25	-2,36	2,013	0,192	0,310
26	-2,46	2,108	0,192	0,326
27	-2,56	2,203	0,192	0,341
28	-2,66	2,299	0,192	0,356
29	-2,75	2,396	0,192	0,371
30	-2,85	2,494	0,192	0,385
31	-2,95	2,592	0,192	0,400

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,074	0,003	0,000
3	-0,20	0,149	0,011	0,000
4	-0,29	0,225	0,026	0,002
5	-0,39	0,302	0,046	0,005
6	-0,49	0,379	0,071	0,010
7	-0,59	0,458	0,102	0,018
8	-0,69	0,537	0,139	0,029
9	-0,79	0,617	0,181	0,043
10	-0,88	0,698	0,192	0,061
11	-0,98	0,780	0,192	0,079
12	-1,08	0,862	0,192	0,096
13	-1,18	0,946	0,192	0,114
14	-1,28	1,030	0,192	0,131
15	-1,38	1,115	0,192	0,148
16	-1,48	1,201	0,192	0,165
17	-1,57	1,288	0,192	0,182
18	-1,67	1,376	0,192	0,198
19	-1,77	1,464	0,192	0,215
20	-1,87	1,554	0,192	0,231
21	-1,97	1,644	0,192	0,247
22	-2,07	1,735	0,192	0,263
23	-2,16	1,827	0,192	0,279
24	-2,26	1,920	0,192	0,295
25	-2,36	2,013	0,192	0,310
26	-2,46	2,108	0,192	0,326
27	-2,56	2,203	0,192	0,341
28	-2,66	2,299	0,192	0,356
29	-2,75	2,396	0,192	0,371
30	-2,85	2,494	0,192	0,385
31	-2,95	2,592	0,192	0,400

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,074	0,003	0,000
3	-0,20	0,149	0,011	0,000
4	-0,29	0,225	0,026	0,002
5	-0,39	0,302	0,046	0,005
6	-0,49	0,379	0,071	0,010
7	-0,59	0,458	0,102	0,018
8	-0,69	0,537	0,139	0,029
9	-0,79	0,617	0,181	0,043
10	-0,88	0,698	0,192	0,061
11	-0,98	0,780	0,192	0,079
12	-1,08	0,862	0,192	0,096
13	-1,18	0,946	0,192	0,114
14	-1,28	1,030	0,192	0,131
15	-1,38	1,115	0,192	0,148
16	-1,48	1,201	0,192	0,165
17	-1,57	1,288	0,192	0,182
18	-1,67	1,376	0,192	0,198
19	-1,77	1,464	0,192	0,215
20	-1,87	1,554	0,192	0,231
21	-1,97	1,644	0,192	0,247
22	-2,07	1,735	0,192	0,263
23	-2,16	1,827	0,192	0,279
24	-2,26	1,920	0,192	0,295
25	-2,36	2,013	0,192	0,310
26	-2,46	2,108	0,192	0,326
27	-2,56	2,203	0,192	0,341
28	-2,66	2,299	0,192	0,356
29	-2,75	2,396	0,192	0,371
30	-2,85	2,494	0,192	0,385
31	-2,95	2,592	0,192	0,400

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
2	-0,10	0,076	0,007	0,000
3	-0,20	0,153	0,020	0,001
4	-0,29	0,231	0,038	0,004
5	-0,39	0,310	0,062	0,008
6	-0,49	0,390	0,092	0,015
7	-0,59	0,470	0,128	0,025
8	-0,69	0,551	0,170	0,039
9	-0,79	0,634	0,217	0,057
10	-0,88	0,717	0,232	0,078
11	-0,98	0,801	0,237	0,100
12	-1,08	0,886	0,242	0,122
13	-1,18	0,971	0,247	0,144
14	-1,28	1,058	0,252	0,167
15	-1,38	1,145	0,258	0,190
16	-1,48	1,234	0,263	0,214
17	-1,57	1,323	0,269	0,237
18	-1,67	1,413	0,274	0,262
19	-1,77	1,504	0,280	0,286
20	-1,87	1,596	0,286	0,312
21	-1,97	1,688	0,292	0,337
22	-2,07	1,782	0,298	0,363
23	-2,16	1,876	0,305	0,390
24	-2,26	1,971	0,311	0,417
25	-2,36	2,068	0,317	0,444
26	-2,46	2,165	0,324	0,472
27	-2,56	2,262	0,331	0,500
28	-2,66	2,361	0,337	0,529
29	-2,75	2,461	0,344	0,558
30	-2,85	2,561	0,351	0,588
31	-2,95	2,663	0,359	0,619

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,072	0,007	0,000
3	-0,20	0,145	0,020	0,001
4	-0,29	0,219	0,038	0,004
5	-0,39	0,294	0,062	0,008
6	-0,49	0,369	0,092	0,015
7	-0,59	0,445	0,128	0,025
8	-0,69	0,522	0,169	0,039
9	-0,79	0,600	0,216	0,057
10	-0,88	0,679	0,231	0,078
11	-0,98	0,759	0,236	0,100
12	-1,08	0,839	0,241	0,122
13	-1,18	0,920	0,245	0,144
14	-1,28	1,002	0,250	0,167
15	-1,38	1,085	0,255	0,190
16	-1,48	1,169	0,261	0,213
17	-1,57	1,253	0,266	0,237
18	-1,67	1,338	0,271	0,261
19	-1,77	1,425	0,277	0,285
20	-1,87	1,512	0,282	0,310
21	-1,97	1,599	0,288	0,336
22	-2,07	1,688	0,293	0,361
23	-2,16	1,777	0,299	0,387
24	-2,26	1,868	0,305	0,414
25	-2,36	1,959	0,311	0,441
26	-2,46	2,050	0,317	0,468
27	-2,56	2,143	0,323	0,496
28	-2,66	2,237	0,329	0,524
29	-2,75	2,331	0,335	0,553
30	-2,85	2,426	0,342	0,582
31	-2,95	2,522	0,348	0,612

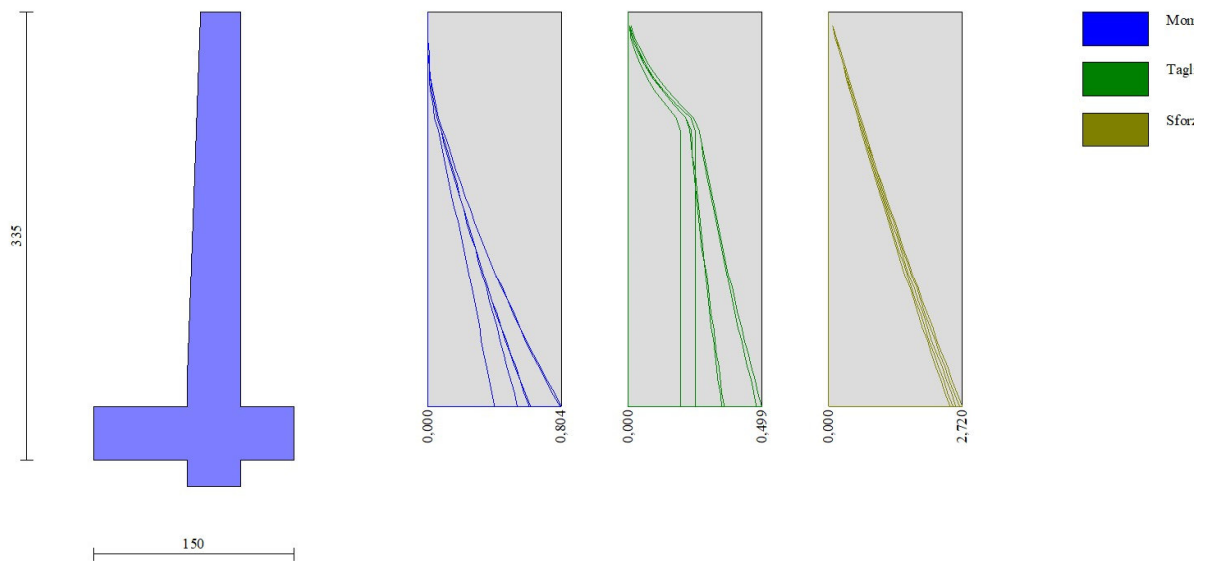


Fig. 9 - Paramento (Involuppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,086	0,004
3	-0,90	0,000	0,208	0,018
4	-0,80	0,000	0,365	0,047
5	-0,70	0,000	0,559	0,093
6	-0,60	0,000	0,787	0,160
7	-0,50	0,000	1,052	0,251
8	-0,40	0,000	1,352	0,371
9	0,00	0,000	-0,706	-0,123
10	0,08	0,000	-0,520	-0,074
11	0,16	0,000	-0,357	-0,039
12	0,24	0,000	-0,216	-0,016
13	0,32	0,000	-0,097	-0,004
14	0,40	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,282	0,014
3	-0,90	0,000	0,574	0,057
4	-0,80	0,000	0,878	0,129
5	-0,70	0,000	1,192	0,233
6	-0,60	0,000	1,517	0,368
7	-0,50	0,000	1,853	0,536
8	-0,40	0,000	2,200	0,739
9	0,00	0,000	-0,515	-0,098
10	0,08	0,000	-0,399	-0,061
11	0,16	0,000	-0,290	-0,034
12	0,24	0,000	-0,187	-0,015
13	0,32	0,000	-0,090	-0,004
14	0,40	0,000	0,000	0,000

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,276	0,014
3	-0,90	0,000	0,557	0,055
4	-0,80	0,000	0,844	0,125
5	-0,70	0,000	1,137	0,224
6	-0,60	0,000	1,435	0,353
7	-0,50	0,000	1,739	0,512
8	-0,40	0,000	2,048	0,701
9	0,00	0,000	-0,803	-0,158

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
10	0,08	0,000	-0,637	-0,101
11	0,16	0,000	-0,473	-0,056
12	0,24	0,000	-0,312	-0,025
13	0,32	0,000	-0,155	-0,006
14	0,40	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,046	0,002
3	-0,90	0,000	0,133	0,011
4	-0,80	0,000	0,262	0,030
5	-0,70	0,000	0,432	0,064
6	-0,60	0,000	0,643	0,118
7	-0,50	0,000	0,895	0,194
8	-0,40	0,000	1,188	0,298
9	0,00	0,000	0,066	0,035
10	0,08	0,000	0,105	0,028
11	0,16	0,000	0,117	0,019
12	0,24	0,000	0,104	0,010
13	0,32	0,000	0,065	0,003
14	0,40	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,046	0,002
3	-0,90	0,000	0,133	0,011
4	-0,80	0,000	0,262	0,030
5	-0,70	0,000	0,432	0,064
6	-0,60	0,000	0,643	0,118
7	-0,50	0,000	0,895	0,194
8	-0,40	0,000	1,188	0,298
9	0,00	0,000	0,066	0,035
10	0,08	0,000	0,105	0,028
11	0,16	0,000	0,117	0,019
12	0,24	0,000	0,104	0,010
13	0,32	0,000	0,065	0,003
14	0,40	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,046	0,002
3	-0,90	0,000	0,133	0,011
4	-0,80	0,000	0,262	0,030
5	-0,70	0,000	0,432	0,064
6	-0,60	0,000	0,643	0,118
7	-0,50	0,000	0,895	0,194
8	-0,40	0,000	1,188	0,298
9	0,00	0,000	0,066	0,035
10	0,08	0,000	0,105	0,028
11	0,16	0,000	0,117	0,019
12	0,24	0,000	0,104	0,010
13	0,32	0,000	0,065	0,003
14	0,40	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,175	0,009
3	-0,90	0,000	0,375	0,036
4	-0,80	0,000	0,599	0,084
5	-0,70	0,000	0,848	0,156
6	-0,60	0,000	1,121	0,255
7	-0,50	0,000	1,419	0,381
8	-0,40	0,000	1,742	0,539
9	0,00	0,000	-0,251	-0,038
10	0,08	0,000	-0,171	-0,021
11	0,16	0,000	-0,105	-0,010
12	0,24	0,000	-0,055	-0,004
13	0,32	0,000	-0,020	-0,001
14	0,40	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,172	0,008

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
3	-0,90	0,000	0,365	0,035
4	-0,80	0,000	0,580	0,082
5	-0,70	0,000	0,817	0,152
6	-0,60	0,000	1,076	0,246
7	-0,50	0,000	1,356	0,368
8	-0,40	0,000	1,658	0,518
9	0,00	0,000	-0,409	-0,071
10	0,08	0,000	-0,301	-0,042
11	0,16	0,000	-0,206	-0,022
12	0,24	0,000	-0,124	-0,009
13	0,32	0,000	-0,055	-0,002
14	0,40	0,000	0,000	0,000

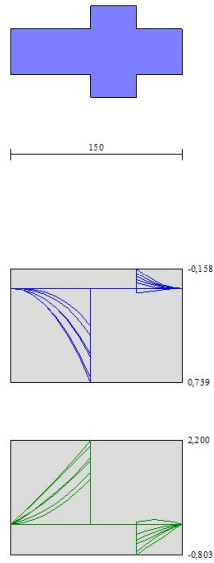


Fig. 10 - Fondazione (Involuppo)

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,275	17,36	0,262	0,082	0,40	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	4,295/0,000	-0,24	-2,20
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,185/0,000	0,20	-1,47
	Resistenza passiva terreno antistante			-6,247			
	Resistenza passiva sperone			-2,478			

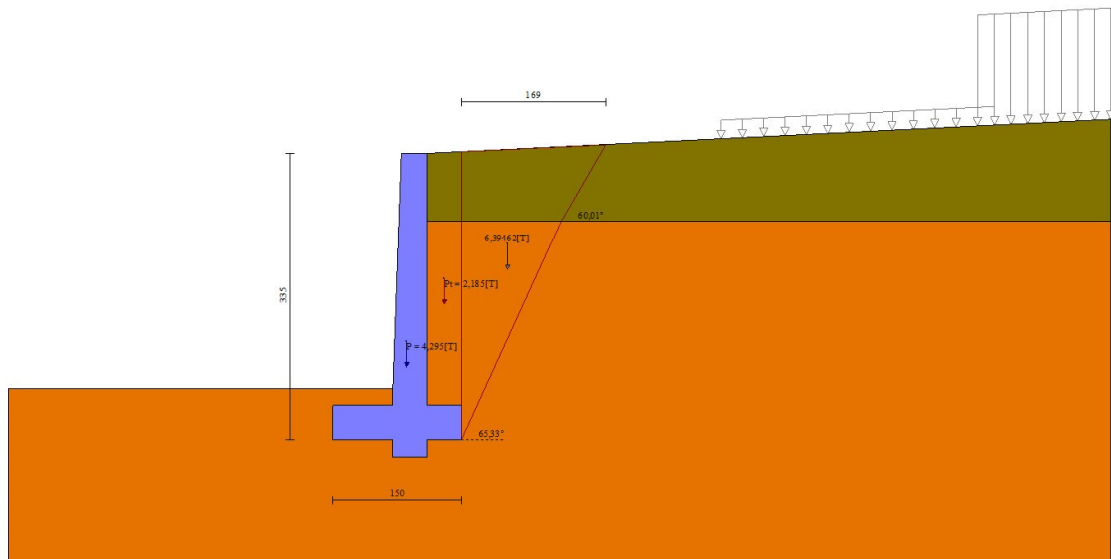


Fig. 11 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

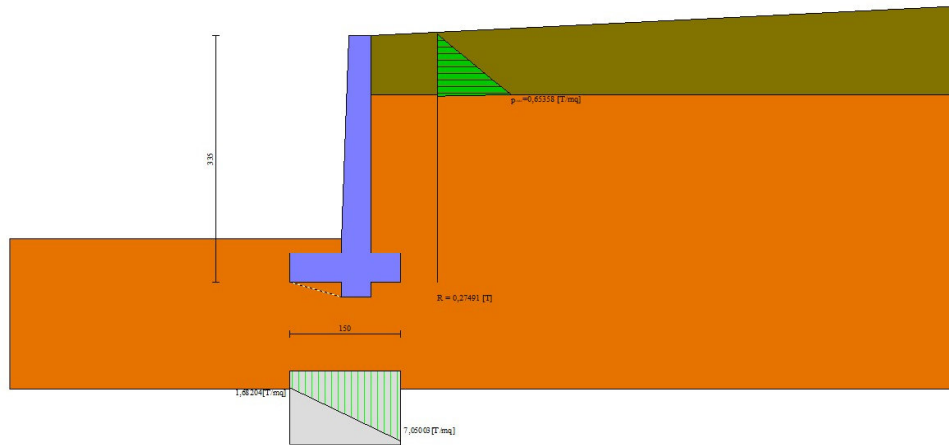


Fig. 12 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

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)		46.685		50.818			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	14.020		52.852			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	14.035		60.842			
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.566		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.536		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.742		
7 - EQU (A1-M1-R3)			9.039				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.574				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.711				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	[T] 3,346	[T] 6,247	[T] 2,981	[T] --	[T] --	[T] 12,574	[T] 0,897	14.020

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [T]
φ _{RP}	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]

Nrpp Carico residuo sul piano di posa, espresso in [T]
Lr Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [T]	ϕ_{Rp}	Nrpp [T]	Lr [m]
2	2,908	15.912	3,972	0,80

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [T]	Qu [T]	Qd [T]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	6,562	333,476	238,197	50.818

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 rigidità 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 $0.5B_yN_y$ 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 [T/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [T/mq]
 σ_v Pressione terreno valle, espressa in [T/mq]
 σ_m Pressione terreno monte, espressa in [T/mq]
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
1	42.164 29.440 31.146	0.999 0.999 0.997	1.150 1.075 1.075	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.681	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	ϕ [°]	c [T/mq]
1	0,60	1,50	1,41	1,900	34,00	5,0

n°	σ_v [T/mq]	σ_m [T/mq]
1	1,7	7,1

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [Tm]	Mr [Tm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	6,681	2,464	2.711

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	8,07	4.536

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 [T]

Qy carico sulla striscia espresso in [T]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]

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 [T/mq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [T/mq]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [T/mq]

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,212	2,648	0,000	6,93 - 0,42	55.656	26.000	0,0	0,00	
2	0,604	0,845	0,000	0,42	51.395	26.000	0,0	0,00	
3	0,954	0,420	0,000	0,42	46.827	34.000	5,0	0,00	
4	1,272	0,420	0,000	0,42	42.623	34.000	5,0	0,00	
5	1,545	0,420	0,000	0,42	38.687	34.000	5,0	0,00	
6	1,781	0,420	0,000	0,42	34.959	34.000	5,0	0,00	
7	1,985	0,420	0,000	0,42	31.394	34.000	5,0	0,00	
8	2,162	0,420	0,000	0,42	27.960	34.000	5,0	0,00	
9	2,312	0,132	0,000	0,42	24.633	34.000	5,0	0,00	
10	2,440	0,000	0,000	0,42	21.392	34.000	5,0	0,00	
11	2,545	0,000	0,000	0,42	18.222	34.000	5,0	0,00	
12	2,631	0,000	0,000	0,42	15.109	34.000	5,0	0,00	
13	2,697	0,000	0,000	0,42	12.041	34.000	5,0	0,00	
14	2,744	0,000	0,000	0,42	9.008	34.000	5,0	0,00	
15	2,773	0,000	0,000	0,42	6.000	34.000	5,0	0,00	
16	2,829	0,000	0,000	0,42	3.008	34.000	5,0	0,00	
17	3,304	0,000	0,000	0,42	0.025	34.000	5,0	0,00	
18	1,764	0,000	0,000	0,42	-2.958	34.000	5,0	0,00	
19	0,718	0,000	0,000	0,42	-5.949	34.000	5,0	0,00	
20	0,587	0,000	0,000	0,42	-8.956	34.000	5,0	0,00	
21	0,511	0,000	0,000	0,42	-11.989	34.000	5,0	0,00	
22	0,431	0,000	0,000	0,42	-15.056	34.000	5,0	0,00	
23	0,331	0,000	0,000	0,42	-18.169	34.000	5,0	0,00	
24	0,210	0,000	0,000	0,42	-21.338	34.000	5,0	0,00	
25	0,068	0,000	0,000	-3,56 - 0,42	-23.418	34.000	5,0	0,00	

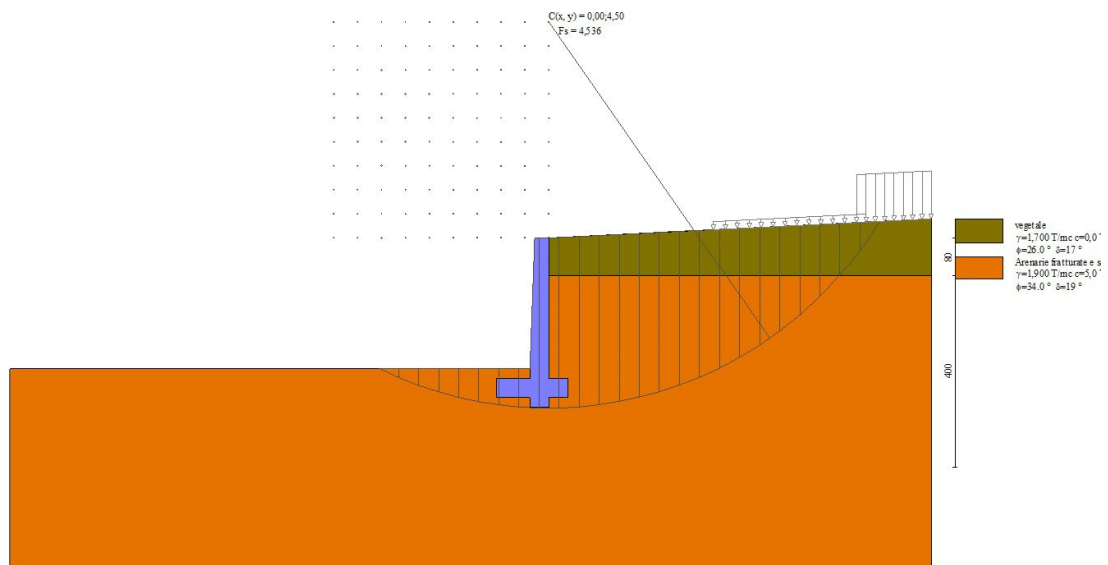


Fig. 13 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [Tm]. 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 [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,071	0,078	0,003	0,010	0,000	0,000
3	-0,20	0,142	0,157	0,011	0,026	0,000	0,002
4	-0,29	0,214	0,236	0,026	0,048	0,002	0,005
5	-0,39	0,287	0,317	0,046	0,076	0,005	0,011
6	-0,49	0,361	0,398	0,071	0,110	0,010	0,019
7	-0,59	0,435	0,480	0,102	0,149	0,018	0,031
8	-0,69	0,510	0,563	0,139	0,195	0,029	0,047
9	-0,79	0,587	0,647	0,181	0,246	0,043	0,068
10	-0,88	0,663	0,732	0,192	0,266	0,061	0,092
11	-0,98	0,741	0,818	0,192	0,275	0,079	0,117
12	-1,08	0,820	0,905	0,192	0,284	0,096	0,143
13	-1,18	0,899	0,992	0,192	0,293	0,114	0,170
14	-1,28	0,979	1,081	0,192	0,303	0,131	0,197
15	-1,38	1,060	1,170	0,192	0,313	0,148	0,226
16	-1,48	1,142	1,261	0,192	0,323	0,165	0,255
17	-1,57	1,224	1,352	0,192	0,333	0,182	0,285
18	-1,67	1,308	1,444	0,192	0,344	0,198	0,316
19	-1,77	1,392	1,537	0,192	0,354	0,215	0,347
20	-1,87	1,477	1,630	0,192	0,365	0,231	0,380
21	-1,97	1,563	1,725	0,192	0,377	0,247	0,413
22	-2,07	1,649	1,821	0,192	0,388	0,263	0,448
23	-2,16	1,737	1,917	0,192	0,399	0,279	0,483
24	-2,26	1,825	2,014	0,192	0,411	0,295	0,520
25	-2,36	1,914	2,113	0,192	0,423	0,310	0,557
26	-2,46	2,003	2,212	0,192	0,435	0,326	0,596
27	-2,56	2,094	2,312	0,192	0,448	0,341	0,635
28	-2,66	2,185	2,412	0,192	0,460	0,356	0,676
29	-2,75	2,278	2,514	0,192	0,473	0,371	0,717
30	-2,85	2,371	2,617	0,192	0,486	0,385	0,760
31	-2,95	2,464	2,720	0,192	0,499	0,400	0,804

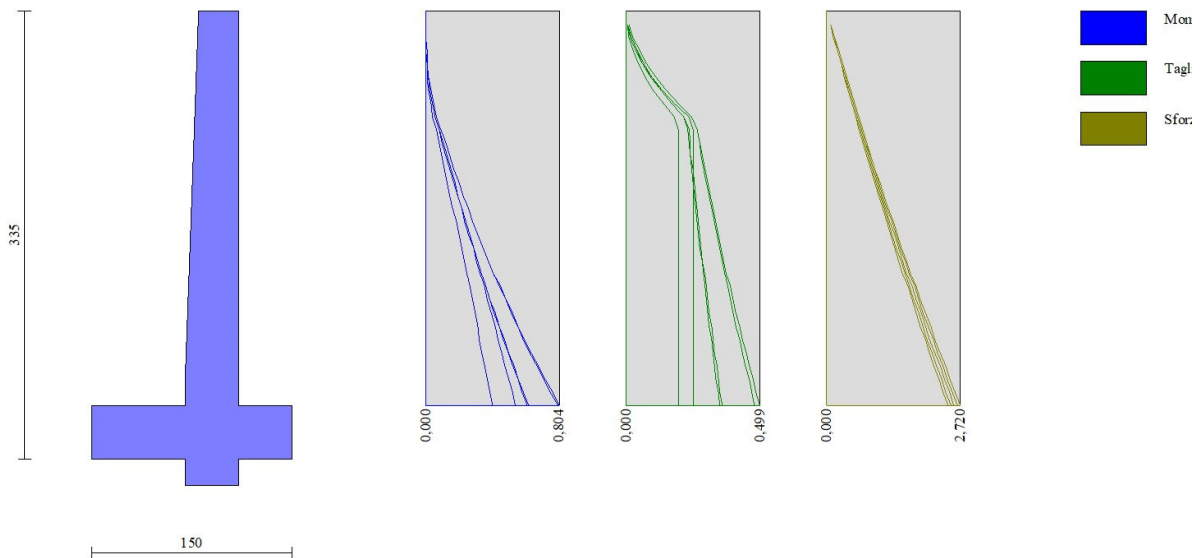


Fig. 14 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	-1,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-1,00	0,000	0,000	0,046	0,282	0,002	0,014
3	-0,90	0,000	0,000	0,133	0,574	0,011	0,057

n°	X [m]	Nmin [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
4	-0,80	0,000	0,000	0,262	0,878	0,030	0,129
5	-0,70	0,000	0,000	0,432	1,192	0,064	0,233
6	-0,60	0,000	0,000	0,643	1,517	0,118	0,368
7	-0,50	0,000	0,000	0,895	1,853	0,194	0,536
8	-0,40	0,000	0,000	1,188	2,200	0,298	0,739
9	0,00	0,000	0,000	-0,803	0,066	-0,158	0,035
10	0,08	0,000	0,000	-0,637	0,105	-0,101	0,028
11	0,16	0,000	0,000	-0,473	0,117	-0,056	0,019
12	0,24	0,000	0,000	-0,312	0,104	-0,025	0,010
13	0,32	0,000	0,000	-0,155	0,065	-0,006	0,003
14	0,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

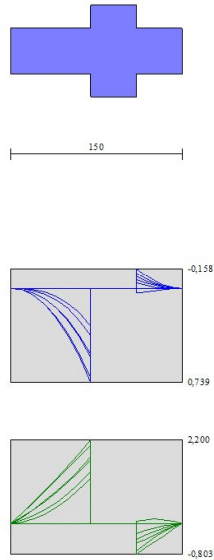


Fig. 15 - Fondazione

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 [T]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1,04	72.30	74.97
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	0,68	61.97	42.21
Casseformi	[mq]	5.90	13.94	82.27
Scavo a sezione obbligata	[mc]	0,98	9.30	9.13
Totale muro				208,59
Totale				208,59

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

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

Il sottoscritto Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D., 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	16.50 G
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Comune di Naso
Licenza	AIU54532G

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
(Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	9
Normativa	10
Descrizione combinazioni di carico	10
Dati sismici	12
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	17
Dettagli verifica a scorrimento	17
Verifica a carico limite	17
Dettagli calcolo portanza	17
Verifica a ribaltamento	18
Verifica stabilità globale muro + terreno	18
Dettagli strisce verifiche stabilità	18
Sollecitazioni	20
Paramento	20
Fondazione	24
Risultati per inviluppo	27
Spinta e forze	27
Verifiche geotecniche	28
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	28
Verifica a scorrimento fondazione	28
Dettagli verifica a scorrimento	28
Verifica a carico limite	29
Dettagli calcolo portanza	29

Verifica a ribaltamento	29
Verifica stabilità globale muro + terreno	29
Dettagli strisce verifiche stabilità	30
Sollecitazioni	30
Paramento	31
Fondazione	31
Elenco ferri	33
Computo metrico	33
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	34

Progetto: Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada co
Ditta: Comune di Naso
Comune: Comune di Naso
Progettista: Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Direttore dei Lavori: Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.
Impresa: Cuticchia Antonino

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 stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- 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 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

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

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

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

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_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

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

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo ρ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta N la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, Q l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, S_p la resistenza passiva, L_c l'ampiezza del cuneo 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

$$F_r = (N - Q) \tan \delta_f S_p + c_a L_r$$

con

$$L_r = B_r - L_c$$

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:

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$
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:

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

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

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

Il termine sul peso di volume diventa:

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

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. 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 e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W è il peso della striscia i -esima, c e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u 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
N / E	Calcestruzzo Nuovo o Esistente
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [T/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [T/mq]
f _{cm}	Resistenza caratteristica media a compressione, espressa in [T/mq]
E	Modulo elastico, espresso in [T/mq]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	N / E	C	A	γ [T/mc]	R _{ck} / f _{cm} [T/mq]	E [T/mq]	ν	n	ntc
1	Cls Armato	N E	Rck 250	B450C	2,50000	2500,0 0,0	3066588 0	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [T/mq]	f _{uk} [T/mq]	f _{ym} [T/mq]
B450C	45886,5	55063,8	45886,5

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	8,00	0,40	2.862

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1,00 [m]

Paramento

Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	2,50	[m]
Altezza paramento libero	2,40	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,39	[m]
Inclinazione paramento esterno	2,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,50	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,50	[m]
Lunghezza totale	1,39	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

Sperone

Posizione	Centrale	
Distanza dal tacco della fondazione	0,50	[m]
Altezza	0,20	[m]
Spessore	0,40	[m]

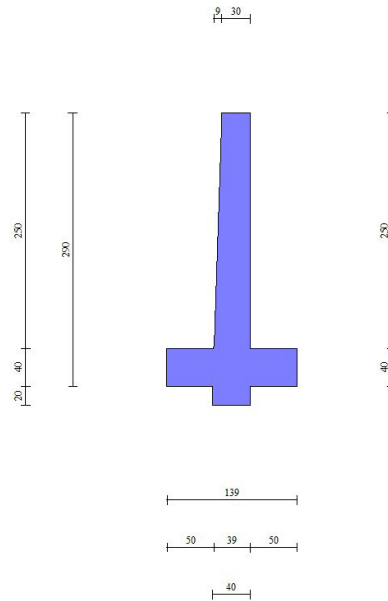


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreniParametri di resistenzaSimbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [T/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [T/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [T/mq]
ca	Adesione terra-muro espressa in [T/mq]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [T/mq]

n°	Descr	γ [T/mc]	γ_{sat} [T/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [T/mq]	ca [T/mq]	Cesp	τ_l [T/mq]
1	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	1,90000	2,00000	34.000	18.670	5,0	0,0	---	---
2	vegetale	1,70000	2,00000	26.000	17.330	0,0	0,0	---	---

StratigrafiaSimbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
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')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
----	----------	-----------------	---------	-----------------------------	----	------	--------	--------

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	0,80	0.000	vegetale	---	---	---	---	---
2	4,00	0.000	Arenarie fratturate e sabbie ben addensate	---	---	---	---	---

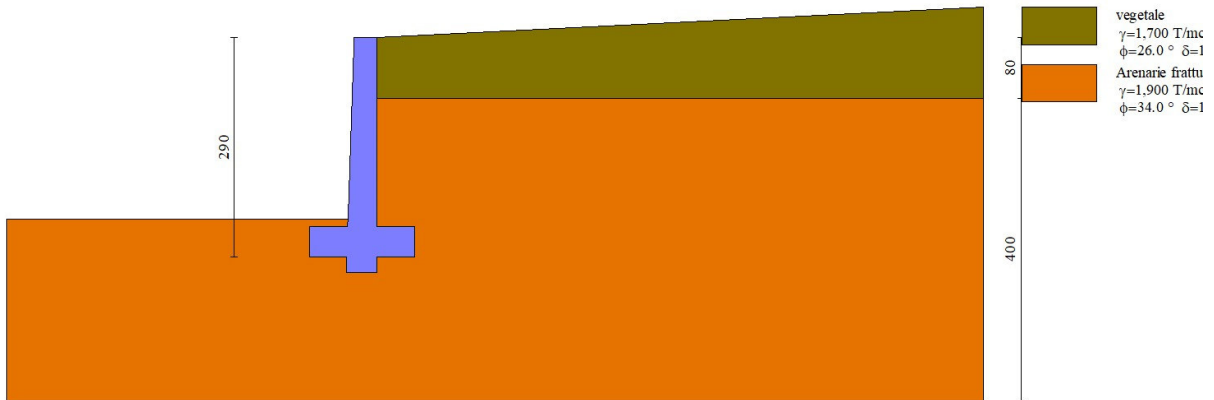


Fig. 2 - Stratigrafia

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	$\gamma_{QT, fav}$	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	$\gamma_{\tan(\varphi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{0,2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

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

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

- 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) H + V

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

Combinazione n° 3 - 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° 4 - 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° 5 - 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° 6 - 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° 7 - 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° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - 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° 10 - SLER

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

Combinazione n° 11 - SLEF

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

Combinazione n° 12 - SLEQ

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

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

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

Dati sismici

Comune	Naso
Provincia	Messina
Regione	Sicilia
Latitudine	38.142670
Longitudine	14.746290
Indice punti di interpolazione	45197 - 44975 - 44974 - 45196
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]	1.770	0.785
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.180	0.080
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.530	2.407
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.338	0.293
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	0.380	9.876	4.938
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.813	7.407
Esercizio	0.470	5.414	2.707

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Correzione Incremento Sismico per presenza di falda	SI
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	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,278	17,36	0,266	0,083	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,316			
2	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica			0,058	0,017	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,369	3,735/0,184	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,228	2,306/0,114	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
Resistenza passiva sperone	-1,837						
3	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica			0,038	0,011	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,369	3,735/-0,184	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,228	2,306/-0,114	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
Resistenza passiva sperone	-1,745						
4	Spinta statica	0,258	14,04	0,250	0,063	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,685			
	Resistenza passiva sperone			-1,053			
5	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica			0,058	0,017	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,369	3,735/0,184	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,228	2,306/0,114	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
Resistenza passiva sperone	-1,837						
6	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica			0,038	0,011	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,369	3,735/-0,184	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,228	2,306/-0,114	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
Resistenza passiva sperone	-1,745						
7	Spinta statica	0,278	17,36	0,266	0,083	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,316			
8	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica			0,092	0,028	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,553	3,735/0,277	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,342	2,306/0,171	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
Resistenza passiva sperone	-2,151						
9	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica			0,064	0,019	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,553	3,735/-0,277	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,342	2,306/-0,171	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
Resistenza passiva sperone	-2,015						
10	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,214			
11	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,214			
12	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,214			

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
13	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,031		0,029	0,009	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,202	3,735/0,101	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,125	2,306/0,062	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,554			
14	Spinta statica	0,214	17,36	0,204	0,064	0,50	-0,53
	Incremento di spinta sismica	0,019		0,018	0,006	0,50	-1,93
	Peso/Inerzia muro			0,202	3,735/-0,101	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,125	2,306/-0,062	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,504			

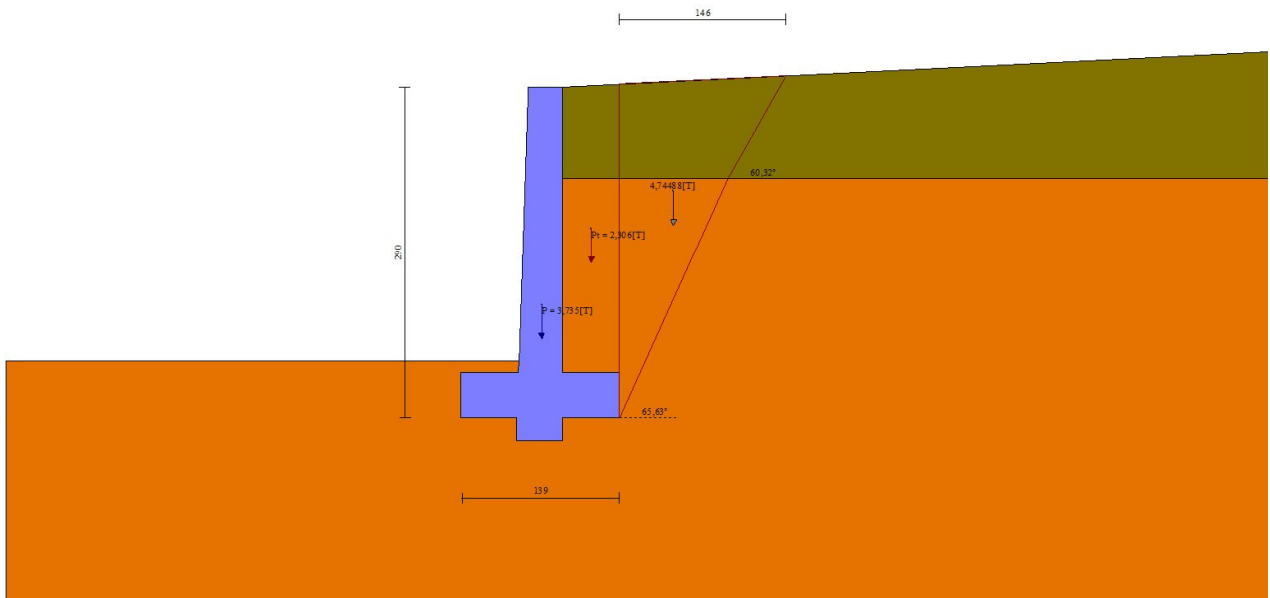


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

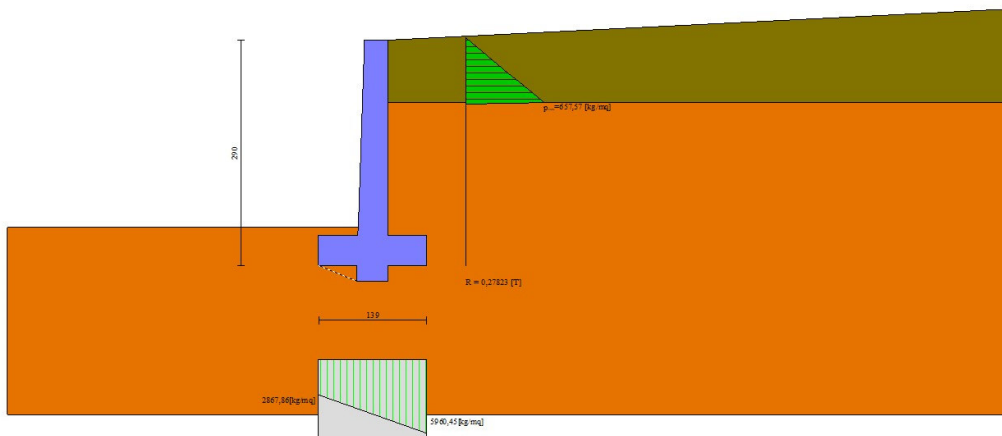


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

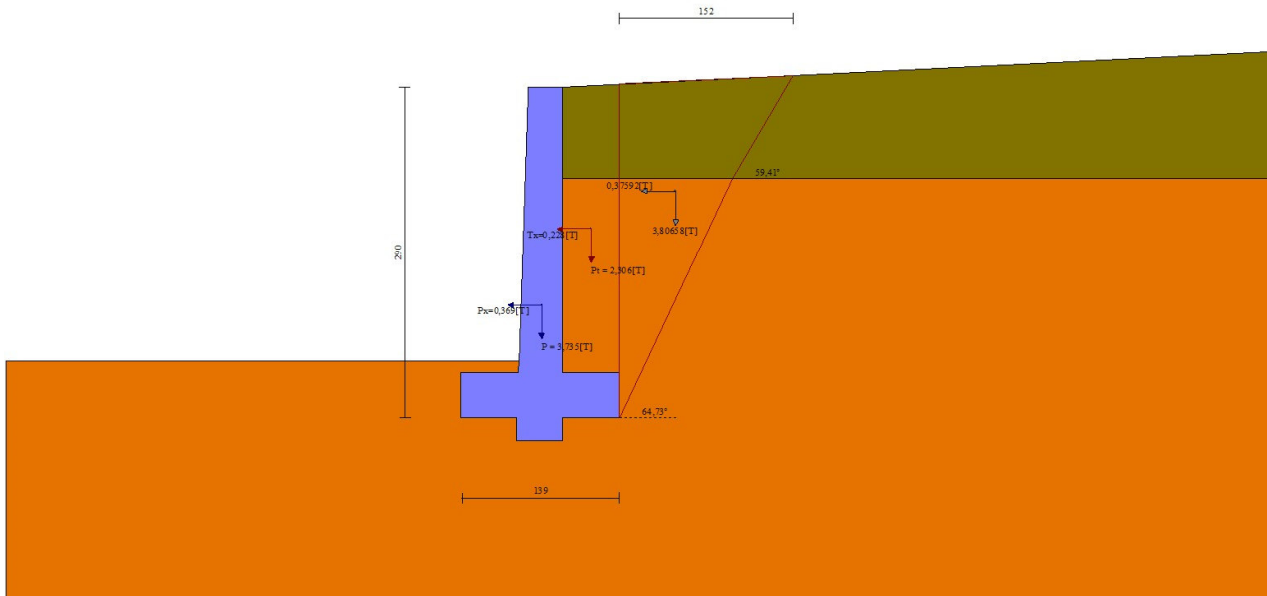


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

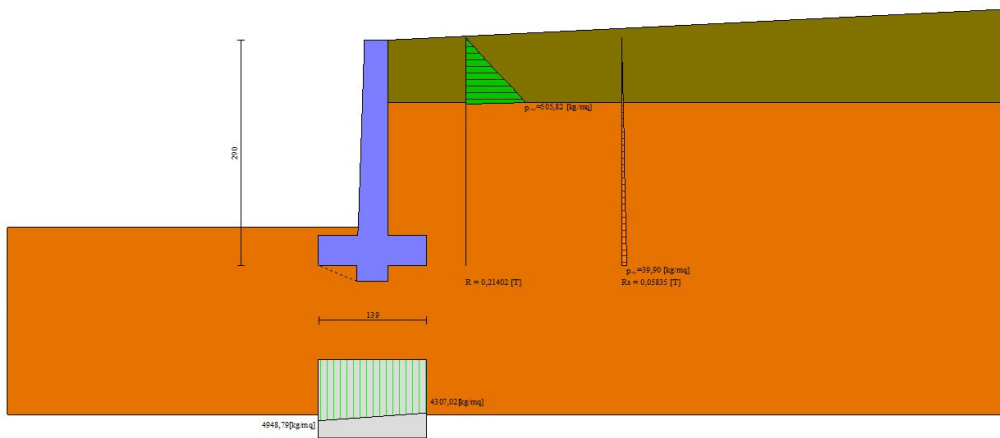


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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	FSsco	FSRIB	FSQLIM	FSSTAB	FSHYD	FSUPL
1 - STR (A1-M1-R3)		29.923		53.341			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	9.728		52.194			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	9.652		53.954			
4 - GEO (A2-M2-R2)					5.849		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				6.056		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				6.389		
7 - EQU (A1-M1-R3)			8.541				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.433				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.628				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	
1 - STR (A1-M1-R3)	1,508	5,122	1,316	--	--	7,946	0,266	29,923
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1,374	5,122	1,837	--	--	8,333	0,857	9,728
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1,212	5,122	1,745	--	--	8,078	0,837	9,652

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [T]
ϕ_{Rp}	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [T]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss	ϕ_{Rp}	Nrpp	Lr
	[T]		[T]	[m]
1	1,661	22,338	4,463	0,90
2	2,354	22,338	4,066	0,90
3	2,232	22,338	3,586	0,90

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[T]	[T]	[T]	
1 - STR (A1-M1-R3)	6,124	326,646	233,318	53,341
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	6,420	335,104	279,254	52,194
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	5,818	313,883	261,569	53,954

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 rigidità per punzonamento secondo Vesic
γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_c$ 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 [T/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [T/mq]
σ_v	Pressione terreno valle, espressa in [T/mq]
σ_m	Pressione terreno monte, espressa in [T/mq]

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
1	42.164	0.992	1.136	--	--	--	--	--	--	0.759	1.000
	29.440	0.992	1.068	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.979	1.068	--	--	--	--	--	--		
2	42.164	0.898	1.136	--	--	--	--	--	--	0.881	1.000
	29.440	0.898	1.068	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.741	1.068	--	--	--	--	--	--		
3	42.164	0.888	1.136	--	--	--	--	--	--	0.836	1.000
	29.440	0.888	1.068	--	--	--	--	--	--		
	31.146	0.718	1.068	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	φ [°]	c [T/mq]
1	0,50	1,39	1,30	1,900	34,00	5,0
2	0,50	1,39	1,30	1,900	34,00	5,0
3	0,50	1,39	1,30	1,900	34,00	5,0

n°	σv [T/mq]	σm [T/mq]
1	2,9	6,0
2	4,9	4,3
3	4,8	3,6

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [Tm]	Mr [Tm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	5,373	0,629	8.541
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	5,774	1,682	3.433
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	5,373	2,044	2.628

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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 0,00	3,15	5.849
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 1,50	4,64	6.056
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,50; 1,50	4,64	6.389

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 [T]
 Qy carico sulla striscia espresso in [T]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]
 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 [T/mq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [T/mq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [T/mq]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,280	0,000	0,000	2,65 - 0,21	77.790	21.315	0,0	0,00	
2	0,544	0,000	0,000	0,21	64.421	28.352	4,0	0,00	
3	0,689	0,000	0,000	0,21	56.597	28.352	4,0	0,00	
4	0,797	0,000	0,000	0,21	50.201	28.352	4,0	0,00	
5	0,883	0,000	0,000	0,21	44.587	28.352	4,0	0,00	
6	0,953	0,000	0,000	0,21	39.477	28.352	4,0	0,00	
7	1,012	0,000	0,000	0,21	34.723	28.352	4,0	0,00	
8	1,061	0,000	0,000	0,21	30.230	28.352	4,0	0,00	
9	1,101	0,000	0,000	0,21	25.936	28.352	4,0	0,00	

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
10	1,134	0,000	0,000	0,21	21.794	28.352	4,0	0,00	
11	1,194	0,000	0,000	0,21	17.769	28.352	4,0	0,00	
12	1,229	0,000	0,000	0,21	13.833	28.352	4,0	0,00	
13	1,349	0,000	0,000	0,21	9.963	28.352	4,0	0,00	
14	1,624	0,000	0,000	0,21	6.138	28.352	4,0	0,00	
15	0,815	0,000	0,000	0,21	2.341	28.352	4,0	0,00	
16	0,345	0,000	0,000	0,21	-1.446	28.352	4,0	0,00	
17	0,382	0,000	0,000	0,21	-5.239	28.352	4,0	0,00	
18	0,280	0,000	0,000	0,21	-9.055	28.352	4,0	0,00	
19	0,264	0,000	0,000	0,21	-12.913	28.352	4,0	0,00	
20	0,242	0,000	0,000	0,21	-16.831	28.352	4,0	0,00	
21	0,214	0,000	0,000	0,21	-20.833	28.352	4,0	0,00	
22	0,180	0,000	0,000	0,21	-24.944	28.352	4,0	0,00	
23	0,137	0,000	0,000	0,21	-29.199	28.352	4,0	0,00	
24	0,087	0,000	0,000	0,21	-33.640	28.352	4,0	0,00	
25	0,027	0,000	0,000	-2,56 - 0,21	-36.021	28.352	4,0	0,00	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,163	0,000	0,000	3,96 - 0,28	68.306	26.000	0,0	0,00	
2	0,445	0,000	0,000	0,28	60.849	26.000	0,0	0,00	
3	0,669	0,000	0,000	0,28	54.342	34.000	5,0	0,00	
4	0,851	0,000	0,000	0,28	48.762	34.000	5,0	0,00	
5	1,000	0,000	0,000	0,28	43.754	34.000	5,0	0,00	
6	1,124	0,000	0,000	0,28	39.138	34.000	5,0	0,00	
7	1,229	0,000	0,000	0,28	34.811	34.000	5,0	0,00	
8	1,318	0,000	0,000	0,28	30.701	34.000	5,0	0,00	
9	1,393	0,000	0,000	0,28	26.761	34.000	5,0	0,00	
10	1,455	0,000	0,000	0,28	22.953	34.000	5,0	0,00	
11	1,506	0,000	0,000	0,28	19.251	34.000	5,0	0,00	
12	1,546	0,000	0,000	0,28	15.630	34.000	5,0	0,00	
13	1,617	0,000	0,000	0,28	12.073	34.000	5,0	0,00	
14	1,663	0,000	0,000	0,28	8.563	34.000	5,0	0,00	
15	2,093	0,000	0,000	0,28	5.085	34.000	5,0	0,00	
16	1,164	0,000	0,000	0,28	1.625	34.000	5,0	0,00	
17	0,456	0,000	0,000	0,28	-1.828	34.000	5,0	0,00	
18	0,404	0,000	0,000	0,28	-5.288	34.000	5,0	0,00	
19	0,361	0,000	0,000	0,28	-8.768	34.000	5,0	0,00	
20	0,334	0,000	0,000	0,28	-12.280	34.000	5,0	0,00	
21	0,297	0,000	0,000	0,28	-15.841	34.000	5,0	0,00	
22	0,249	0,000	0,000	0,28	-19.465	34.000	5,0	0,00	
23	0,191	0,000	0,000	0,28	-23.173	34.000	5,0	0,00	
24	0,122	0,000	0,000	0,28	-26.988	34.000	5,0	0,00	
25	0,040	0,000	0,000	-3,02 - 0,28	-29.595	34.000	5,0	0,00	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [T]	Qy [T]	Qf [T]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [T/mq]	u [T/mq]	Tx; Ty [T]
1	0,163	0,000	0,000	3,96 - 0,28	68.306	26.000	0,0	0,00	
2	0,445	0,000	0,000	0,28	60.849	26.000	0,0	0,00	
3	0,669	0,000	0,000	0,28	54.342	34.000	5,0	0,00	
4	0,851	0,000	0,000	0,28	48.762	34.000	5,0	0,00	
5	1,000	0,000	0,000	0,28	43.754	34.000	5,0	0,00	
6	1,124	0,000	0,000	0,28	39.138	34.000	5,0	0,00	
7	1,229	0,000	0,000	0,28	34.811	34.000	5,0	0,00	
8	1,318	0,000	0,000	0,28	30.701	34.000	5,0	0,00	
9	1,393	0,000	0,000	0,28	26.761	34.000	5,0	0,00	
10	1,455	0,000	0,000	0,28	22.953	34.000	5,0	0,00	
11	1,506	0,000	0,000	0,28	19.251	34.000	5,0	0,00	
12	1,546	0,000	0,000	0,28	15.630	34.000	5,0	0,00	
13	1,617	0,000	0,000	0,28	12.073	34.000	5,0	0,00	
14	1,663	0,000	0,000	0,28	8.563	34.000	5,0	0,00	
15	2,093	0,000	0,000	0,28	5.085	34.000	5,0	0,00	
16	1,164	0,000	0,000	0,28	1.625	34.000	5,0	0,00	
17	0,456	0,000	0,000	0,28	-1.828	34.000	5,0	0,00	
18	0,404	0,000	0,000	0,28	-5.288	34.000	5,0	0,00	
19	0,361	0,000	0,000	0,28	-8.768	34.000	5,0	0,00	
20	0,334	0,000	0,000	0,28	-12.280	34.000	5,0	0,00	
21	0,297	0,000	0,000	0,28	-15.841	34.000	5,0	0,00	
22	0,249	0,000	0,000	0,28	-19.465	34.000	5,0	0,00	
23	0,191	0,000	0,000	0,28	-23.173	34.000	5,0	0,00	
24	0,122	0,000	0,000	0,28	-26.988	34.000	5,0	0,00	
25	0,040	0,000	0,000	-3,02 - 0,28	-29.595	34.000	5,0	0,00	

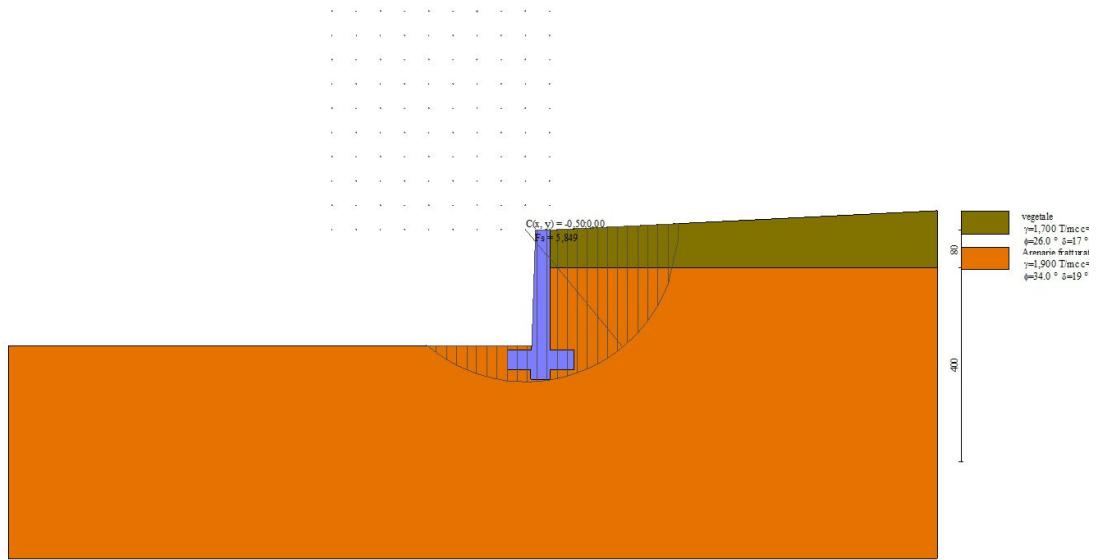


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° Indice della sezione
- X Posizione della sezione, espresso in [m]
- N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [Tm]. 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 [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,075	0,004	0,000
3	-0,20	0,152	0,015	0,001
4	-0,30	0,229	0,035	0,003
5	-0,40	0,307	0,061	0,007
6	-0,50	0,386	0,095	0,014
7	-0,60	0,466	0,137	0,025
8	-0,70	0,546	0,187	0,040
9	-0,80	0,628	0,244	0,061
10	-0,90	0,710	0,250	0,085
11	-1,00	0,794	0,250	0,108
12	-1,10	0,878	0,250	0,132
13	-1,20	0,963	0,250	0,155
14	-1,30	1,049	0,250	0,178
15	-1,40	1,136	0,250	0,202
16	-1,50	1,223	0,250	0,224
17	-1,60	1,312	0,250	0,247
18	-1,70	1,401	0,250	0,270
19	-1,80	1,491	0,250	0,292
20	-1,90	1,583	0,250	0,315
21	-2,00	1,675	0,250	0,337
22	-2,10	1,768	0,250	0,359
23	-2,20	1,861	0,250	0,381
24	-2,30	1,956	0,250	0,402
25	-2,40	2,051	0,250	0,424
26	-2,50	2,148	0,250	0,445

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,079	0,010	0,000
3	-0,20	0,159	0,027	0,002

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
4	-0,30	0,240	0,050	0,005
5	-0,40	0,322	0,079	0,011
6	-0,50	0,405	0,114	0,020
7	-0,60	0,489	0,155	0,033
8	-0,70	0,573	0,202	0,050
9	-0,80	0,659	0,255	0,071
10	-0,90	0,745	0,269	0,097
11	-1,00	0,833	0,279	0,122
12	-1,10	0,921	0,288	0,149
13	-1,20	1,010	0,299	0,177
14	-1,30	1,101	0,309	0,205
15	-1,40	1,192	0,320	0,235
16	-1,50	1,284	0,331	0,265
17	-1,60	1,377	0,342	0,296
18	-1,70	1,470	0,354	0,328
19	-1,80	1,565	0,365	0,362
20	-1,90	1,661	0,377	0,396
21	-2,00	1,757	0,390	0,431
22	-2,10	1,855	0,402	0,468
23	-2,20	1,953	0,415	0,505
24	-2,30	2,052	0,428	0,544
25	-2,40	2,153	0,442	0,584
26	-2,50	2,254	0,455	0,625

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,072	0,010	0,000
3	-0,20	0,144	0,027	0,002
4	-0,30	0,218	0,050	0,006
5	-0,40	0,292	0,078	0,011
6	-0,50	0,367	0,113	0,020
7	-0,60	0,443	0,154	0,033
8	-0,70	0,519	0,200	0,050
9	-0,80	0,597	0,253	0,071
10	-0,90	0,675	0,267	0,096
11	-1,00	0,754	0,276	0,122
12	-1,10	0,834	0,285	0,149
13	-1,20	0,915	0,294	0,176
14	-1,30	0,997	0,304	0,204
15	-1,40	1,079	0,314	0,233
16	-1,50	1,163	0,324	0,263
17	-1,60	1,247	0,335	0,294
18	-1,70	1,332	0,345	0,326
19	-1,80	1,418	0,356	0,358
20	-1,90	1,504	0,367	0,392
21	-2,00	1,592	0,378	0,426
22	-2,10	1,680	0,389	0,462
23	-2,20	1,769	0,401	0,498
24	-2,30	1,859	0,413	0,536
25	-2,40	1,950	0,425	0,574
26	-2,50	2,042	0,437	0,614

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,075	0,003	0,000
3	-0,20	0,152	0,012	0,001
4	-0,30	0,229	0,027	0,002
5	-0,40	0,307	0,047	0,005
6	-0,50	0,386	0,073	0,011
7	-0,60	0,466	0,106	0,019
8	-0,70	0,546	0,144	0,030
9	-0,80	0,628	0,188	0,046
10	-0,90	0,710	0,192	0,064
11	-1,00	0,794	0,192	0,082
12	-1,10	0,878	0,192	0,100
13	-1,20	0,963	0,192	0,117
14	-1,30	1,049	0,192	0,135
15	-1,40	1,136	0,192	0,152
16	-1,50	1,223	0,192	0,169
17	-1,60	1,312	0,192	0,186
18	-1,70	1,401	0,192	0,203
19	-1,80	1,491	0,192	0,220
20	-1,90	1,583	0,192	0,236
21	-2,00	1,675	0,192	0,253
22	-2,10	1,768	0,192	0,269
23	-2,20	1,861	0,192	0,285
24	-2,30	1,956	0,192	0,301
25	-2,40	2,051	0,192	0,316
26	-2,50	2,148	0,192	0,332

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
----	----------	----------	----------	-----------

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,075	0,003	0,000
3	-0,20	0,152	0,012	0,001
4	-0,30	0,229	0,027	0,002
5	-0,40	0,307	0,047	0,005
6	-0,50	0,386	0,073	0,011
7	-0,60	0,466	0,106	0,019
8	-0,70	0,546	0,144	0,030
9	-0,80	0,628	0,188	0,046
10	-0,90	0,710	0,192	0,064
11	-1,00	0,794	0,192	0,082
12	-1,10	0,878	0,192	0,100
13	-1,20	0,963	0,192	0,117
14	-1,30	1,049	0,192	0,135
15	-1,40	1,136	0,192	0,152
16	-1,50	1,223	0,192	0,169
17	-1,60	1,312	0,192	0,186
18	-1,70	1,401	0,192	0,203
19	-1,80	1,491	0,192	0,220
20	-1,90	1,583	0,192	0,236
21	-2,00	1,675	0,192	0,253
22	-2,10	1,768	0,192	0,269
23	-2,20	1,861	0,192	0,285
24	-2,30	1,956	0,192	0,301
25	-2,40	2,051	0,192	0,316
26	-2,50	2,148	0,192	0,332

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,075	0,003	0,000
3	-0,20	0,152	0,012	0,001
4	-0,30	0,229	0,027	0,002
5	-0,40	0,307	0,047	0,005
6	-0,50	0,386	0,073	0,011
7	-0,60	0,466	0,106	0,019
8	-0,70	0,546	0,144	0,030
9	-0,80	0,628	0,188	0,046
10	-0,90	0,710	0,192	0,064
11	-1,00	0,794	0,192	0,082
12	-1,10	0,878	0,192	0,100
13	-1,20	0,963	0,192	0,117
14	-1,30	1,049	0,192	0,135
15	-1,40	1,136	0,192	0,152
16	-1,50	1,223	0,192	0,169
17	-1,60	1,312	0,192	0,186
18	-1,70	1,401	0,192	0,203
19	-1,80	1,491	0,192	0,220
20	-1,90	1,583	0,192	0,236
21	-2,00	1,675	0,192	0,253
22	-2,10	1,768	0,192	0,269
23	-2,20	1,861	0,192	0,285
24	-2,30	1,956	0,192	0,301
25	-2,40	2,051	0,192	0,316
26	-2,50	2,148	0,192	0,332

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,077	0,007	0,000
3	-0,20	0,156	0,020	0,001
4	-0,30	0,235	0,039	0,004
5	-0,40	0,315	0,064	0,009
6	-0,50	0,396	0,095	0,016
7	-0,60	0,478	0,132	0,027
8	-0,70	0,561	0,175	0,041
9	-0,80	0,645	0,224	0,060
10	-0,90	0,730	0,234	0,082
11	-1,00	0,815	0,239	0,104
12	-1,10	0,902	0,244	0,126
13	-1,20	0,989	0,250	0,149
14	-1,30	1,077	0,256	0,173
15	-1,40	1,166	0,261	0,197
16	-1,50	1,256	0,267	0,221
17	-1,60	1,347	0,273	0,246
18	-1,70	1,439	0,280	0,271
19	-1,80	1,532	0,286	0,296
20	-1,90	1,625	0,293	0,323
21	-2,00	1,720	0,299	0,349
22	-2,10	1,815	0,306	0,376
23	-2,20	1,912	0,313	0,404
24	-2,30	2,009	0,320	0,432
25	-2,40	2,107	0,327	0,461
26	-2,50	2,206	0,334	0,490

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,073	0,007	0,000
3	-0,20	0,148	0,020	0,001
4	-0,30	0,223	0,039	0,004
5	-0,40	0,299	0,064	0,009
6	-0,50	0,375	0,095	0,016
7	-0,60	0,453	0,132	0,027
8	-0,70	0,532	0,175	0,041
9	-0,80	0,611	0,223	0,060
10	-0,90	0,691	0,233	0,082
11	-1,00	0,772	0,237	0,104
12	-1,10	0,854	0,242	0,126
13	-1,20	0,937	0,248	0,149
14	-1,30	1,020	0,253	0,172
15	-1,40	1,105	0,258	0,196
16	-1,50	1,190	0,264	0,220
17	-1,60	1,276	0,269	0,244
18	-1,70	1,363	0,275	0,269
19	-1,80	1,451	0,281	0,294
20	-1,90	1,540	0,287	0,320
21	-2,00	1,629	0,293	0,346
22	-2,10	1,720	0,299	0,373
23	-2,20	1,811	0,305	0,400
24	-2,30	1,903	0,311	0,428
25	-2,40	1,996	0,318	0,456
26	-2,50	2,090	0,324	0,484

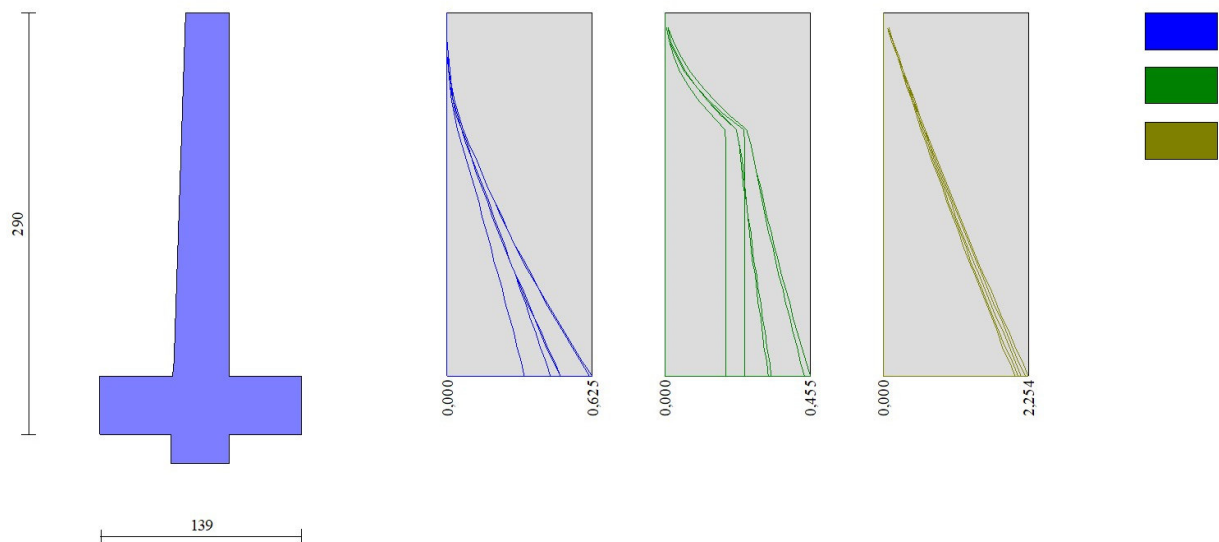


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,198	0,010
3	-0,69	0,000	0,418	0,040
4	-0,59	0,000	0,661	0,094
5	-0,49	0,000	0,925	0,173
6	-0,39	0,000	1,206	0,280
7	0,00	0,000	-0,796	-0,177
8	0,10	0,000	-0,594	-0,108
9	0,20	0,000	-0,414	-0,057
10	0,30	0,000	-0,255	-0,024
11	0,40	0,000	-0,117	-0,006
12	0,50	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[T]	[T]	[Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,393	0,020
3	-0,69	0,000	0,781	0,078
4	-0,59	0,000	1,164	0,176
5	-0,49	0,000	1,543	0,311
6	-0,39	0,000	1,910	0,484
7	0,00	0,000	-0,594	-0,154
8	0,10	0,000	-0,486	-0,100
9	0,20	0,000	-0,373	-0,057
10	0,30	0,000	-0,254	-0,026
11	0,40	0,000	-0,130	-0,007
12	0,50	0,000	0,000	0,000

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

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,375	0,019
3	-0,69	0,000	0,742	0,075
4	-0,59	0,000	1,100	0,167
5	-0,49	0,000	1,449	0,294
6	-0,39	0,000	1,783	0,456
7	0,00	0,000	-0,902	-0,235
8	0,10	0,000	-0,741	-0,153
9	0,20	0,000	-0,570	-0,088
10	0,30	0,000	-0,389	-0,040
11	0,40	0,000	-0,199	-0,010
12	0,50	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,158	0,008
3	-0,69	0,000	0,345	0,033
4	-0,59	0,000	0,560	0,078
5	-0,49	0,000	0,803	0,146
6	-0,39	0,000	1,068	0,239
7	0,00	0,000	0,021	0,034
8	0,10	0,000	0,071	0,029
9	0,20	0,000	0,094	0,020
10	0,30	0,000	0,090	0,011
11	0,40	0,000	0,059	0,003
12	0,50	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,158	0,008
3	-0,69	0,000	0,345	0,033
4	-0,59	0,000	0,560	0,078
5	-0,49	0,000	0,803	0,146
6	-0,39	0,000	1,068	0,239
7	0,00	0,000	0,021	0,034
8	0,10	0,000	0,071	0,029
9	0,20	0,000	0,094	0,020
10	0,30	0,000	0,090	0,011
11	0,40	0,000	0,059	0,003
12	0,50	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,158	0,008
3	-0,69	0,000	0,345	0,033
4	-0,59	0,000	0,560	0,078
5	-0,49	0,000	0,803	0,146
6	-0,39	0,000	1,068	0,239
7	0,00	0,000	0,021	0,034
8	0,10	0,000	0,071	0,029
9	0,20	0,000	0,094	0,020
10	0,30	0,000	0,090	0,011
11	0,40	0,000	0,059	0,003
12	0,50	0,000	0,000	0,000

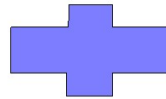
Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,286	0,014
3	-0,69	0,000	0,583	0,058
4	-0,59	0,000	0,890	0,131

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
5	-0,49	0,000	1,207	0,236
6	-0,39	0,000	1,528	0,373
7	0,00	0,000	-0,316	-0,069
8	0,10	0,000	-0,234	-0,042
9	0,20	0,000	-0,161	-0,022
10	0,30	0,000	-0,098	-0,009
11	0,40	0,000	-0,044	-0,002
12	0,50	0,000	0,000	0,000

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

n°	X [m]	N [T]	T [T]	M [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,277	0,014
3	-0,69	0,000	0,562	0,056
4	-0,59	0,000	0,855	0,126
5	-0,49	0,000	1,156	0,227
6	-0,39	0,000	1,459	0,358
7	0,00	0,000	-0,484	-0,114
8	0,10	0,000	-0,373	-0,071
9	0,20	0,000	-0,269	-0,039
10	0,30	0,000	-0,172	-0,017
11	0,40	0,000	-0,082	-0,004
12	0,50	0,000	0,000	0,000



13,9

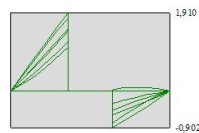
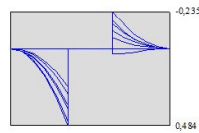


Fig. 9 - Fondazione (Involuppo)

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 [T]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [T]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [T]	I [°]	Cx [T]	Cy [T]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	0,278	17,36	0,266	0,083	0,50	-0,53
	Peso/Inerzia muro			0,000	3,735/0,000	-0,18	-1,91
	Peso/Inerzia terrapieno			0,000	2,306/0,000	0,25	-1,24
	Resistenza passiva terreno antistante			-5,122			
	Resistenza passiva sperone			-1,316			

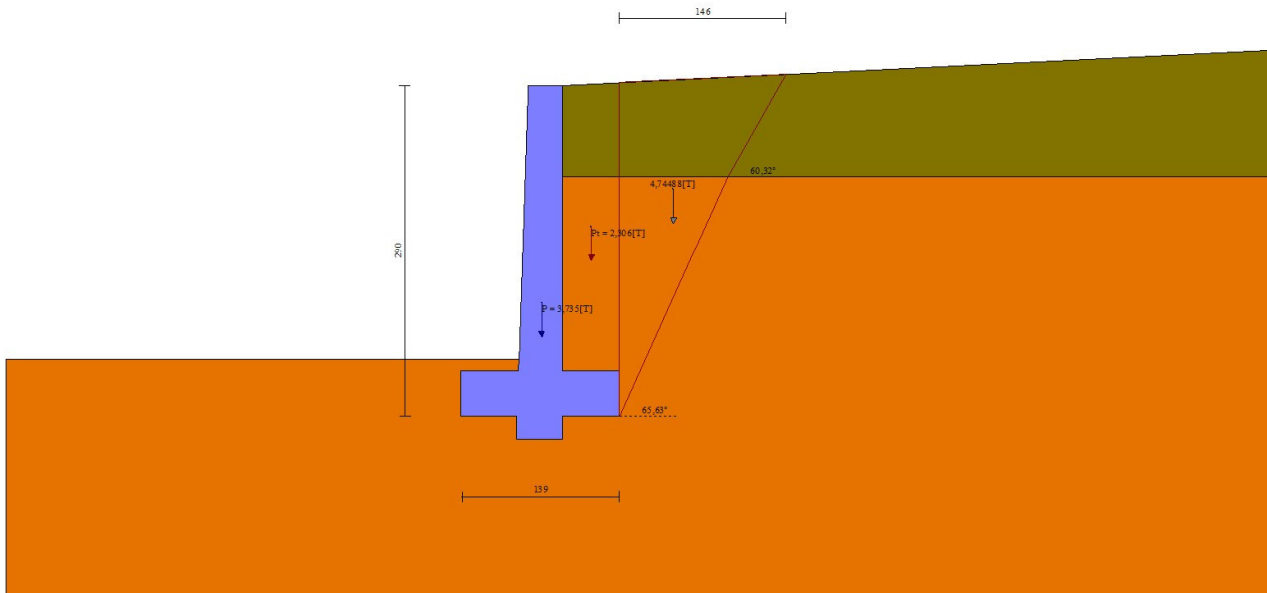


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

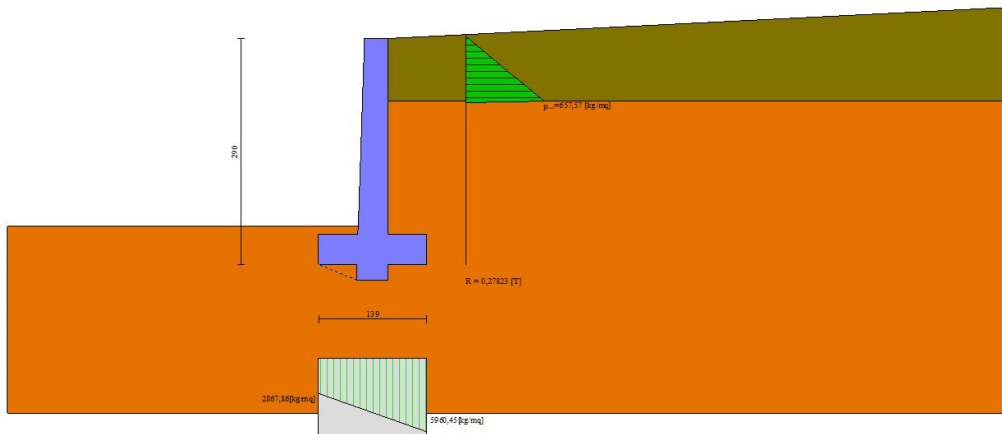


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

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)		29.923		53.341			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	9.728		52.194			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	9.652		53.954			
4 - GEO (A2-M2-R2)					5.849		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				6.056		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				6.389		
7 - EQU (A1-M1-R3)			8.541				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.433				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.628				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	[T]	
	1,212	5,122	1,745	--	--	8,078	0,837	9.652

Dettagli verifica a scorrimento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [T]
φ _{RP}	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]

Nrpp Carico residuo sul piano di posa, espresso in [T]
Lr Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [T]	ϕ_{Rp}	Nrpp [T]	Lr [m]
3	2,232	22.338	3,586	0,90

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N [T]	Qu [T]	Qd [T]	FS
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	6,420	335,104	279,254	52.194

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 $0.5B_yN_y$ 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 [T/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [T/mq]
 σ_v Pressione terreno valle, espressa in [T/mq]
 σ_m Pressione terreno monte, espressa in [T/mq]
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	42.164 29.440 31.146	0.898 0.898 0.741	1.136 1.068 1.068	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.881	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [T/mc]	ϕ [°]	c [T/mq]
2	0,50	1,39	1,30	1,900	34,00	5,0

n°	σ_v [T/mq]	σ_m [T/mq]
2	4,9	4,3

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [Tm]	Mr [Tm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	5,373	2,044	2.628

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 0,00	3,15	5.849

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 [T]

Qy carico sulla striscia espresso in [T]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [T]

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 [T/mq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [T/mq]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [T/mq]

n°	W	Qy	Qf	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[T]	[T]	[T]	[m]	[°]	[°]	[T/mq]	[T/mq]	[T]
1	0,280	0,000	0,000	2,65 - 0,21	77.790	21.315	0,0	0,00	
2	0,544	0,000	0,000	0,21	64.421	28.352	4,0	0,00	
3	0,689	0,000	0,000	0,21	56.597	28.352	4,0	0,00	
4	0,797	0,000	0,000	0,21	50.201	28.352	4,0	0,00	
5	0,883	0,000	0,000	0,21	44.587	28.352	4,0	0,00	
6	0,953	0,000	0,000	0,21	39.477	28.352	4,0	0,00	
7	1,012	0,000	0,000	0,21	34.723	28.352	4,0	0,00	
8	1,061	0,000	0,000	0,21	30.230	28.352	4,0	0,00	
9	1,101	0,000	0,000	0,21	25.936	28.352	4,0	0,00	
10	1,134	0,000	0,000	0,21	21.794	28.352	4,0	0,00	
11	1,194	0,000	0,000	0,21	17.769	28.352	4,0	0,00	
12	1,229	0,000	0,000	0,21	13.833	28.352	4,0	0,00	
13	1,349	0,000	0,000	0,21	9.963	28.352	4,0	0,00	
14	1,624	0,000	0,000	0,21	6.138	28.352	4,0	0,00	
15	0,815	0,000	0,000	0,21	2.341	28.352	4,0	0,00	
16	0,345	0,000	0,000	0,21	-1.446	28.352	4,0	0,00	
17	0,382	0,000	0,000	0,21	-5.239	28.352	4,0	0,00	
18	0,280	0,000	0,000	0,21	-9.055	28.352	4,0	0,00	
19	0,264	0,000	0,000	0,21	-12.913	28.352	4,0	0,00	
20	0,242	0,000	0,000	0,21	-16.831	28.352	4,0	0,00	
21	0,214	0,000	0,000	0,21	-20.833	28.352	4,0	0,00	
22	0,180	0,000	0,000	0,21	-24.944	28.352	4,0	0,00	
23	0,137	0,000	0,000	0,21	-29.199	28.352	4,0	0,00	
24	0,087	0,000	0,000	0,21	-33.640	28.352	4,0	0,00	
25	0,027	0,000	0,000	-2,56 - 0,21	-36.021	28.352	4,0	0,00	

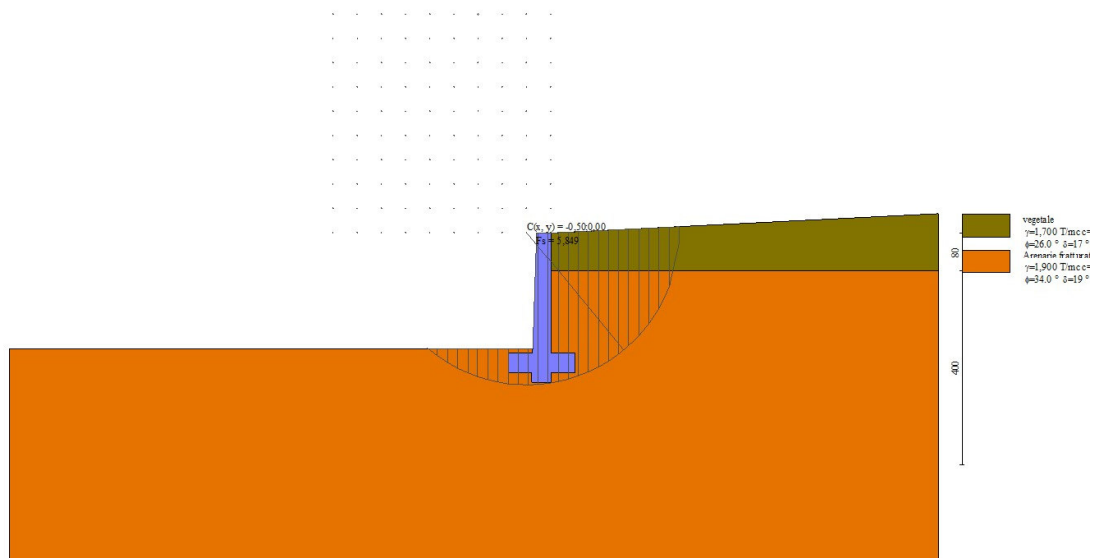


Fig. 12 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [T]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [T]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [Tm]. 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 [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,10	0,072	0,079	0,003	0,010	0,000	0,000
3	-0,20	0,144	0,159	0,012	0,027	0,001	0,002
4	-0,30	0,218	0,240	0,027	0,050	0,002	0,006
5	-0,40	0,292	0,322	0,047	0,079	0,005	0,011
6	-0,50	0,367	0,405	0,073	0,114	0,011	0,020
7	-0,60	0,443	0,489	0,106	0,155	0,019	0,033
8	-0,70	0,519	0,573	0,144	0,202	0,030	0,050
9	-0,80	0,597	0,659	0,188	0,255	0,046	0,071
10	-0,90	0,675	0,745	0,192	0,269	0,064	0,097
11	-1,00	0,754	0,833	0,192	0,279	0,082	0,122
12	-1,10	0,834	0,921	0,192	0,288	0,100	0,149
13	-1,20	0,915	1,010	0,192	0,299	0,117	0,177
14	-1,30	0,997	1,101	0,192	0,309	0,135	0,205
15	-1,40	1,079	1,192	0,192	0,320	0,152	0,235
16	-1,50	1,163	1,284	0,192	0,331	0,169	0,265
17	-1,60	1,247	1,377	0,192	0,342	0,186	0,296
18	-1,70	1,332	1,470	0,192	0,354	0,203	0,328
19	-1,80	1,418	1,565	0,192	0,365	0,220	0,362
20	-1,90	1,504	1,661	0,192	0,377	0,236	0,396
21	-2,00	1,592	1,757	0,192	0,390	0,253	0,431
22	-2,10	1,680	1,855	0,192	0,402	0,269	0,468
23	-2,20	1,769	1,953	0,192	0,415	0,285	0,505
24	-2,30	1,859	2,052	0,192	0,428	0,301	0,544
25	-2,40	1,950	2,153	0,192	0,442	0,316	0,584
26	-2,50	2,042	2,254	0,192	0,455	0,332	0,625

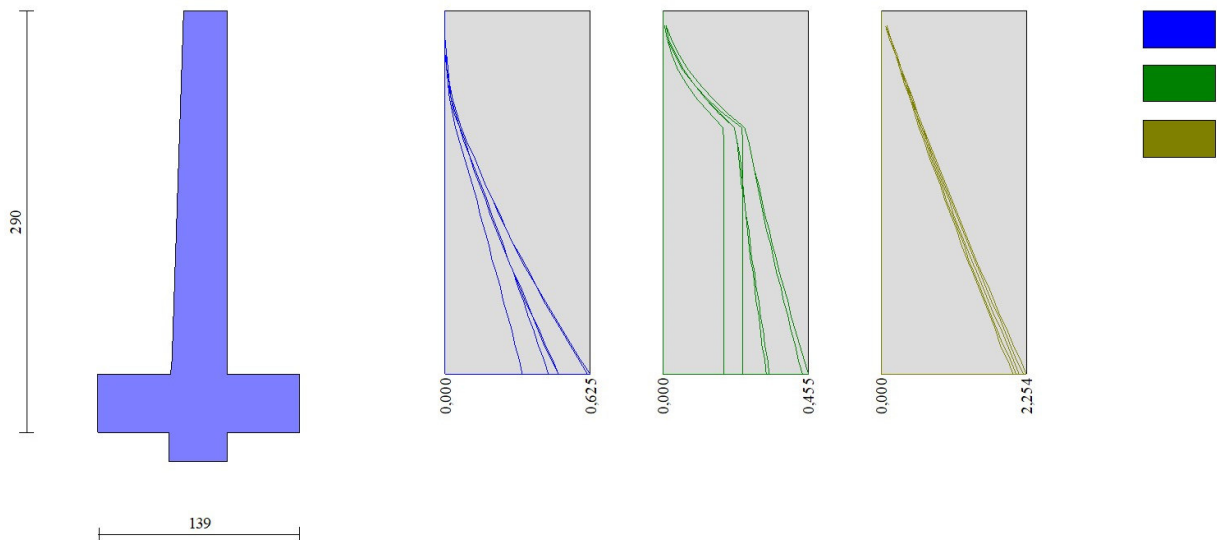


Fig. 13 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
1	-0,89	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	-0,79	0,000	0,000	0,158	0,393	0,008	0,020
3	-0,69	0,000	0,000	0,345	0,781	0,033	0,078
4	-0,59	0,000	0,000	0,560	1,164	0,078	0,176
5	-0,49	0,000	0,000	0,803	1,543	0,146	0,311
6	-0,39	0,000	0,000	1,068	1,910	0,239	0,484
7	0,00	0,000	0,000	-0,902	0,021	-0,235	0,034
8	0,10	0,000	0,000	-0,741	0,071	-0,153	0,029

n°	X [m]	Nmin [T]	Nmax [T]	Tmin [T]	Tmax [T]	Mmin [Tm]	Mmax [Tm]
9	0,20	0,000	0,000	-0,570	0,094	-0,088	0,020
10	0,30	0,000	0,000	-0,389	0,090	-0,040	0,011
11	0,40	0,000	0,000	-0,199	0,059	-0,010	0,003
12	0,50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

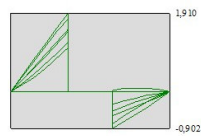
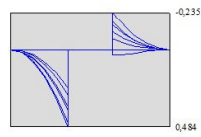
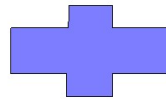


Fig. 14 - Fondazione

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 [T]

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	0,86	72.30	62.11
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	0,63	61.97	39.35
Casseformi	[mq]	5.00	13.94	69.72
Scavo a sezione obbligata	[mc]	0,77	9.30	7.19
Totale muro				178,38
Totale				178,38

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

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

Il sottoscritto Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D., 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	16.50 G
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Comune di Naso
Licenza	AIU54532G

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
(Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.)

Indice

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	9
Dati sismici	11
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifica a scorrimento fondazione	16
Dettagli verifica a scorrimento	16
Verifica a carico limite	16
Dettagli calcolo portanza	16
Verifica a ribaltamento	17
Verifica stabilità globale muro + terreno	17
Dettagli strisce verifiche stabilità	17
Sollecitazioni	19
Paramento	19
Fondazione	22
Risultati per inviluppo	25
Spinta e forze	25
Verifiche geotecniche	26
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	26
Verifica a scorrimento fondazione	26
Dettagli verifica a scorrimento	26
Verifica a carico limite	27
Dettagli calcolo portanza	27
Verifica a ribaltamento	27

Verifica stabilità globale muro + terreno	27
Dettagli strisce verifiche stabilità	28
Sollecitazioni	28
Paramento	29
Fondazione	29
Elenco ferri	31
Computo metrico	31
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	32



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. – Relazione generale
- Tav. 1 – Inquadramento
- Tav. 2 – Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. – Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. –. Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3– Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 – Particolari costruttivi
- Elab. – Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. – Computo Metrico
- Elab.– Quadro economico
- Elab. – CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

COMUNE DI NASO

Città Metropolitana di MESSINA

**PERIZIA DI VARIAZIONI ESECUTIVE AL
PROGETTO ESECUTIVO**

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

OGGETTO

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli - Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a confine con Capo d'Orlando.-

CUP: F75F24000280001

CIG: B9F997A9A6

COMMITTENTE

COMUNE DI NASO (ME)

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
1		LAVORI A MISURA			
		NP.1 - SIC24_1.6.1.2 Taglio manuale di alberi mediante motosega, compreso il carico su automezzo del fusto e dei rami e lo stoccaggio nell'ambito del cantiere fino alla distanza di m 1.000. Incluso nel prezzo la rimozione delle ceppaie la cui dimensione non supera i 0,5 m³. L'individuazione e la tipologia delle piante da tagliare dovrà essere preventivamente concordata in contraddittorio tra la D.L. e l'impresa. per piante del diametro del fusto, misurato ad un metro dal colletto, da cm 15,01 a cm 30			
		Taglio sugheri n° 5	5,00		
		SOMMANO cad =	5,00	82,43	412,15
2		NP.2 - SIC24_1.6.2 Rimozione ed asportazione di ceppaie di piante con l'utilizzo di mezzo meccanico, del volume da 0,5 a 1,50 m³, compreso lo scavo, il taglio delle radici, il sollevamento, il carico su autocarro e lo stoccaggio nell'ambito del cantiere fino alla distanza di m 1000. L'individuazione e la tipologia delle ceppaie da asportare dovrà essere preventivamente concordata in contraddittorio tra la D.L. e l'impresa. - per ogni ceppaia			
		Taglio sugheri n° 5	5,00		
		SOMMANO cad =	5,00	228,15	1.140,75
3		SIC24_1.3.6 Demolizione parziale o totale, per lavori stradali e simili, da eseguirsi con piccoli mezzi meccanici e/o a mano con piccole attrezzature, di manufatti in calcestruzzo semplice o armato di qualsiasi genere e forma, qualunque sia la tenacità e la specie, compresi i massetti di malta, i gretonati, i manufatti in muratura esimili, il tutto di qualsiasi spessore, compresi gli elementi di finitura quali rivestimenti di marciapiedi in pietrine di cemento, marmo o materiale solido di qualsiasi genere, tipo, forma e dimensione, inclusa la dismissione di dissuasori metallici o in pietra o in cls, compreso la verifica finalizzata all'utilizzo in cantiere per vespai, sottofondi, massetti, riempimenti, della frazione omogenea classificata come inerte, compreso vaglio e sminuzzamento del materiale, movimentazione nell'area di cantiere e deposito temporaneo in area idonea o nell'area di utilizzo, comprese tutte le cautele occorrenti per non danneggiare nel periodo transitorio le reti di servizi e sottoservizi esistenti sia a vista o interrati quali reti elettriche, reti idriche, fognature, impianti di terra e relativi pozzetti e chiusini di qualsiasi genere e forma (in PVC, in ghisa, in ferro, ecc.), colonne di scarico, pluviali, al fine di non interrompere i relativi servizi agli abitanti del quartiere, compreso l'esecuzione degli allacci provvisori di qualsiasi sottoservizio che si dovessero rendere necessari in conseguenza dell'esecuzione della demolizione e dismissione, compreso la successiva dismissione dei servizi e sottoservizi da non utilizzare (pozzetti, chiusini, griglie, tubazioni, cavi e quanto altro), in considerazione della esecuzione dei nuovi servizi, compreso altresì il tiro in alto, il carico sul mezzo di trasporto del materiale di risulta ed il trasporto del materiale riutilizzabile a deposito nell'ambito del cantiere in luogo indicato dalla Direzione Lavori o dall'Amministrazione, esclusi gli oneri di conferimento a discarica del materiale di risulta, inclusi gli oneri per la formazione delle recinzioni particolari per delimitare le aree di lavoro, le opere provvisorie di sicurezza e la			
		A RIPORTARE			1.552,90

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			1.552,90
		realizzazione dei percorsi pedonali e dei passaggi necessari per consentire l'accesso alle abitazioni da parte dei residenti, incluso montaggio e smontaggio a fine lavoro per tutta la durata dei lavori, la riparazione di eventuali sottoservizi e degli allacci idrici e fognari esistenti danneggiati a seguito delle demolizioni, compreso l'onere per il ripristino degli intonaci dei prospetti, incluso ogni altro onere e magistero per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte, tutto incluso e nulla escluso.			
		Demolizione muro esistente			
		- elevazione			
		ml. 6.00 x (0.80+0.50)/2 x 2.50	9,75		
		ml. 5.90 x (0.80+0.50)/2 x 2.40	9,20		
		ml. 6.10 x (0.80+0.50)/2 x 2.00	7,93		
		- fondazione			
		ml. 18.00 x 1.00 x 0.60	10,80		
		SOMMANO m³ =	37,68		
				38,10	1.435,61
4		SIC24_1.1.1.1 Scavo di sbancamento per qualsiasi finalità, per lavori da eseguirsi in ambito extraurbano, eseguito con mezzo meccanico, anche in presenza d'acqua con tirante non superiore a 20 cm, inclusi la rimozione di sovrastrutture stradali e di muri a secco comunque calcolati come volume di scavo, alberi e ceppaie di dimensioni inferiori a quelle delle voci 1.6.1 e 1.6.2, eseguito secondo le sagome prescritte anche a gradoni, compresi gli interventi anche a mano per la regolarizzazione del fondo, delle superfici dei tagli e la profilatura delle pareti, nonché il paleggiamento, il carico su mezzo di trasporto, il trasporto a rilevato o a rinterro nell'ambito del cantiere fino alla distanza di 1000 m, il ritorno a vuoto, compreso l'onere per il prelievo dei campioni (da effettuarsi in contraddittorio tra la D.L. e l'impresa), il confezionamento dei cubetti, questo da compensarsi a parte con il relativo prezzo (capitolo 20), da sottoporre alle prove di schiacciamento ed ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. Sono esclusi gli accertamenti e le verifiche tecniche obbligatorie previsti dal C.S.A. in terreni costituiti da argille, limi, sabbie, ghiaie, detriti e alluvioni anche contenenti elementi lapidei di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 m³, sabbie e ghiaie anche debolmente cementate e rocce lapidee fessurate, di qualsiasi resistenza con superfici di discontinuità poste a distanza media l'una dall'altra fino a 30 cm attaccabili da idoneo mezzo di escavazione di adeguata potenza non inferiore ai 45 kW			
		Per realizzazione muro			
		ml. 4.50 x 6.20/2 x (2.50+3.00)/2	38,36		
		ml. 4.50 x (6.20+7.20)/2 x ((2.50+3.00)/2 + (2.30+3.00)/2)/2	81,41		
		ml. 7.50 x (7.20+6.10)/2 x ((2.30+3.00)/2 + (2.00+3.00)/2)/2	128,43		
		ml. 6.00 x (6.10+5.50)/2 x ((2.00+3.00)/2 + (1.50+3.00)/2)/2	82,65		
		ml. 6.00 x (5.50+4.00)/2 x (1.50+3.00)/2	64,13		
		ml. 11.00 x (4.00+3.50)/2 x (1.50+3.00)/2	92,81		
		ml. 11.00 x (3.50+2.00)/2 x ((1.50+3.00)/2 + (1.00+2.20)/2)/2	58,23		
		Per realizzazione muro a gravità			
		ml. 22.00 x (2.60+2.30)/2 x (2.20+1.50)/2	99,72		
		SOMMANO m³ =	645,74		
				5,33	3.441,79
5		SIC24_1.1.5.1 Scavo a sezione obbligata, per qualsiasi finalità, per lavori da eseguirsi in ambito extraurbano, eseguito con mezzo meccanico fino alla			
		A RIPORTARE			6.430,30

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			6.430,30
		<p>profondità di 2,00 m dal piano di sbancamento o, in mancanza di questo dall'orlo medio del cavo, eseguito a sezione uniforme, a gradoni, anche in presenza di acqua con tirante non superiore a 20 cm, alberi e ceppaie di dimensioni inferiori a quelle delle voci 1.6.1 e 1.6.2, escluse le armature di qualsiasi tipo anche a cassa chiusa, occorrenti per le pareti, compresi il paleggio, il sollevamento, il carico, il trasporto delle materie nell'ambito del cantiere fino alla distanza di 1000 m o l'accatastamento delle materie riutilizzabili lungo il bordo del cavo, gli aggotamenti, la regolarizzazione delle pareti e del fondo eseguita con qualsiasi mezzo, compreso l'onere per il prelievo dei campioni (da effettuarsi in contraddittorio tra la D.L. e l'Impresa), il confezionamento dei cubetti questo da compensarsi a parte con il relativo prezzo (capitolo 20), da sottoporre alle prove di schiacciamento ed ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte. Sono esclusi gli accertamenti e le verifiche tecniche obbligatorie previsti dal C.S.A.</p> <p>in terreni costituiti da limi, argille, sabbie, ghiaie, detriti e alluvioni anche contenenti elementi lapidei di qualsiasi resistenza e di volume non superiore a 0,5 m³, sabbie e ghiaie anche debolmente cementate e rocce lapidee fessurate, di qualsiasi resistenza con superfici di discontinuità poste a distanza media l'una dall'altra fino a 30 cm attaccabili da idoneo mezzo di escavazione di adeguata potenza non inferiore ai 45 kW</p> <p>Per realizzazione fondazione muro</p> <p>- 1° tratto</p> <p>ml. 16.00 x 2.00 x 0.50 16,00</p> <p>ml. 16.00 x 0.60 x 0.30 2,88</p> <p>- 2° tratto</p> <p>ml. 14.70 x 2.00 x 0.50 14,70</p> <p>ml. 14.70 x 0.60 x 0.30 2,65</p> <p>- 3° tratto</p> <p>ml. 10.80 x 2.00 x 0.50 10,80</p> <p>ml. 10.80 x 0.60 x 0.30 1,94</p> <p>- 4° tratto</p> <p>ml. 12.00 x 2.00 x 0.50 12,00</p> <p>ml. 12.00 x 0.60 x 0.30 2,16</p> <p>Per realizzazione fondazione muro a gravità</p> <p>ml. 22.00 x (1.50+1.20)/2 x (0.55+0.50)/2 15,59</p> <p>Per realizzazione cassonetto stradale</p> <p>ml. 33.20 x (5.00+2.00)/2 x 0.20 23,24</p> <p>ml. 23.00 x 2.00 x 0.20 9,20</p> <p>ml. 22.00 x 2.00 x 0.20 8,80</p> <p style="text-align: right;">SOMMANO m³ = 119,96</p>			
6		<p>NP.3 - SIC24_3.1.1.1</p> <p>Conglomerato cementizio per strutture non armate o debolmente armate, compreso la preparazione dei cubetti, il conferimento in laboratorio per le prove dei materiali, la vibratura dei getti, la lisciatura delle facce apparenti con malta di cemento puro ed ogni altro onere occorrente per dare il conglomerato in sito ed il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte, esclusa l'eventuale aggiunta di altri additivi, da computarsi ove necessari ed escluse le casseforme e le barre di armatura.</p> <p>per opere in fondazione con C 8/10</p> <p>Massetto sotto fondazione muro</p> <p style="text-align: center;">A RIPORTARE</p>		6,05	725,76
					7.156,06

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			7.156,06
		- 1° tratto ml. 16.00 x 2.00 x 0.10	3,20		
		- 2° tratto ml. 14.70 x 2.00 x 0.10	2,94		
		- 3° tratto ml. 10.80 x 2.00 x 0.10	2,16		
		- 4° tratto ml. 12.00 x 2.00 x 0.10	2,40		
		- Tratto iniziale ml. 3.50 x 2.00 x 0.10	0,70		
		Massetto sotto fondazione muro a gravità ml. 22.00 x (1.50+1.20)/2 x 0.10	2,97		
		SOMMANO m³ =	14,37	186,72	2.683,17
7		SIC24_3.1.2.6 Conglomerato cementizio per strutture in calcestruzzo armato in ambiente secco classe d'esposizione X0 (UNI 11104), in ambiente umido senza gelo classe d'esposizione XC1, XC2 (UNI 11104); classe di consistenza S3 - consistenza semi fluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm, compreso la preparazione dei cubetti, il conferimento in laboratorio per le prove dei materiali, la vibratura dei getti, la lisciatura delle facce apparenti con malta di cemento puro ed ogni altro onere occorrente per dare il conglomerato in sito ed il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte, esclusa l'eventuale aggiunta di altri additivi, da computarsi ove necessari ed escluse le casseforme e le barre di armatura. per opere in fondazione per lavori stradali C28/35			
		Fondazione muro			
		- 1° tratto ml. 16.00 x 1.90 x 0.40	12,16		
		ml. 16.00 x 0.60 x 0.20	1,92		
		- 2° tratto ml. 14.70 x 1.90 x 0.40	11,17		
		ml. 14.70 x 0.60 x 0.20	1,76		
		- 3° tratto ml. 10.50 x 1.90 x 0.40	7,98		
		ml. 10.50 x 0.60 x 0.20	1,26		
		- 4° tratto ml. 12.00 x 1.90 x 0.40	9,12		
		ml. 12.00 x 0.60 x 0.20	1,44		
		- Tratto iniziale ml. 3.50 x 1.90 x 0.40	2,66		
		ml. 3.50 x 0.60 x 0.20	0,42		
		Fondazione muro a gravità ml. 22.00 x (1.40+1.11)/2 x (0.45+0.40)/2	11,73		
		SOMMANO m³ =	61,62	204,40	12.595,13
8		SIC24_3.1.2.14 Conglomerato cementizio per strutture in calcestruzzo armato in ambiente secco classe d'esposizione X0 (UNI 11104), in ambiente umido senza gelo classe d'esposizione XC1, XC2 (UNI 11104); classe			
		A RIPORTARE			22.434,36

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			22.434,36
		di consistenza S3 - consistenza semi fluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm, compreso la preparazione dei cubetti, il conferimento in laboratorio per le prove dei materiali, la vibratura dei getti, la lisciatura delle facce apparenti con malta di cemento puro ed ogni altro onere occorrente per dare il conglomerato in sito ed il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte, esclusa l'eventuale aggiunta di altri additivi, da computarsi ove necessari ed escluse le casseforme e le barre di armatura. per opere in elevazione per lavori stradali C28/35			
		Elevazione muro			
		- 1° tratto ml. 16.00 x (0.30+0.40)/2 x 3.00	16,80		
		- 2° tratto ml. 14.70 x (0.30+0.40)/2 x 3.00	15,44		
		- 3° tratto ml. 10.80 x (0.30+0.40)/2 x 3.00	11,34		
		- 4° tratto ml. 12.00 x (0.30+0.40)/2 x (3.00+2.50)/2	11,55		
		- Tratto iniziale ml. 3.50 x (0.30+0.40)/2 x 3.00	3,68		
		Elevazione muro a gravità ml. 22.00 x ((0.40+0.60)/2 + (0.35+0.51)/2)/2 x (2.20+1.50)/2	18,93		
		SOMMANO m³ =	77,74	208,16	16.182,36
9		SIC24_3.2.1.2 Acciaio in barre a aderenza migliorata Classi B450 C o B450 A controllato in stabilimento, in barre di qualsiasi diametro, per lavori in cemento armato, dato in opera compreso l'onere delle piegature, il filo della legatura, le eventuali saldature per giunzioni, lo sfrido e tutto quanto altro occorre per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte, compreso l'onere per la formazione dei provini ed il conferimento in laboratorio per le prove dei materiali. per strutture in calcestruzzo armato escluse quelle intelaiate			
		Quantità desunta da D.D.T. n. 74 del 31/03/2026 dell'ALBA.FER SRLS Kg. 3529	3.529,00		
		Quantità desunta da D.D.T. n. 78 del 14/04/2026 dell'ALBA.FER SRLS Kg. 3480	3.480,00		
		Muro 4° tratto e tratto iniziale Kg. (600.00+2000.00)	2.600,00		
		SOMMANO kg =	9.609,00	2,71	26.040,39
10		SIC24_3.2.3 Casseforme per getti di conglomerati semplici o armati, di qualsiasi forma e dimensione, escluse le strutture intelaiate in cemento armato e le strutture speciali, realizzate con legname o con pannelli di lamiera monolitica d'acciaio rinforzati, di idoneo spessore, compresi piantane (o travi), morsetti a ganascia, morsetti tendifilo e tenditori, cunei bloccaggio, compreso altresì ogni altro onere e magistero per controventatura, disarmo, pulitura e accatastamento del materiale, il tutto eseguito a perfetta regola d'arte, misurate per la superficie dei			
		A RIPORTARE			64.657,11

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			64.657,11
		casseri a contatto dei conglomerati.			
		1° tratto			
		Fondazione muro			
		- anteriore			
		ml. 15.00 x 0.40	6,00		
		- tappi			
		2 x ml. 1.90 x 0.40	1,52		
		Elevazione muro			
		- anteriore			
		ml. 15.50 x 3.00	46,50		
		- posteriore			
		ml. 16.00 x 3.00	48,00		
		- tappi			
		2 x ml. (0.30+0.40)/2 x 3.00	2,10		
		2° tratto			
		Fondazione muro			
		- anteriore			
		ml. 14.70 x 0.40	5,88		
		- tappi			
		ml. 1.90 x 0.40	0,76		
		Elevazione muro			
		- anteriore e posteriore			
		2 x ml. 14.70 x 3.00	88,20		
		- tappi			
		ml. (0.30+0.40)/2 x 3.00	1,05		
		3° tratto			
		Fondazione muro			
		- anteriore			
		ml. 10.80 x 0.40	4,32		
		- tappi			
		ml. 1.90 x 0.40	0,76		
		Elevazione muro			
		- anteriore e posteriore			
		2 x ml. 10.40 x 3.00	62,40		
		- tappi			
		ml. (0.30+0.40)/2 x 3.00	1,05		
		4° tratto			
		Fondazione muro			
		- anteriore			
		ml. 12.00 x 0.40	4,80		
		- tappi			
		ml. 1.90 x 0.40	0,76		
		Elevazione muro			
		- anteriore e posteriore			
		2 x ml. 12.00 x (3.00+2.50)/2	66,00		
		- tappi			
		ml. (0.30+0.40)/2 x 2.50	0,88		
		Tratto iniziale			
		Fondazione muro			
		A RIPORTARE	340,98		64.657,11

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO	340,98		64.657,11
		ml. 3.50 x 0.40	1,40		
		Elevazione muro 2 x ml. 3.50 x 3.00	21,00		
		Muro a gravità Fondazione muro ml. 22.00 x (0.45+0.40)/2	9,35		
		- tappi ml. 1.11 x 0.40	0,44		
		Elevazione muro 2 x ml. 22.00 x (2.20+1.50)/2	81,40		
		- tappi ml. (0.35+0.51)/2 x 1.50	0,65		
		SOMMANO m ² =	455,22	44,58	20.293,71
11		NP.4 - SIC24_19.10.1.3 Fornitura e posa in opera di tubi di drenaggio in barre o in rotoli in polietilene ad alta densità microfessurati per la captazione ed evacuazione di acqua presente nel sottosuolo, e per la captazione ed evacuazione del percolato in discarica, il tubo sarà costituito da due strutture distinte e solidali, di cui la parte esterna corrugata in modo da conferire una maggiore resistenza alla compressione mentre la parte interna liscia con un bassissimo indice di scabrezza per una veloce evacuazione del liquido captato. Il tubo dovrà avere sulla circonferenza non meno di 3 fori, corrispondenti ad almeno 240 per metro di tubo, i fori avranno uno spessore di almeno 2 mm con una superficie di captazione non inferiore a 31 cm ² /m, la resistenza allo schiacciamento (EN 50086 -2 - 4) con una riduzione del diametro interno inferiore al 5% dovrà essere di almeno 450 N, completi di manicotto di giunzione. E' compreso e compensato nel prezzo tutto quanto occorre per dare il materiale collocato in opera a perfetta regola d'arte. per un diametro esterno di 160 mm			
		A tergo muri ml. 80.00	80,00		
		SOMMANO m =	80,00	18,63	1.490,40
12		SIC24_6.1.2.1 Fondazione stradale eseguita con misto granulometrico avente dimensione massima degli elementi non superiore a 40 mm, passante a 2 mm compreso tra il 20% ed il 40%, passante al setaccio 0,075 mm compreso tra il 4% ed il 10%, granulometria ben assortita, esente da materiale argilloso con l'onere dell'eventuale inumidimento per il raggiungimento dell'umidità ottima e del costipamento fino a raggiungere il 95% della densità AASHO modificata, nonché ogni altro onere occorrente per dare il lavoro completo ed eseguito a perfetta regola d'arte. Misurato a spessore finito dopo costipamento e per distanza dalle cave di prestito fino a 5 km. per strade in ambito extraurbano			
		A tergo muro per ricoprimento tubo di drenaggio ml. 80.00 x 0.50 x 0.50	20,00		
		a detrarre ingombro tubazione -80.00x0.08x0.08x3.15	-1,61		
		Per realizzazione cassetto stradale ml. 33.20 x (5.00+2.00)/2 x 0.20	23,24		
		ml. 23.00 x 2.00 x 0.20	9,20		
		A RIPORTARE	50,83		86.441,22

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO	50,83		86.441,22
		ml. 22.00 x 2.00 x 0.20	8,80		
		SOMMANO m ³ =	59,63	36,03	2.148,47
13		SIC24_2.3.1.1 Vespaio di pietrame calcareo, lavico o arenario forte, da utilizzarsi per sottopavimentazione, collocato con mezzo meccanico e formato con pietrame idoneamente disposto od altro materiale a scelta della D.L., compreso quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. con materiali provenienti da cava			
		Drenaggio a tergo muri			
		ml. 45.00 x 0.50 x 2.00	45,00		
		ml. 12.00 x 0.50 x (2.00+1.20)/2	9,60		
		ml. 22.00 x (0.50+0.30)/2 x (1.20+0.50)/2	7,48		
		SOMMANO m ³ =	62,08	73,82	4.582,75
14		SIC24_6.1.4.1 Conglomerato bituminoso per strato di base, di pavimentazioni stradali in ambito extraurbano (strade di categoria A, B, C, D e F extraurbana del CdS), in ambito urbano (strade di categoria E e F urbana del CdS), confezionato a caldo in centrale con bitume puro (del tipo 50/70 o 70/100 con IP compreso tra -1,2 e + 1,2) e aggregato lapideo proveniente dalla frantumazione di rocce di qualsiasi natura petrografica, purché rispondente ai requisiti di accettazione riportati nella tabella 3 traffico tipo M e P (extraurbana) e nella tabella 3 traffico tipo M (urbana), della norma C.N.R. B.U. n.° 139/1992. La granulometria dell'aggregato lapideo deve rientrare nel fuso granulometrico per strati di base previsto dal "Catalogo delle Pavimentazioni Stradali" CNR 1993. La percentuale di bitume sarà compresa all'incirca tra il 3,5 - 4,5 %. In ogni caso il dosaggio in bitume e l'assortimento granulometrico ottimali devono essere determinati mediante metodo Marshall. Nel corso dello studio Marshall la miscela ottimale dovrà presentare, le seguenti caratteristiche: Stabilità non inferiore a 1000 kg, Rigidezza non inferiore a 300 kg/mm e vuoti residui sui campioni compresi tra 4 e 7 %. Il prezzo di applicazione prevede la preparazione della superficie di stesa, la predisposizione dei giunti di strisciata e lo spandimento di mano di ancoraggio con emulsione bituminosa cationica a lenta rottura (con dosaggio di bitume non inferiore a 0,55 kg/m ²), la stesa del conglomerato mediante vibrofinitrice, le cui dimensioni minime permettano interventi in strade di larghezza non inferiore a 3 m, ed il costipamento dello stesso con rullo tandem vibrante, fino a dare lo strato finito a perfetta regola d'arte, privo di sgranamenti e difetti visivi dovuti a segregazione degli inerti, ben regolare (scostamenti della superficie rispetto al regolo di 4 m inferiori a 1,0 cm in qualsiasi direzione). La densità in opera dovrà risultare non inferiore al 98% di quella determinata nello studio Marshall. per strade in ambito extraurbano - per ogni m ² e per ogni cm di spessore			
		Allargamento sede stradale			
		ml. 33.20 x (5.00+2.00)/2 x cm. 6	697,20		
		ml. 23.00 x 2.00 x cm. 6	276,00		
		ml. 22.00 x 2.00 x cm. 6	264,00		
		Per rialzo quota strada esistente			
		ml. 20.00 x 2.00 x cm. 10	400,00		
		SOMMANO m ² x cm =	1.637,20	2,42	3.962,02
15		SIC24_6.1.6.1 Conglomerato bituminoso chiuso per strato di usura di pavimentazioni			
		A RIPORTARE			97.134,46

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			97.134,46
		<p>stradali in ambito extraurbano (strade di categoria A, B, C, D e F extraurbana del CdS), in ambito urbano (strade di categoria E e F urbana del CdS), confezionato a caldo in centrale con bitume puro (del tipo 50/70 o 70/100 con IP compreso tra -1,2 e + 1,2) e aggregato lapideo proveniente dalla frantumazione di rocce di qualsiasi natura petrografica, purché rispondente ai requisiti di accettazione riportati nella tabella 6 traffico tipo M e P (extraurbana) e nella tabella 6 traffico tipo L (urbana), della norma C.N.R. B.U. n.° 139/1992. La granulometria dell'aggregato lapideo deve rientrare nel fuso granulometrico per strati di usura previsto dal "Catalogo delle Pavimentazioni Stradali" CNR 1993. La percentuale di bitume sarà compresa all'incirca tra il 5,5 - 6 %. In ogni caso il dosaggio in bitume e l'assortimento granulometrico ottimali devono essere determinati mediante metodo Marshall. Nel caso di studio Marshall la miscela ottimale dovrà presentare, le seguenti caratteristiche: stabilità non inferiore a 1000 kg, rigidità non inferiore a 300 kg/mm e vuoti residui sui campioni compresi tra 3 e 6 %. Il prezzo di applicazione prevede la preparazione della superficie di stesa, la predisposizione dei giunti di strisciata e lo spandimento di mano di ancoraggio con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (dosaggio di bitume residuo pari a 0,30-0,35 kg/m²), la stesa del conglomerato mediante vibrofinitrice, le cui dimensioni minime permettano interventi in strade di larghezza non inferiore a 3 m, ed il costipamento dello stesso con rullo tandem vibrante, fino a dare lo strato finito a perfetta regola d'arte, privo di sgranamenti e difetti visivi dovuti a segregazione degli inerti, ben regolare (scostamenti della superficie rispetto al regolo di 4 m inferiori a 1,0 cm in qualsiasi direzione per le strade extraurbane) (scostamenti della superficie rispetto al regolo di 4 m inferiori a 0,5 cm in qualsiasi direzione per le strade urbane). La densità in opera dovrà risultare non inferiore al 97% di quella determinata nello studio Marshall.</p> <p>per strade in ambito extraurbano - per ogni m² e per ogni cm di spessore</p> <p style="text-align: center;">Allargamento sede stradale</p> <p style="padding-left: 20px;">ml. 33.20 x (5.00+2.00)/2 x cm. 3</p> <p style="padding-left: 20px;">ml. 23.00 x 2.00 x cm. 3</p> <p style="padding-left: 20px;">ml. 22.00 x 2.00 x cm. 3</p> <p style="text-align: right;">SOMMANO m² x cm =</p>			
			348,60		
			138,00		
			132,00		
			618,60	3,42	2.115,61
16		<p>SIC24_6.4.3</p> <p>Fornitura e posa in opera di caditoia stradale in conglomerato cementizio delle dimensioni di 80x50x80 cm a doppio scomparto con chiusura idraulica, compreso il massetto di posa in conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm, escluso scavo, telaio e griglia in ghisa da compensarsi a parte.</p> <p style="text-align: center;">n° 5</p> <p style="text-align: right;">SOMMANO cad =</p>			
			5,00		
			5,00	224,13	1.120,65
17		<p>SIC24_6.4.6.2</p> <p>Fornitura e posa in opera di griglia continua in ghisa sferoidale: costruita secondo le norme UNI EN 124, asole ad ampio deflusso disposte su due file, marchiata a rilievo con norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (C250/D400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione;</p> <p>sistema di fissaggio degli elementi consecutivi su longheroni a sezione t o profili L 30x30x3 mm compresi nel prezzo, compreso le opere murarie ed ogni altro onere per dare l'opera finita a regola d'arte.</p> <p>classe D 400 (carico di rottura 400 kN)</p> <p style="text-align: center;">Kg. 225.00</p> <p style="text-align: center;">A RIPORTARE</p>			
			225,00		
			225,00		100.370,72

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO	225,00		100.370,72
		SOMMANO kg =	225,00	9,47	2.130,75
18		SIC24_13.3.9.3 Fornitura, trasporto e posa in opera di tubazioni, per scarichi, in Pead o PP strutturato a doppia parete, interna liscia ed esterna corrugata, non in pressione, interrati, con classe di rigidità anulare SN 8 kN/m ² , con giunti a bicchiere e guarnizione elastomerica. I tubi dovranno recare le marcature previste dal pr. EN 13476, dovrà essere assicurata la tenuta idraulica del sistema di giunzione collaudata a 0,5 bar in pressione e 0,3 bar in depressione (EN 1277), compresi la fornitura dei materiali per le giunzioni e l'esecuzione delle medesime, i tagli e gli sfridi, l'esecuzione delle prove idrauliche nonché ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte, escluso la formazione del letto di posa e del rinfiacco con materiale idoneo da compensarsi a parte. D esterno di 250 mm - D interno di 217 mm			
		ml. 21.00	21,00		
		SOMMANO m =	21,00	47,68	1.001,28
19		B.4.13 Recinzione di superfici investite a colture di pregio (frutteti, vigneti, ortalzie, ecc) realizzata con paliin ferro o prefabbricati in cemento, dell'altezza fuori terra di m. 2.00.			
		ml. 81.173	81,1730		
		SOMMANO m =	81,1730	27,00	2.191,67
20		NP.5 - SIC24_20.11.1 Resistenza a compressione su provini cubici (15x15x15 cm o 16x16x16 cm) e cilindrici. Prova da eseguirsi su 2 provini. UNI EN 12390-3/2009. - per ogni coppia di provini			
		Fondazione muro armato n° 5	5,00		
		Elevazione muro armato n° 5	5,00		
		Fondazione muro a gravità n° 2	2,00		
		Elevazione muro a gravità n° 2	2,00		
		SOMMANO cad =	14,00	29,57	413,98
21		NP.6 - SIC24_20.14.1 Prova di trazione con determinazione di snervamento, rottura, allungamento. (Per ogni terna di provini). UNI EN ISO 6892-1/2009; D.M. 17/01/2018. - per ogni prova			
		n° 15	15,00		
		SOMMANO cad =	15,00	77,61	1.164,15
		1) Totale			107.272,55
		1) Totale LAVORI A MISURA 2)			107.272,55
		A RIPORTARE			107.272,55

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			107.272,55
		ONERI PER LA SICUREZZA			
22		<p>NP.7 - SIC24_26.1.26 Recinzione perimetrale di protezione in rete estrusa di polietilene ad alta densità HDPE di vari colori a maglia ovoidale, fornita e posta in opera di altezza non inferiore a m 1,20. Sono compresi: l'uso per tutta la durata dei lavori al fine di assicurare una gestione del cantiere in sicurezza; il tondo di ferro, del diametro minimo di mm 14, di sostegno posto ad interasse massimo di m 1,50; l'infissione nel terreno per un profondità non inferiore a cm 50 del tondo di ferro; le legature per ogni tondo di ferro con filo zincato del diametro minimo di mm 1,4 posto alla base, in mezzeria ed in sommità dei tondi di ferro, passato sulle maglie della rete al fine di garantirne, nel tempo, la stabilità e la funzione; tappo di protezione in PVC "fungo" inserita all'estremità superiore del tondo di ferro; la manutenzione per tutto il periodo di durata dei lavori, sostituendo, o riparando le parti non più idonee; compreso lo smantellamento, l'accatastamento e l'allontanamento a fine lavori. tutti i materiali costituenti la recinzione sono e restano di proprietà dell'impresa. Misurata a metro quadrato di rete posta in opera, per l'intera durata dei lavori.</p> <p style="text-align: center;">Recinzione di cantiere lato monte ml. 80.00 x 1.20</p>	96,00		
		SOMMANO m² =	96,00	13,70	1.315,20
23		<p>NP.8 - SIC24_26.1.29 Recinzione provvisionale modulare da cantiere alta cm 200, realizzata in pannelli con tamponatura in rete elettrosaldata zincata a maglia rettangolare fissata perimetralmente ad un telaio in profilato metallico anch'esso zincato e sostenuti al piede da elementi prefabbricati in calcestruzzo a colore naturale o plasticato, ancorato alla pavimentazione esistente mediante tasselli e/o monconi inclusi nel prezzo. Nel prezzo sono altresì comprese eventuali controventature, il montaggio ed il successivo smontaggio. Valutata al metro quadrato per tutta la durata dei lavori.</p> <p style="text-align: center;">Recinzione di cantiere lato strada ml. 30.00 x 2.00</p>	60,00		
		SOMMANO m² =	60,00	19,61	1.176,60
24		<p>NP.9 - SIC24_26.7.1.1 Locale igienico costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, collegato alla messa a terra ed i relativi impianti esterni di adduzione e scarico, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. Il locale delle dimensioni approssimative di m 1,20x2,20x2,40, sarà corredato di una doccia, un lavabo con rubinetti per acqua calda e fredda e di un WC completo di cassetta di cacciata. - Uno per ogni 10 addetti. per il primo mese d'impiego</p> <p style="text-align: center;">Mese di Marzo n° 1</p>	1,00		
		SOMMANO cad =	1,00	451,57	451,57
		A RIPORTARE			110.215,92

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			110.215,92
25		<p>NP.10 - SIC24_26.7.1.2 Locale igienico costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, collegato alla messa a terra ed i relativi impianti esterni di adduzione e scarico, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. Il locale delle dimensioni approssimative di m 1,20x2,20x2,40, sarà corredato di una doccia, un lavabo con rubinetti per acqua calda e fredda e di un WC completo di cassetta di cacciata. - Uno per ogni 10 addetti. per ogni mese successivo al primo</p> <p style="text-align: center;">Mese di Aprile e Maggio n° 2</p>	2,00		
		SOMMANO cad =	2,00	148,89	297,78
26		<p>NP.11 - SIC24_26.7.2.1 Locale spogliatoio delle dimensioni approssimative di m 4,00x2,20x2,40, costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico, di adeguati armadietti e panche, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, la messa a terra e relativi impianti esterni di adduzione, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. - Uno per ogni 10 addetti. per il primo mese d'impiego</p> <p style="text-align: center;">Mese di Marzo n° 1</p>	1,00		
		SOMMANO cad =	1,00	566,63	566,63
27		<p>NP.12 - SIC24_26.7.2.2 Locale spogliatoio delle dimensioni approssimative di m 4,00x2,20x2,40, costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico, di adeguati armadietti e panche, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, la messa a terra e relativi impianti esterni di adduzione, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. - Uno per ogni 10 addetti. per ogni mese successivo al primo</p> <p style="text-align: center;">Mese di Aprile e Maggio n° 2</p>	2,00		
		SOMMANO cad =	2,00	263,95	527,90
28		<p>SIC24_26.1.23 Sbatacchiatura degli scavi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, mediante formazione di armatura verticale e/o sub verticale di sostegno delle pareti di larghezza e profondità massima fino a 3 m idonea ad impedire il franamento delle pareti dello stesso, costituita da montanti laterali in legno di abete di sezione minima 12x12 cm ad interasse non superiore a 60 cm tavole e pannelli di abete multistrato, opportunamente contrastati con puntelli o vitoni, dimensionati in relazione alla natura del terreno, alla consistenza ed alla spinta delle terre. L'armatura di protezione deve emergere dal bordo dello scavo almeno cm 30. Sono compresi: l'uso per la durata delle fasi di lavoro che lo richiedono al fine di garantire la sicurezza dei lavoratori; il montaggio e lo smontaggio; gli oneri per la graduale progressione dell'armatura di pari passo con</p>			
		A RIPORTARE			111.608,23

N°	N.E.P.	DESCRIZIONE	Quantita'	Prezzo Unit.	Importo
		RIPORTO			111.608,23
		l'avanzamento dello scavo; i controlli periodici; l'accatastamento e lo smaltimento a fine opera del materiale. La misurazione verrà effettuata a metro quadrato in proiezione verticale di una sola parete dello scavo, intendendo così comprese tutte le altre pareti per l'intero sviluppo dello scavo.			
		Protezione scavo muro			
		ml. 31.31 x 3.00	93,93		
		ml. 11.00 x (3.00+2.20)/2	28,60		
		SOMMANO m ² =	122,53	33,99	4.164,79
		1) Totale			8.500,47
		2) Totale ONERI PER LA SICUREZZA			8.500,47
		A RIPORTARE			115.773,02

RIEPILOGO CAPITOLI	Pag.	Importo Paragr.	Importo subCap.	IMPORTO
LAVORI A MISURA	1			107.272,55
ONERI PER LA SICUREZZA	11			8.500,47
Sommano i lavori			€	115.773,02
Oneri speciali di sicurezza, già inclusi nei lavori (7,342358% sui lavori)			8.500,47	
a detrarre			8.500,47	€ 8.500,47
Per ribasso d'asta del 3,211% su euro 107.272,55= € 3.444,52			€	3.444,52
Importo complessivo dei lavori al netto			€	112.328,50
SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE				
Imprevisti				
Spese tecniche per progettazione				
Spese tecniche per incentivi art. 45 D.LGS 36/2023 e ss.mm.ii. (80% del 2,00% dell'importo lordo dei lavori)			1.852,37	
Contributo ANAC			35,00	
Espropriazioni e terreni			1.500,00	
Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale				
IVA sui lavori			24.712,27	
IVA su imprevisti				
IVA su spese progettazione				
IVA su Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale				
Ribasso d'asta			3.444,52	
Economie			3.444,52	
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE			34.988,68	34.988,68
IMPORTO COMPLESSIVO			€	147.317,18

Naso, li

IL DIRETTORE DEI LAVORI



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. – Relazione generale
- Tav. 1 – Inquadramento
- Tav. 2 – Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. – Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. –. Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3– Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 – Particolari costruttivi
- Elab. – Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. – Computo Metrico
- Elab.– Quadro economico
- Elab. – CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

COMUNE DI NASO

Città Metropolitana di MESSINA

**PERIZIA DI VARIAZIONI ESECUTIVE AL
PROGETTO ESECUTIVO**

ELENCO NUOVI PREZZI

OGGETTO

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli - Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a confine con Capo d'Orlando.-

CUP: F75F24000280001

CIG: B9F997A9A6

COMMITTENTE

COMUNE DI NASO (ME)

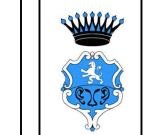
N.E.P.	Codice Art.	DESCRIZIONE	Unità Mis.	Prezzo Unit
Voci Finite senza Analisi				
NP.1	NP.1 - SIC24_1.6.1.2	Taglio manuale di alberi mediante motosega, compreso il carico su automezzo del fusto e dei rami e lo stoccaggio nell'ambito del cantiere fino alla distanza di m 1.000. Incluso nel prezzo la rimozione delle ceppaie la cui dimensione non supera i 0,5 m ³ . L'individuazione e la tipologia delle piante da tagliare dovrà essere preventivamente concordata in contraddittorio tra la D.L. e l'impresa. per piante del diametro del fusto, misurato ad un metro dal colletto, da cm 15,01 a cm 30	€/cadauno	82,43
		EURO OTTANTADUE/43		
NP.2	NP.2 - SIC24_1.6.2	Rimozione ed asportazione di ceppaie di piante con l'utilizzo di mezzo meccanico, del volume da 0,5 a 1,50 m ³ , compreso lo scavo, il taglio delle radici, il sollevamento, il carico su autocarro e lo stoccaggio nell'ambito del cantiere fino alla distanza di m 1000. L'individuazione e la tipologia delle ceppaie da asportare dovrà essere preventivamente concordata in contraddittorio tra la D.L. e l'impresa. - per ogni ceppaia	€/cadauno	228,15
		EURO DUECENTOVENTIOTTO/15		
NP.3	NP.3 - SIC24_3.1.1.1	Conglomerato cementizio per strutture non armate o debolmente armate, compreso la preparazione dei cubetti, il conferimento in laboratorio per le prove dei materiali, la vibratura dei getti, la lisciatura delle facce apparenti con malta di cemento puro ed ogni altro onere occorrente per dare il conglomerato in sito ed il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte, esclusa l'eventuale aggiunta di altri additivi, da computarsi ove necessari ed escluse le casseforme e le barre di armatura. per opere in fondazione con C 8/10	€/metro cubo	186,72
		EURO CENTOOTTANTASEI/72		
NP.4	NP.4 - SIC24_19.10.1.3	Fornitura e posa in opera di tubi di drenaggio in barre o in rotoli in polietilene ad alta densità microfessurati per la captazione ed evacuazione di acqua presente nel sottosuolo, e per la captazione ed evacuazione del percolato in discarica, il tubo sarà costituito da due strutture distinte e solidali, di cui la parte esterna corrugata in modo da conferire una maggiore resistenza alla compressione mentre la parte interna liscia con un bassissimo indice di scabrezza per una veloce evacuazione del liquido captato. Il tubo dovrà avere sulla circonferenza non meno di 3 fori, corrispondenti ad almeno 240 per metro di tubo, i fori avranno uno spessore di almeno 2 mm con una superficie di captazione non inferiore a 31 cm ² /m, la resistenza allo schiacciamento (EN 50086 -2 - 4) con una riduzione del diametro interno inferiore al 5% dovrà essere di almeno 450 N, completi di manicotto di giunzione. E' compreso e compensato nel prezzo tutto quanto occorre per dare il materiale collocato in opera a perfetta regola d'arte. per un diametro esterno di 160 mm	€/metro	18,63
		EURO DICIOOTTO/63		
NP.5	NP.5 - SIC24_20.11.1	Resistenza a compressione su provini cubici (15x15x15 cm o 16x16x16 cm) e cilindrici. Prova da eseguirsi su 2 provini. UNI EN 12390-3/2009. - per ogni coppia di provini	€/cadauno	29,57
		EURO VENTINOVE/57		
NP.6	NP.6 - SIC24_20.14.1	Prova di trazione con determinazione di snervamento, rottura, allungamento.(Per ogni terna di provini). UNI EN ISO 6892-1/2009; D.M. 17/01/2018. - per ogni prova	€/cadauno	77,61
		EURO SETTANTASETTE/61		

N.E.P.	Codice Art.	DESCRIZIONE	Unità Mis.	Prezzo Unit
NP.7	NP.7 - SIC24_26.1.26	<p>Oneri Sicurezza</p> <p>Recinzione perimetrale di protezione in rete estrusa di polietilene ad alta densità HDPE di vari colori a maglia ovoidale, fornita e posta in opera di altezza non inferiore a m 1,20. Sono compresi: l'uso per tutta la durata dei lavori al fine di assicurare una gestione del cantiere in sicurezza; il tondo di ferro, del diametro minimo di mm 14, di sostegno posto ad interasse massimo di m 1,50; l'infissione nel terreno per un profondità non inferiore a cm 50 del tondo di ferro; le legature per ogni tondo di ferro con filo zincato del diametro minimo di mm 1,4 posto alla base, in mezzeria ed in sommità dei tondi di ferro, passato sulle maglie della rete al fine di garantirne, nel tempo, la stabilità e la funzione; tappo di protezione in PVC "fungo" inserita all'estremità superiore del tondo di ferro; la manutenzione per tutto il periodo di durata dei lavori, sostituendo, o riparando le parti non più idonee; compreso lo smantellamento, l'accatastamento e l'allontanamento a fine lavori. tutti i materiali costituenti la recinzione sono e restano di proprietà dell'impresa. Misurata a metro quadrato di rete posta in opera, per l'intera durata dei lavori.</p>	€/metro quadrato	13,70
NP.8	NP.8 - SIC24_26.1.29	<p>Recinzione provvisoria modulare da cantiere alta cm 200, realizzata in pannelli con tamponatura in rete elettrosaldata zincata a maglia rettangolare fissata perimetralmente ad un telaio in profilato metallico anch'esso zincato e sostenuti al piede da elementi prefabbricati in calcestruzzo a colore naturale o plastificato, ancorato alla pavimentazione esistente mediante tasselli e/o monconi inclusi nel prezzo. Nel prezzo sono altresì comprese eventuali controventature, il montaggio ed il successivo smontaggio. Valutata al metro quadrato per tutta la durata dei lavori.</p>	€/metro quadrato	19,61
NP.9	NP.9 - SIC24_26.7.1.1	<p>Locale igienico costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, collegato alla messa a terra ed i relativi impianti esterni di adduzione e scarico, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. Il locale delle dimensioni approssimative di m 1,20x2,20x2,40, sarà corredato di una doccia, un lavabo con rubinetti per acqua calda e fredda e di un WC completo di cassetta di cacciata. - Uno per ogni 10 addetti. per il primo mese d'impiego</p>	€/cadauno	451,57
NP.10	NP.10 - SIC24_26.7.1.2	<p>Locale igienico costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, collegato alla messa a terra ed i relativi impianti esterni di adduzione e scarico, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. Il locale delle dimensioni approssimative di m 1,20x2,20x2,40, sarà corredato di una doccia, un lavabo con rubinetti per acqua calda e fredda e di un WC completo di cassetta di cacciata. - Uno per ogni 10 addetti. per ogni mese successivo al primo</p>	€/cadauno	148,89
NP.11	NP.11 - SIC24_26.7.2.1	<p>Locale spogliatoio delle dimensioni approssimative di m 4,00x2,20x2,40, costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico, di adeguati armadietti e panche, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, la messa a terra e relativi impianti esterni di adduzione, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia.</p>		

N.E.P.	Codice Art.	DESCRIZIONE	Unità Mis.	Prezzo Unit
NP.12	NP.12 - SIC24_26.7.2.2	<p>- Uno per ogni 10 addetti. per il primo mese d'impiego</p> <p style="text-align: right;">EURO CINQUECENTOESSANTASEI/63</p> <p>Locale spogliatoio delle dimensioni approssimative di m 4,00x2,20x2,40, costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico, di adeguati armadietti e panche, compreso: il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per il magazzino, la messa a terra e relativi impianti esterni di adduzione, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia.</p> <p>- Uno per ogni 10 addetti. per ogni mese successivo al primo</p> <p style="text-align: right;">EURO DUECENTOESSANTATRE/95</p> <p style="text-align: center;">Naso, li</p> <p style="text-align: center;">IL DIRETTORE DEI LAVORI</p>	€/cadauno	566,63
			€/cadauno	263,95



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. - Relazione generale
- Tav. 1 - Inquadramento
- Tav. 2 - Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. - Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. - Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3- Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 - Particolari costruttivi
- Elab. - Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. - Computo Metrico
- Elab.- Quadro economico
- Elab. - CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:
UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

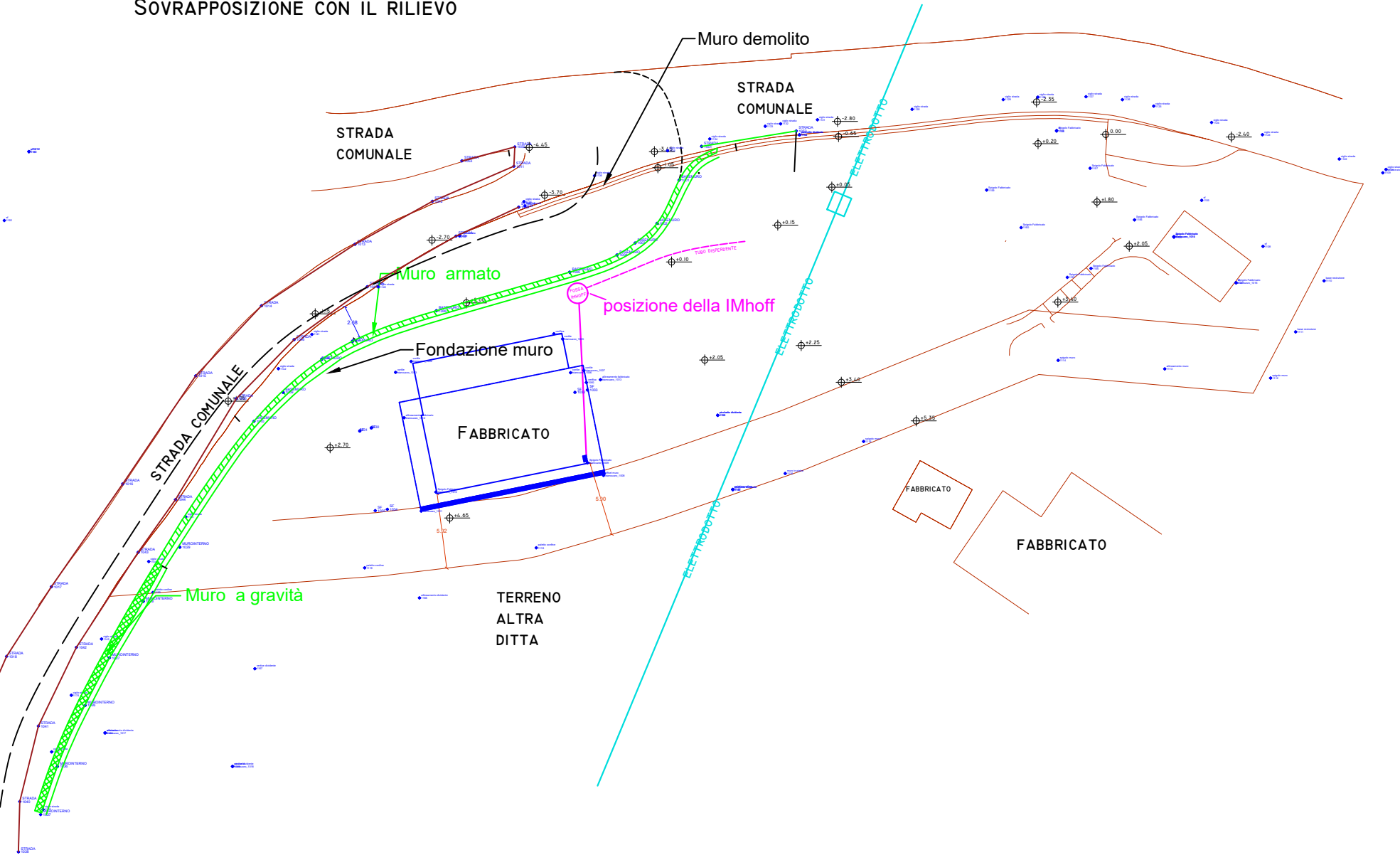
Il R.U.P.:
UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:
f.to Dott. Gaetano Nani

Planimetria stato di progetto

PLANIMETRIA DI PROGETTO (VARIAZIONE ESECUTIVA)

SOVRAPPOSIZIONE CON IL RILIEVO





REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. – Relazione generale
- Tav. 1 – Inquadramento
- Tav. 2 – Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. – Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. –. Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3– Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 – Particolari costruttivi
- Elab. – Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. – Computo Metrico
- Elab.– Quadro economico
- Elab. – CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

COMUNE DI NASO

Città Metropolitana di MESSINA

**PERIZIA DI VARIAZIONI ESECUTIVE AL
PROGETTO ESECUTIVO**

QUADRO COMPARATIVO

OGGETTO

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli - Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a confine con Capo d'Orlando.-

CUP: F75F24000280001

CIG: B9F997A9A6

COMMITTENTE

COMUNE DI NASO (ME)

Pag.1					Progetto Originario		Perizia N°1		DISCOSTAMENTI	
N° Pr.	N° E.P.	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Unita' di Misura	Prezzo Unitario (a)	Quantita' (b)	Importo (c)	Quantita' (d)	Importo (e)	IMPORTI	
									IN PIU' (e-c)	IN MENO (c-e)
1		AP1 Accesso in discarica	m³	22,87	7,20	164,66	=====	=====	=====	164,66
2		B.4.13 Recinzione di superfici investite a colture di pregio (frutteti, vigneti, ortalizie, ecc) realizzata con pali in ferro o prefabbricati in cemento, dell'altezza fuori terra di m. 2.00.	m	27,00	50,0000	1.350,00	81,1730	2.191,67	841,67	=====
3		NP.1 - SIC24_1.6.1.2 Taglio manuale di alberi mediante motosega, compreso il carico su automezzo del fusto e dei rami e lo stoccaggio nell'ambito del cantiere fino alla distanza di m 1.000. Incluso nel prezzo la per pian	cad	82,43	=====	=====	5,00	412,15	412,15	=====
4		NP.2 - SIC24_1.6.2 Rimozione ed asportazione di ceppaie di piante con l'utilizzo di mezzo meccanico, del volume da 0,5 a 1,50 m³, compreso lo scavo, il taglio delle radici, il sollevamento, il carico su autocarro e lo	cad	228,15	=====	=====	5,00	1.140,75	1.140,75	=====
5		NP.3 - SIC24_3.1.1.1 Conglomerato cementizio per strutture non armate o debolmente armate, compreso la preparazione dei cubetti, il conferimento in laboratorio per le prove dei materiali, la vibratura dei getti, la per	m³	186,72	=====	=====	14,37	2.683,17	2.683,17	=====
6		NP.4 - SIC24_19.10.1.3 Fornitura e posa in opera di tubi di drenaggio in barre o in rotoli in polietilene ad alta densità microfessurati per la captazione ed evacuazione di acqua presente nel sottosuolo, e per la per un di	m	18,63	=====	=====	80,00	1.490,40	1.490,40	=====
7		NP.5 - SIC24_20.11.1 Resistenza a compressione su provini cubici (15x15x15 cm o 16x16x16 cm) e cilindrici. Prova da eseguirsi su 2 provini. UNI EN 12390-3/2009. - per ogni coppia di provini	cad	29,57	=====	=====	14,00	413,98	413,98	=====
8		NP.6 - SIC24_20.14.1 Prova di trazione con determinazione di snervamento, rottura, allungamento. (Per ogni terna di provini). UNI EN ISO 6892-1/2009; D.M. 17/01/2018. - per ogni prova	cad	77,61	=====	=====	15,00	1.164,15	1.164,15	=====
9		NP.7 - SIC24_26.1.26 Recinzione perimetrale di protezione in rete estrusa di polietilene ad alta densità HDPE di vari colori a maglia ovoidale, fornita e posta in opera di altezza non inferiore a m 1,20. Sono compresi	m²	13,70	=====	=====	96,00	1.315,20	1.315,20	=====
10		NP.8 - SIC24_26.1.29 Recinzione provvisoria modulare da cantiere alta cm 200, realizzata in pannelli con tamponatura in rete elettrosaldata zincata a maglia rettangolare fissata perimetralmente ad un telaio in	m²	19,61	=====	=====	60,00	1.176,60	1.176,60	=====
		A RIPORTARE				1.514,66		11.988,07	10.638,07	164,66

Pag.2					Progetto Originario		Perizia N°1		DISCOSTAMENTI	
N° Pr.	N° E.P.	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Unita' di Misura	Prezzo Unitario (a)	Quantita'	Importo	Quantita'	Importo	IMPORTI	
					(b)	(c)	(d)	(e)	IN PIU' (e-c)	IN MENO (c-e)
		RIPORTO				1.514,66		11.988,07	10.638,07	164,66
11		NP.9 - SIC24_26.7.1.1 Locale igienico costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico per il p	cad	451,57			1,00	451,57	451,57	
12		NP.10 - SIC24_26.7.1.2 Locale igienico costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico per ogni	cad	148,89			2,00	297,78	297,78	
13		NP.11 - SIC24_26.7.2.1 Locale spogliatoio delle dimensioni approssimative di m 4,00x2,20x2,40, costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico, di adeguati armadietti	cad	566,63			1,00	566,63	566,63	
14		NP.12 - SIC24_26.7.2.2 Locale spogliatoio delle dimensioni approssimative di m 4,00x2,20x2,40, costituito da un monoblocco prefabbricato, convenientemente coibentato, completo di impianto elettrico, di adeguati armadietti	cad	263,95			2,00	527,90	527,90	
15		SIC24_1.1.1.1 Scavo di sbancamento per qualsiasi finalità, per lavori da eseguirsi in ambito extraurbano, eseguito con mezzo meccanico, anche in presenza d'acqua con tirante non superiore a 20 cm, inclusi la in te	m³	5,33	851,25	4.537,16	645,74	3.441,79		1.095,37
16		SIC24_1.1.5.1 Scavo a sezione obbligata, per qualsiasi finalità, per lavori da eseguirsi in ambito extraurbano, eseguito con mezzo meccanico fino alla profondità di 2,00 m dal piano di sbancamento o, in mancanza	m³	6,05	35,00	211,75	119,96	725,76	514,01	
17		SIC24_1.2.5.1 trasporto di materie, provenienti da scavi - demolizioni, a rifiuto alle discariche del Comune in cui si eseguono i lavori o alla discarica del comprensorio di cui fa parte il Comune medesimo per mat	m³ x km	0,66	200,00	132,00				132,00
18		SIC24_1.3.6 Demolizione parziale o totale, per lavori stradali e simili, da eseguirsi con piccoli mezzi meccanici e/o a mano con piccole attrezzature, di manufatti in calcestruzzo semplice o armato di qualsiasi	m³	38,10	8,00	304,80	37,68	1.435,61	1.130,81	
19		SIC24_2.3.1.1 Vespajo di pietrame calcareo, lavico o arenario forte, da utilizzarsi per sottopavimentazione, collocato con mezzo meccanico e formato con pietrame idoneamente disposto od altro materiale a scelta								
		A RIPORTARE				6.700,37		19.435,11	14.126,77	1.392,03

Pag.3					Progetto Originario		Perizia N°1		DISCOSTAMENTI	
N° Pr.	N° E.P.	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Unita' di Misura	Prezzo Unitario (a)	Quantita'	Importo	Quantita'	Importo	IMPORTI	
					(b)	(c)	(d)	(e)	IN PIU' (e-c)	IN MENO (c-e)
		RIPORTO				6.700,37		19.435,11	14.126,77	1.392,03
			m³	73,82	35,50	2.620,61	62,08	4.582,75	1.962,14	=====
20		SIC24_3.1.2.6 Conglomerato cementizio per strutture in calcestruzzo armato in ambiente secco classe d'esposizione X0 (UNI 11104), in ambiente umido senza gelo classe d'esposizione XC1, XC2 (UNI 11104); classe P	m³	204,40	62,83	12.842,45	61,62	12.595,13	=====	247,32
21		SIC24_3.1.2.14 Conglomerato cementizio per strutture in calcestruzzo armato in ambiente secco classe d'esposizione X0 (UNI 11104), in ambiente umido senza gelo classe d'esposizione XC1, XC2 (UNI 11104); classe P	m³	208,16	78,08	16.253,13	77,74	16.182,36	=====	70,77
22		SIC24_3.2.1.2 Acciaio in barre a aderenza migliorata Classi B450 C o B450 A controllato in stabilimento, in barre di qualsiasi diametro, per lavori in cemento armato, dato in opera compreso l'onere delle piegature	kg	2,71	12.080,00	32.736,80	9.609,00	26.040,39	=====	6.696,41
23		SIC24_3.2.3 Casseforme per getti di conglomerati semplici o armati, di qualsiasi forma e dimensione, escluse le strutture intelaiate in cemento armato e le strutture speciali, realizzate con legname o con	m²	44,58	495,00	22.067,10	455,22	20.293,71	=====	1.773,39
24		SIC24_6.1.2.1 Fondazione stradale eseguita con misto granulometrico avente dimensione massima degli elementi non superiore a 40 mm, passante a 2 mm compreso tra il 20% ed il 40%, passante al setaccio 0,075 mm per	m³	36,03	21,15	762,03	59,63	2.148,47	1.386,44	=====
25		SIC24_6.1.4.1 Conglomerato bituminoso per strato di base, di pavimentazioni stradali in ambito extraurbano (strade di categoria A, B, C, D e F extraurbana del CdS), in ambito urbano (strade di categoria E e F per	m² x cm	2,42	1.974,00	4.777,08	1.637,20	3.962,02	=====	815,06
26		SIC24_6.1.6.1 Conglomerato bituminoso chiuso per strato di usura di pavimentazioni stradali in ambito extraurbano (strade di categoria A, B, C, D e F extraurbana del CdS), in ambito urbano (strade di categoria E e	m² x cm	3,42	987,00	3.375,54	618,60	2.115,61	=====	1.259,93
27		SIC24_6.4.3 Fornitura e posa in opera di caditoia stradale in conglomerato cementizio delle dimensioni di 80x50x80 cm a doppio scomparto con chiusura idraulica, compreso il massetto di posa in conglomerato	cad	224,13	10,00	2.241,30	5,00	1.120,65	=====	1.120,65
28		SIC24_6.4.6.2 Fornitura e posa in opera di griglia continua in ghisa sferoidale: costruita secondo le norme UNI EN 124, asole ad ampio deflusso disposte su due file, marchiata a								
		A RIPORTARE				104.376,41		108.476,20	17.475,35	13.375,56

Pag.4					Progetto Originario		Perizia N°1		DISCOSTAMENTI	
N° Pr.	N° E.P.	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Unita' di Misura	Prezzo Unitario (a)	Quantita'	Importo	Quantita'	Importo	IMPORTI	
					(b)	(c)	(d)	(e)	IN PIU' (e-c)	IN MENO (c-e)
		RIPORTO				104.376,41		108.476,20	17.475,35	13.375,56
		rilievo con norme di riferimento cl	kg	9,47	450,00	4.261,50	225,00	2.130,75	=====	2.130,75
29		SIC24_13.3.9.3 Fornitura, trasporto e posa in opera di tubazioni, per scarichi, in Pead o PP strutturato a doppia parete, interna liscia ed esterna corrugata, non in pressione, interrati, con classe di rigidità D e	m	47,68	21,00	1.001,28	21,00	1.001,28	=====	=====
30		SIC24_26.1.23 Sbatacchiatura degli scavi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, mediante formazione di armatura verticale e/o sub verticale di sostegno delle pareti di larghezza e profondità massima fino a 3	m²	33,99	75,00	2.549,25	122,53	4.164,79	1.615,54	=====
		A RIPORTARE				112.188,44		115.773,02	19.090,89	15.506,31

	Progetto Originario	Perizia N°1	DISCOSTAMENTI	
			+	-
SOMMANO I LAVORI PER RIBASSO D'ASTA DEL 3,211% RESTANO I LAVORI AL NETTO	112.188,44 -3.520,51 108.667,93	115.773,02 -3.444,52 112.328,50	19.090,89	15.506,31
RIEPILOGO	Progetto Originario	Perizia N°1		
A) Lavori a Base d'Asta Lavori al netto dei Ribassi Contrattuali		108.667,93		112.328,50
B) Somme a disposizione amministrazione				
Imprevisti	680,65			
Spese tecniche per progettazione	4.681,85			
Spese tecniche per incentivi art. 45 D.LGS 36/2023 e ss.mm.ii. (80% del 2,00% dell'importo lordo dei lavori)	1.795,02		1.852,37	
Contributo ANAC			35,00	
Espropriazioni e terreni	1.500,00		1.500,00	
Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	500,00			
IVA sui lavori	24.681,46		24.712,27	
IVA su imprevisti	149,74			
IVA su spese progettazione	1.030,01			
IVA su Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	110,00			
Ribasso d'asta	3.520,52		3.444,52	
Economie			3.444,52	
Totale somme a disposizione amministrazione	38.649,25	38.649,25	34.988,68	34.988,68
TOTALE PERIZIA A + B		147.317,18		147.317,18
QUADRO DI CONFRONTO				
Importo lordo lavori +sicurezza Perizia N°1	115.773,02			
Importo lordo lavori +sicurezza Progetto Originario	112.188,44			
MAGGIORI LAVORI AL LORDO	3.584,58	+3,20%		
Importo netto lavori +sicurezza Perizia N°1	112.328,50			
Importo netto lavori +sicurezza Progetto Originario	108.667,93			
MAGGIORI LAVORI AL NETTO	3.660,57	+3,37%		
Importo totale Perizia N°1	147.317,18			
Importo totale Progetto Originario	147.317,18			
MAGGIORE IMPORTO	0	+0,00%		

Naso, li

IL DIRETTORE DEI LAVORI



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. – Relazione generale
- Tav. 1 – Inquadramento
- Tav. 2 – Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. – Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. –. Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3– Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 – Particolari costruttivi
- Elab. – Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. – Computo Metrico
- Elab.– Quadro economico
- Elab. – CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

QUADRO ECONOMICO DI RAFFRONTO

"Lavori di intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli-Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la comunale a confine con Capo d'Orlando" CUP:F75F24000280001

QUADRO ECONOMICO progetto originario			QUADRO ECONOMICO di perizia	
A-Importo lordo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)				
		112.188,44 €		115.773,02 €
Importo a base d'asta soggetto a ribasso	109.639,19 €		107.272,55 €	
<i>Ribasso 3,211%</i>			3.444,52 €	
Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (Art. 26 - oneri diretti di sicurezza)	2.549,25 €		8.500,47 €	
importo netto contrattuale			112.328,50	
B-Somme a disposizione				27.341,84 €
Imprevisti	680,65 €		0,00 €	
Spese tecniche per progettazione	4.681,85 €		0,00 €	
Spese tecniche per incentivi art. 45 D.Lgs 36/2023 e ss.mm.ii. (80% del 2,00% dell'importo lordo dei lavori)	1.795,02 €		1.852,37 €	
Contributo ANAC	0,00 €		35,00 €	
Espropriazioni e spese di catastazione terreni	1.500,00 €		742,21 €	
Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	500,00 €		0,00 €	
IVA su A aliquota 22%	24.681,46 €		24.712,27 €	
IVA su imprevisti	149,74 €		0,00 €	
IVA su spese progettazione	1.030,01 €		0,00 €	
IVA su Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	110,00 €		0,00 €	
TOTALE progetto				143.114,86 €
C-ECONOMIE				4.202,32 €
Ribasso	0		3.444,52 €	
IVA da ribasso			757,79 €	
TOTALE Concessione				147.317,18 €



MUNICIPIO CITTA' DI NASO



CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

P. IVA: 00342960838

☎ 0941/1946000

Variazioni esecutive al Progetto: *Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando CUP: F75F24000280001*

Relazione sulle variazioni esecutive

Richiedente: Comune di Naso (Città Metropolitana di Messina) – sede legale: via Mazzini n°01 – tel 0941.1946000 – pec: comunenaso@pec.it – sito web: www.comune.naso.me.it

Stato dei luoghi prima dell'intervento:

Come indicato nel progetto originario l'area di intervento riguarda un pericoloso incrocio a raso due strade comunali, in prossimità del confine comunale fra Naso e Capo d'Orlando. La presente perizia è redatta in conseguenza delle variazioni esecutive da apportare al progetto sulla scorta di quanto rivenuto sui luoghi.

La planimetria di progetto originaria è la seguente:

PLANIMETRIA GENERALE
STATO DI PROGETTO

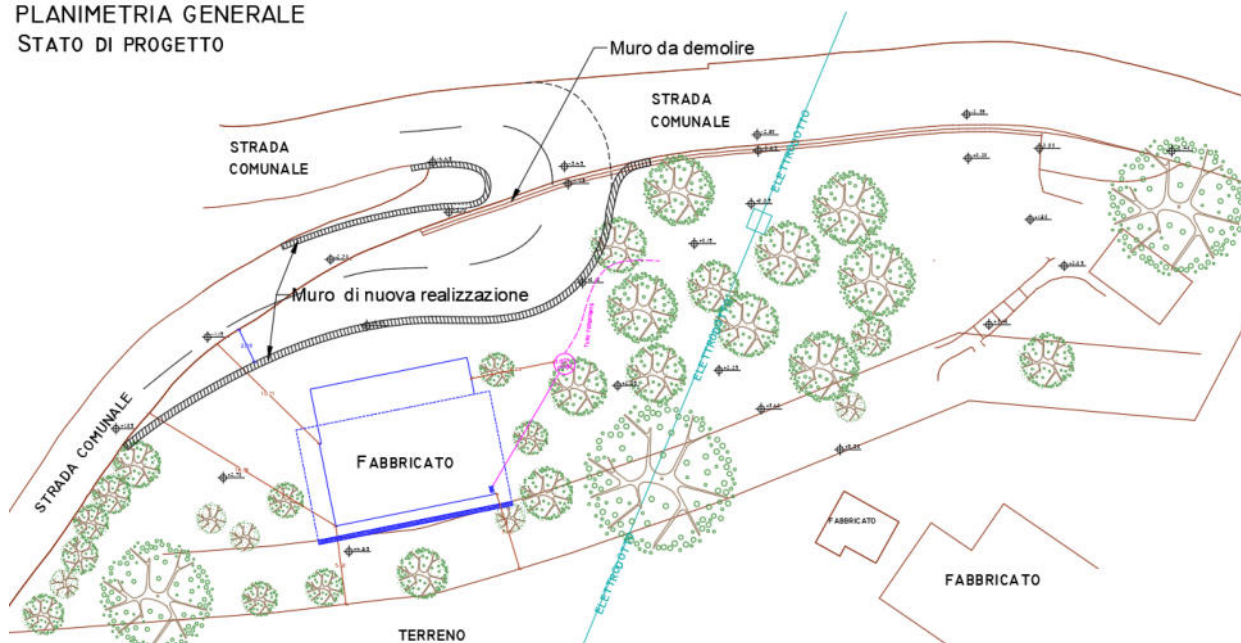
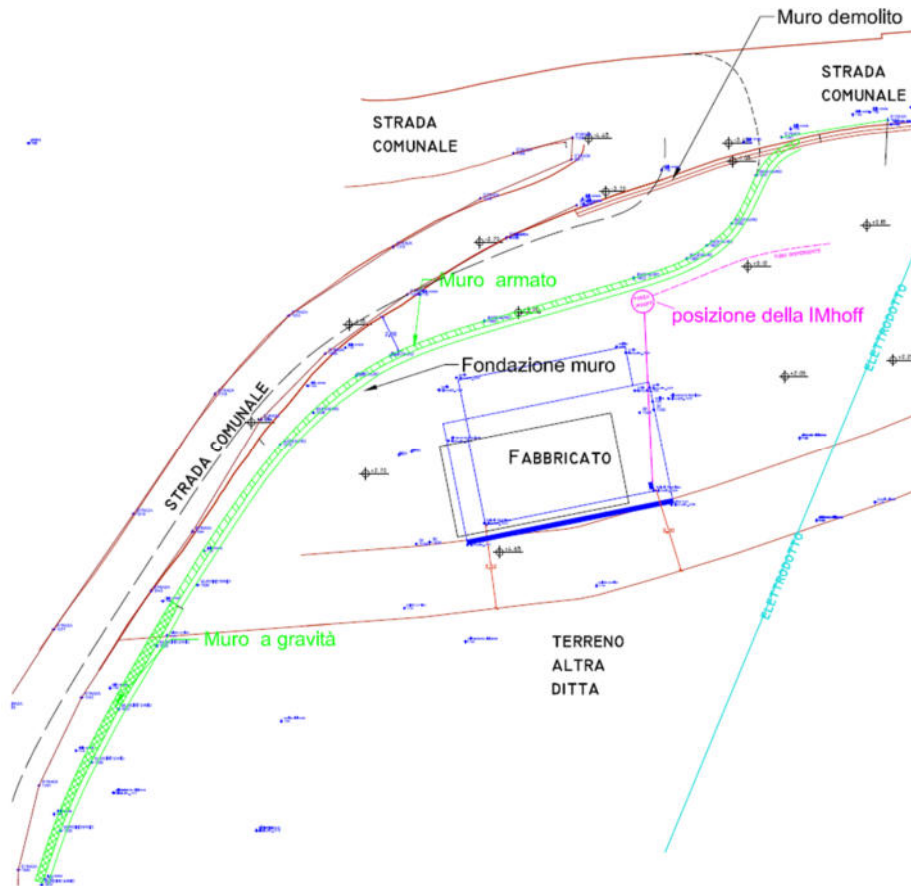


Figura 1 - Foto satellitare dell'incrocio

In particolare la posizione del muro non avrebbe dovuto interferire con le opere di convogliamento e trattamento delle acque nere del fabbricato posto sopra la predetta curva. Iniziato lo scavo è emerso che la posizione della vasca imhoff che serve un fabbricato a monte delle opere e della relativa condotta disperdente è planimetricamente diversa da quanto ipotizzato, tanto da interferire con le opere da realizzare. Al fine di evitare di alterare profondamente lo stato dei luoghi e di comune accordo con il proprietario si è ipotizzato un diverso sviluppo planimetrico delle opere tale da consentire di raggiungere la medesima funzionalità

originaria, addirittura migliorando i risultati finali in quanto il raccordo di allargamento con il tratto di strada esistente viene di gran lunga migliorato rispetto al progetto originario. Il nuovo posizionamento comporta la riduzione delle altezze dei paramenti che per una parte, in accordo al calcolo in fase di deposito, possono essere realizzati a gravità. Il tutto è stato raggiunto a sostanziale invarianza di importo di lavori e la nuova soluzione è meglio evincibile nella planimetria di seguito riportata che sovrappone al rilievo la posizione delle opere.



La superficie che è interessata dall'allargamento della carreggiata è rimasta sempre di circa 190 mq in quanto la minore area occupata a valle è stata compensata dalla maggiore area occupata a monte. La relativa voce di quadro economico, comunque ridotta, ricomprende anche le spese di catastazione e registrazione contratto. Non viene, comunque, modificato il cronoprogramma dei lavori. Il nuovo elenco prezzi ricomprende anche le nuove voci prezzo che saranno oggetto di verbale di concordamento prezzi e che saranno soggette al medesimo ribasso praticato dalla ditta in sede di procedura di affidamento.

La variazione esecutiva non risulta sostanziale in quanto risulta essere una soluzione migliorativa del progetto originario introducendo tra le lavorazioni l'importo degli imprevisti originariamente appostati nel quadro economico di progetto, le somme non spese esternamente per la progettazione sviluppata internamente ed altre somme non spese previste originariamente nel quadro economico. L'importo lordo delle lavorazioni ha visto anche una modifica degli oneri della sicurezza in ragione di quanto resosi necessario in corso d'opera. Il tutto per un importo lordo dei lavori pari a € 115.773,02 in luogo dell'importo di € 112.188,44 originariamente previsto, così per un maggiore importo lordo dei lavori del 3,20 % rispetto all'importo lordo originario, rientrante, pertanto ampiamente entro il quinto d'obbligo e nei limiti previsti dal CSA e dall'art. 120 del codice. La stessa perizia è necessaria per la soluzione di questioni tecniche emerse nell'esecuzione dei lavori e può

essere finanziata con le risorse iscritte nel quadro economico dell'opera e come tale inquadrabile ai sensi del co. 7 lett. B) e C) dell'art. 120 del D.Lgs. 36/2023.

Il quadro economico di progetto sostanzialmente invariato, comparato con il quadro economico di progetto originario e finanziato, è di seguito riportato:

QUADRO ECONOMICO DI RAFFRONTO			
"Lavori di intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli-Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la comunale a confine con Capo d'Orlando" CUP:F75F24000280001			
QUADRO ECONOMICO progetto originario		QUADRO ECONOMICO di perizia	
A-Importo lordo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)		112.188,44 €	115.773,02 €
Importo a base d'asta soggetto a ribasso	109.639,19 €	107.272,55 €	
Ribasso 3,211%		3.444,52 €	
Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (Art. 26 - oneri diretti di sicurezza)	2.549,25 €	8.500,47 €	
importo netto contrattuale		112.328,50	
B-Somme a disposizione		35.128,74 €	27.341,84 €
Imprevisti	680,65 €	0,00 €	
Spese tecniche per progettazione	4.681,85 €	0,00 €	
Spese tecniche per incentivi art. 45 D.Lgs 36/2023 e ss.mm.ii. (80% del 2,00% dell'importo lordo dei lavori)	1.795,02 €	1.852,37 €	
Contributo ANAC	0,00 €	35,00 €	
Espropriazioni e spese di catastazione terreni	1.500,00 €	742,21 €	
Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	500,00 €	0,00 €	
IVA su A aliquota 22%	24.681,46 €	24.712,27 €	
IVA su imprevisti	149,74 €	0,00 €	
IVA su spese progettazione	1.030,01 €	0,00 €	
IVA su Copertura oneri di assicurazione obbligatoria del personale	110,00 €	0,00 €	
TOTALE progetto		147.317,18 €	143.114,86 €
C-ECONOMIE		0	4.202,32 €
Ribasso	0	3.444,52 €	
IVA da ribasso		757,79 €	
TOTALE Concessione		147.317,18 €	147.317,18 €

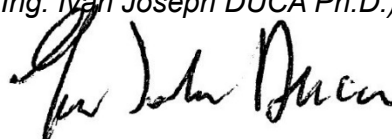
Per ulteriori dettagli, si rimanda agli altri elaborati di cui alla presente variante che sono di seguito elencati:

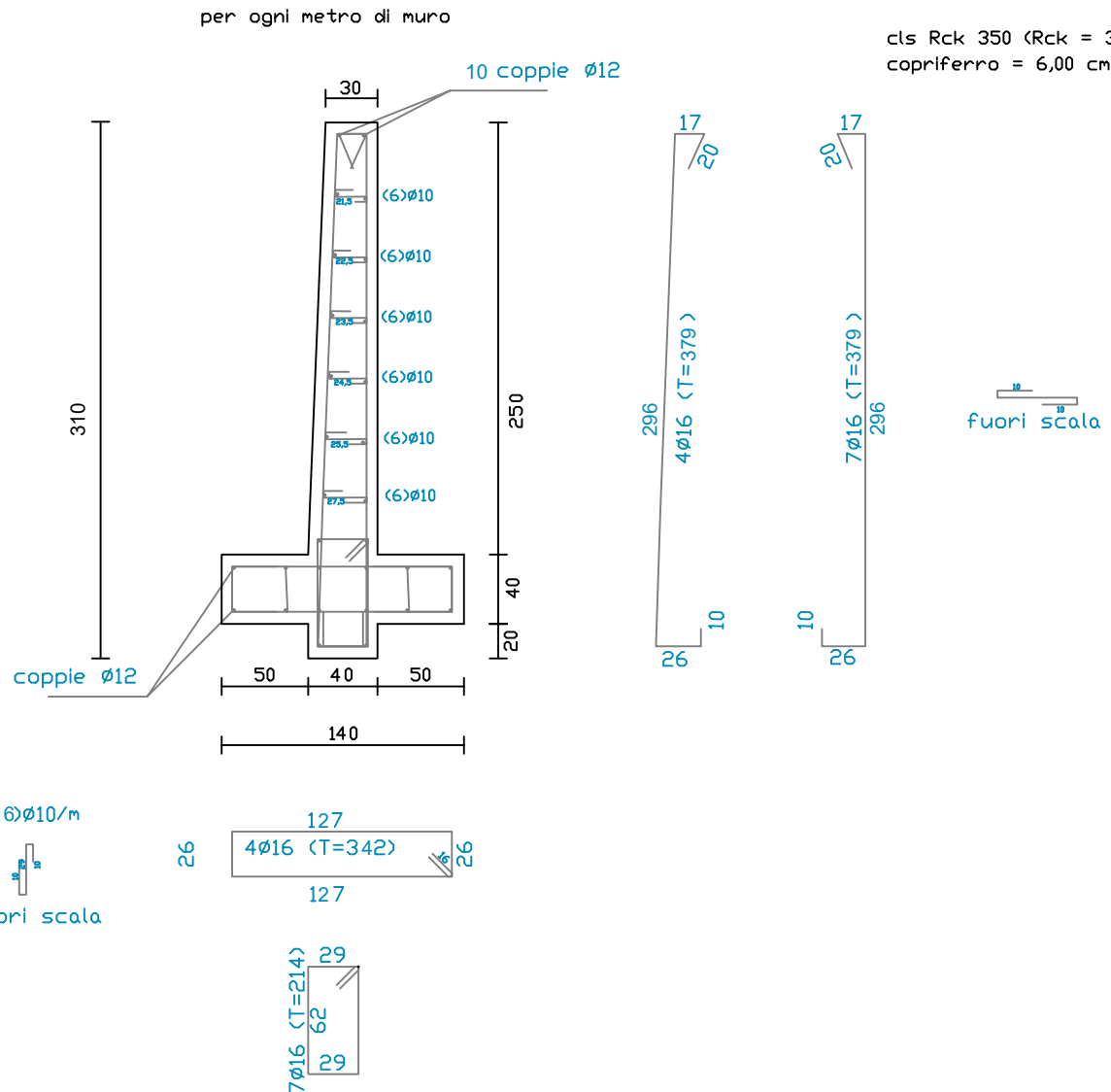
- Relazione sulle variazioni esecutive
- Planimetria stato di progetto
- Calcoli delle nuove sezioni dei muri
- Tav. 4.1 - Sezione tipo muro da 2.50 (che sostituisce la precedente tavola 4.1)
- Tav. 4.2 - Sezione tipo muro da 2.95 (che sostituisce la precedente tavola 4.2 Tav. 4.3 - Sezione tipo muro da 1.50
- Tav. 4.3 - Sezione tipo muro da 1.50
- Tav. 4.4 - Sezione tipo muro da 2.20
- Computo metrico PERIZIA
- Elenco prezzi PERIZIA
- Quadro di raffronto PERIZIA
- Quadro economico di perizia (comparato con quello di progetto).

Naso (Me), 08/05/2026

Il Progettista

(Ing. Ivan Joseph DUCA Ph.D.)

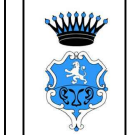




muro armato



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

- Elenco Elaborati:**
- Elab. - Relazione generale
 - Tav. 1 - Inquadramento
 - Tav. 2 - Elaborati grafici dello stato di fatto
 - Elab. - Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
 - Elab. - Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
 - Tav. 3- Elaborati grafici di progetto
 - Tav. 4 - Particolari costruttivi
 - Elab. - Elenco ad analisi prezzi
 - Elab. Incidenza Manodopera
 - Elab. Calcolo dei corrispettivi
 - Elab. - Computo Metrico
 - Elab.- Quadro economico
 - Elab. - CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

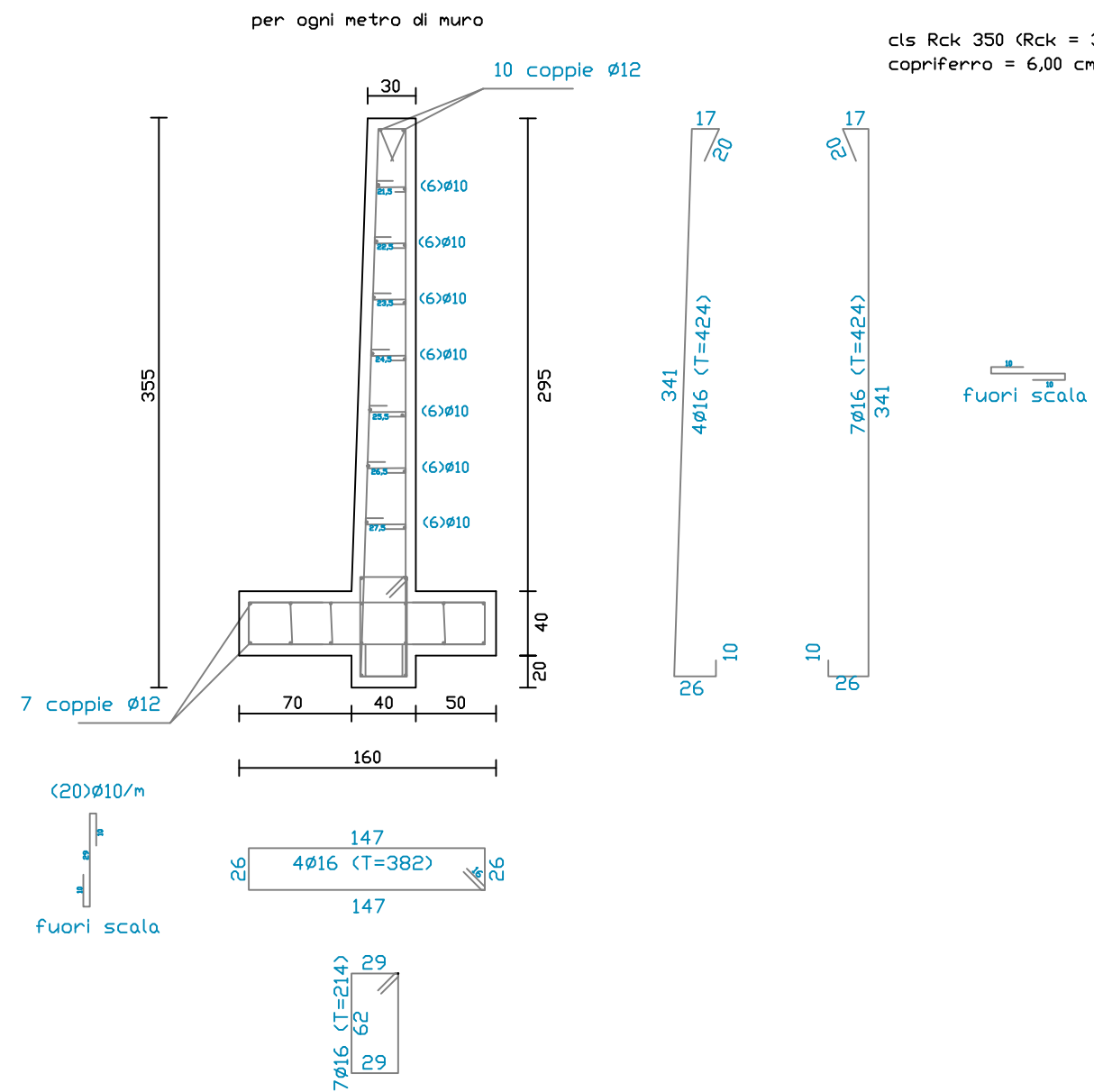
Il Progettista:
UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:
UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:
f.to Dott. Gaetano Nani

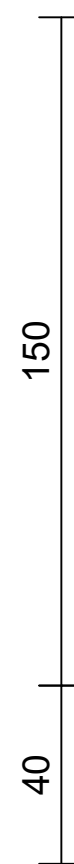
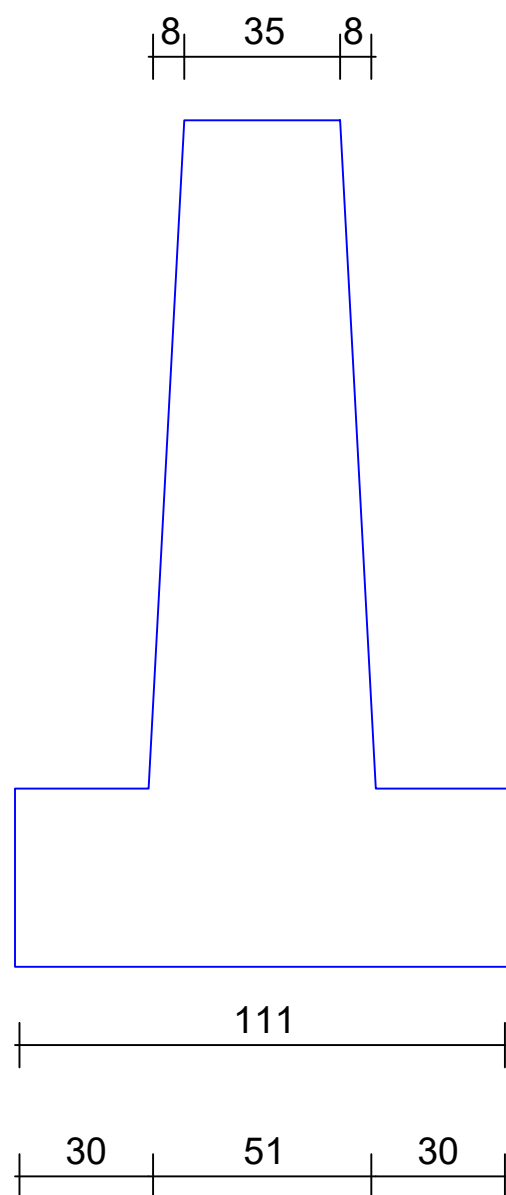
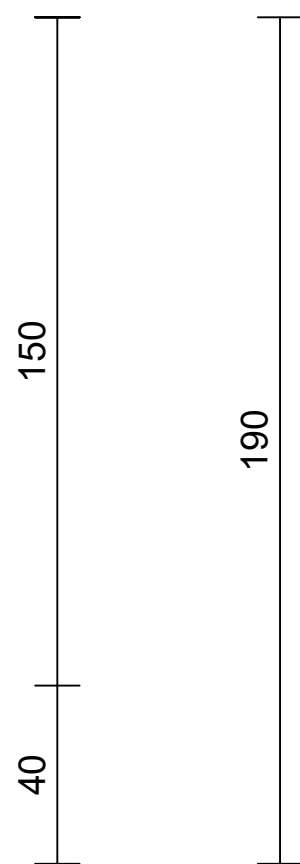
Tav. 4.1 - Sezione tipo muro da 2.50

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it



muro armato

	REGIONE SICILIANA
	MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO Città metropolitana di Messina
Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando	
Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it	<p>Elenco Elaborati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elab. - Relazione generale • Tav. 1 - Inquadramento • Tav. 2 - Elaborati grafici dello stato di fatto • Elab. - Relazioni specialistiche: Relazione idraulica • Elab. - Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati • Tav. 3- Elaborati grafici di progetto • Tav. 4 - Particolari costruttivi • Elab. - Elenco ad analisi prezzi • Elab. Incidenza Manodopera • Elab. Calcolo dei corrispettivi • Elab. - Computo Metrico • Elab.- Quadro economico • Elab. - CSA con cronoprogramma
Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo	
<p>Il Progettista: <i>UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.</i></p>	
<p>Il R.U.P.: <i>UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.</i></p>	
<p>Il Sindaco: <i>f.to Dott. Gaetano Nani</i></p>	
Tav. 4.2 - Sezione tipo muro da 2.95	



muro a gravità



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. - Relazione generale
- Tav. 1 - Inquadramento
- Tav. 2 - Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. - Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. - Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3- Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 - Particolari costruttivi
- Elab. - Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. - Computo Metrico
- Elab.- Quadro economico
- Elab. - CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

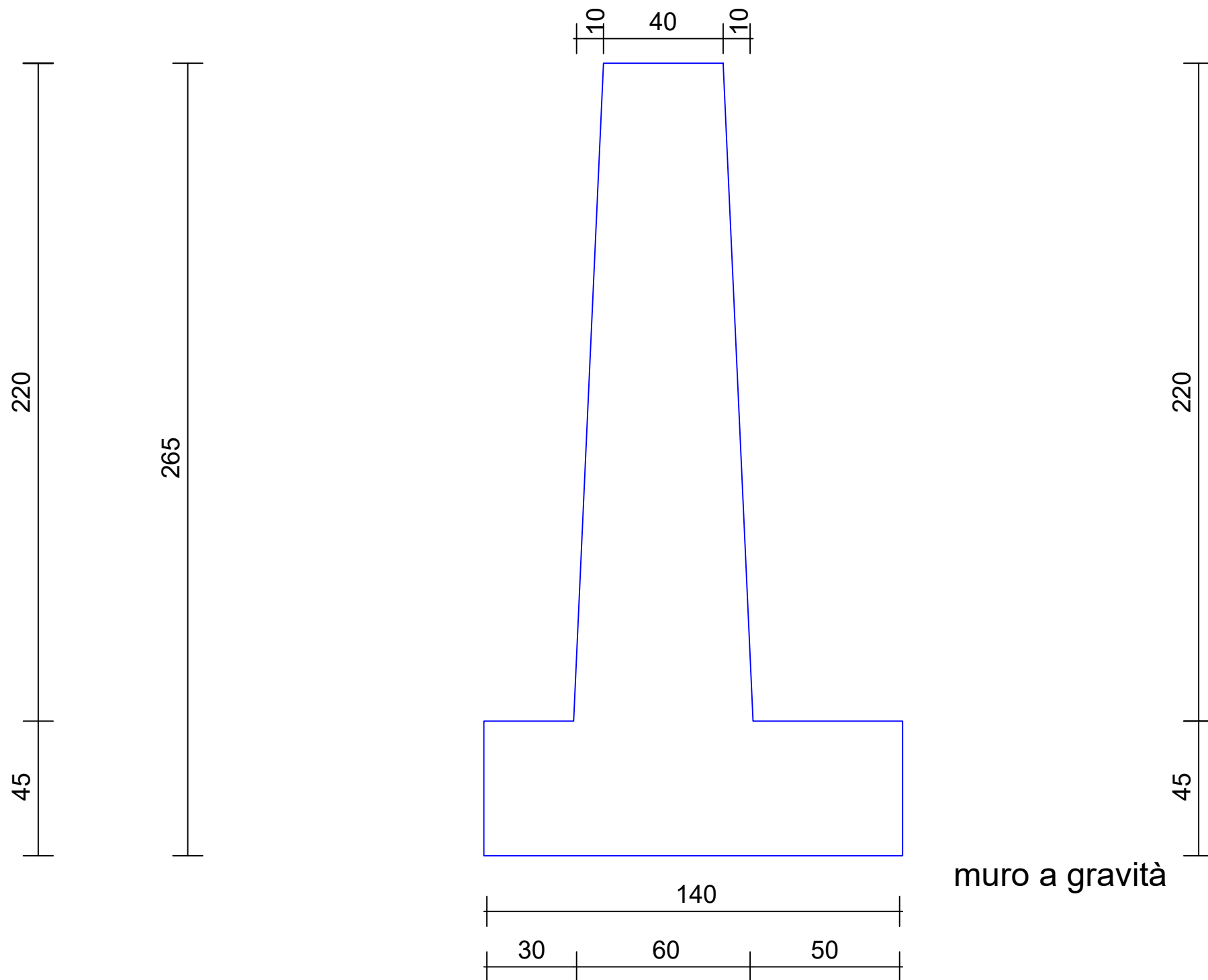
Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

Tav. 4.3 - Sezione tipo muro da 1.50



REGIONE SICILIANA



MUNICIPIO DELLA CITTA' DI NASO

Città metropolitana di Messina

Intervento di messa in sicurezza e manutenzione della strada comunale Brucoli- Bagnara mediante allargamento del curvone all'incrocio con la Comunale a Confine con Capo d'Orlando

Area Tecnica1 - Servizio LL.PP. - via G. Mazzini, 1 - 98074 Naso (Me) - tel. 0941.1946000 - pec: comunenaso@pec.it

Elenco Elaborati:

- Elab. - Relazione generale
- Tav. 1 - Inquadramento
- Tav. 2 - Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elab. - Relazioni specialistiche: Relazione idraulica
- Elab. - Relazioni specialistiche: elaborati di calcolo ed allegati
- Tav. 3- Elaborati grafici di progetto
- Tav. 4 - Particolari costruttivi
- Elab. - Elenco ad analisi prezzi
- Elab. Incidenza Manodopera
- Elab. Calcolo dei corrispettivi
- Elab. - Computo Metrico
- Elab.- Quadro economico
- Elab. - CSA con cronoprogramma

Variazioni esecutive al Progetto Esecutivo

Il Progettista:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il R.U.P.:

UTC f.to Ing. Ivan Joseph Duca Ph.D.

Il Sindaco:

f.to Dott. Gaetano Nani

Tav. 4.4 - Sezione tipo muro da 2.20