

REGIONE SICILIANA

CONSORZIO AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE IDRICO DI AGRIGENTO



*GESTORE DEL SISTEMA IDRICO
INTEGRATO AMBITO TERRITORIALE
OTTOMALE DI AGRIGENTO*

L'AMMINISTRATORE DELEGATO

PROGETTO ESECUTIVO

Opere di ristrutturazione ed automazione per ottimizzazione
rete idrica Comune di Agrigento

ALLEGATO N°

21.1.1

TITOLO ELABORATO

ELABORATI STRUTTURALI
Gabbionate in pietrame: Relazione e calcoli

Nome file: 21.1.1) Relazione di calcolo gabbionate.doc

Scala:

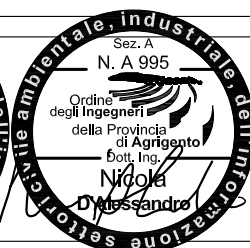
Visti ed approvazioni:

CUP:



Delta Ingegneria s.r.l.

I DIRETTORI TECNICI:
Ing. Maurizio Carlino
Ing. Nicola D'Alessandro



Arch. Carmelo Carlino
Ing. Domenico D'Alessandro
Ing. Alfonso Collura
Ing. Gerlando Vaccaro
Geol. Massimo Carlino
Ing. Alessandro Dinolfo
Ing. Sonia Vitellaro

B					
A					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	CONTROLLATO	APPROVATO

Indice

Relazione e calcoli gabbionate di contenimento

1	Premesse	2
1.1	<i>Normativa di riferimento</i>	2
2	METODOLOGIE DI CALCOLO	3
2.1	<i>Generalità</i>	3
2.2	<i>Calcolo della spinta del terreno</i>	3
2.3	<i>Definizioni fondamentali</i>	5
2.4	<i>Combinazioni di carico</i>	6
2.4.1	Combinazione fondamentale	6
2.4.2	Combinazione sismica	6
2.4.3	Parametri sismici e spettri di risposta	6
3	VERIFICHE	8
3.1	<i>Tipi di verifiche</i>	9
3.2	<i>Verifica di stabilità globale</i>	9
3.3	<i>Verifica di sicurezza agli Stati Limite Ultimi (SLU)</i>	10
3.3.1	Verifica al ribaltamento	10
3.3.2	Verifica di scorrimento e capacità portante	10
3.4	<i>Analisi di stabilità all'equilibrio limite</i>	11
3.4.1	Metodi utilizzati nel codice	12
3.4.2	Generazione delle superfici di rottura	14
3.4.3	Suddivisione in conci	14
3.4.4	Carichi	14
3.4.5	Falde nei terreni	18
4	INFORMATIVA AFFIDABILITA' CODICI DI CALCOLO	21

1 Premesse

Con la presente si illustrano le metodologie di calcolo, la normativa di riferimento, i carichi e sovraccarichi, la geometria, le caratteristiche meccaniche dei materiali e quant'altro è stato preso in considerazione nell'esecuzione delle analisi di stabilità delle opere contenimento costituite da gabbioni metallici a scatola da impiegarsi nell'ambito del progetto dei lavori di "**Ristrutturazione ed automazione per ottimizzazione rete idrica Comune di Agrigento**" secondo il progetto predisposto dall'Ing. Maurizio Carlino della Delta Ingegneria Srl.

1.1 Normativa di riferimento

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- a) Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (Legge 02/02/74 n° 64 e D.M. 16/01/96);
- b) Norme Tecniche delle Costruzioni approvate con D.M. 14/01/2008;
- c) Circolare esplicativa n° 617/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";
- d) Linee guida per la redazione dei capitolati e per l'impiego di rete metallica a doppia torsione: Consiglio Superiore Lavori Pubblici Adunanza 12 maggio 2006 n°16/2006.

2 METODOLOGIE DI CALCOLO

2.1 Generalità

Il programma di calcolo utilizzatola verifica della stabilità delle opere di contenimento costituite da gabbionate metalliche riempite con pietrame secondo i metodi classici dell'equilibrio limite.

La definizione delle verifiche da eseguire in relazione ai meccanismi di rottura potenziali nel terreno, le caratteristiche di comportamento degli elementi, le tipologie dei carichi considerati, sono tutti aspetti essenziali che nel seguito verranno descritti singolarmente in modo sintetico.

Preliminarmente vengono altresì fornite alcune definizioni fondamentali utilizzate nel programma.

2.2 Calcolo della spinta del terreno

Il calcolo delle spinte del terreno è effettuato secondo la teoria di Coulomb nella ipotesi di fondazione rigida, superficie di rottura piana passante per il piede del muro ed assenza di falda. La spinta attiva, in condizioni statiche, dovuta al terrapieno è:

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

dove:

γ_t = peso specifico del terreno

H = altezza della gabbionate (dall'intradosso della fondazione)

K_a = coefficiente di spinta attiva calcolato secondo l'espressione proposta da Muller-Breslau

Nel caso di superficie del terreno spezzata, pur mantenendo le ipotesi di Coulomb, la ricerca del cuneo di massima spinta non conduce alla determinazione di un unico coefficiente, come nella forma precedente, in quanto il diagramma di spinta è ovviamente poligonale e non triangolare. Si procede, dunque, alla determinazione del cuneo di massima spinta ricavando l'angolo di inclinazione della corrispondente superficie di scorrimento ed applicando la spinta calcolata al baricentro del diagramma di spinta determinato.

In maniera analoga la spinta passiva è stata dalla seguente formulazione:

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

dove K_p è il coefficiente di spinta passiva calcolato sempre secondo l'espressione proposta da Muller-Breslau.

Nel caso di terreno coesivo, si considera una controspinta dovuta alla coesione c, secondo la formula:

$$S_c = 2 c H \sqrt{K_a}$$

In presenza di un sovraccarico distribuito di intensità q, si considera una spinta pari a:

$$S_q = q H K_a$$

Nel caso di opere in zona sismica, le spinte vengono valutate secondo quanto previsto dalla Normativa vigente, utilizzando i metodi pseudo-statici, che consentono di ricondurre l'azione sismica ad un insieme di forze statiche equivalenti, orizzontali e verticali, mediante opportuni coefficienti sismici, che dipendono dalla zona sismica, dalle condizioni locali e dall'entità degli spostamenti ammessi per l'opera. Tali coefficienti vengono utilizzati, oltre che per valutare le forze di inerzia sull'opera, in funzione delle masse sollecitate dal sisma, anche per determinare la spinta del terreno retrostante il muro, mediante l'utilizzo della teoria di Mononobe-Okabe che estende il criterio di Coulomb in campo dinamico:

$$K_a = \frac{A}{(B [1 + \sqrt{C/D}]^2)}$$

con

$$A = \sin^2(\psi - \Phi - \theta)$$

$$B = \cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)$$

$$C = \sin(\Phi + \delta) \sin(\Phi - \beta - \theta)$$

$$D = \sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)$$

e in cui:

ϕ è l'angolo di resistenza al taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace

ψ è l'angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte

β è l'angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno

δ è l'angolo di resistenza al taglio tra terreno e muro in gabbioni.

I coefficienti sismici orizzontale e verticale, che interessano tutte le masse, vengono calcolati come:

$$K_h = \beta S_s S_T (a_g/g)$$

$$K_v = \pm 1/2 K_h$$

dove:

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, rapportata alla accelerazione di gravità g , funzione della localizzazione sismica del sito, ovvero della sua posizione geografica su reticolo di riferimento di cui in Allegato B del D.M.14/01/2008;

S_s = fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici di riferimento, per ciascuno Stato Limite considerato;

S_T = fattore di amplificazione topografica del terreno, funzione della categoria topografica del sito e dell'ubicazione dell'opera. La sua variazione spaziale è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità, dove esso assume il valore massimo riportato in tabella, fino alla base, dove invece assume valore unitario

CATEGORIA TOPOGRAFICA	UBICAZIONE OPERA	$S_{T(max)}$
T1		1,00
T2	Sulla sommità di un pendio	1,20
T3	Sulla cresta di un rilievo	1,20
T4	Sulla cresta di un rilievo	1,40

β = fattore di riduzione dell'accelerazione massima al suolo, che dipende dallo spostamento ammissibile del muro. Per le opere in esame, assumono valori minori dell'unità, in funzione della categoria del sottosuolo, come di seguito riportato in tabella:

	CATEGORIA DEL SUOLO	
	A	B-C-D-E
$0,20 < a_g(g) \leq 0,40$	0,31	0,31
$0,10 < a_g(g) \leq 0,20$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,10$	0,20	0,18

L'effetto del terreno a monte dell'opera di sostegno, si traduce quindi con la spinta attiva, che in condizioni sismiche, si valuta mediante la espressione seguente:

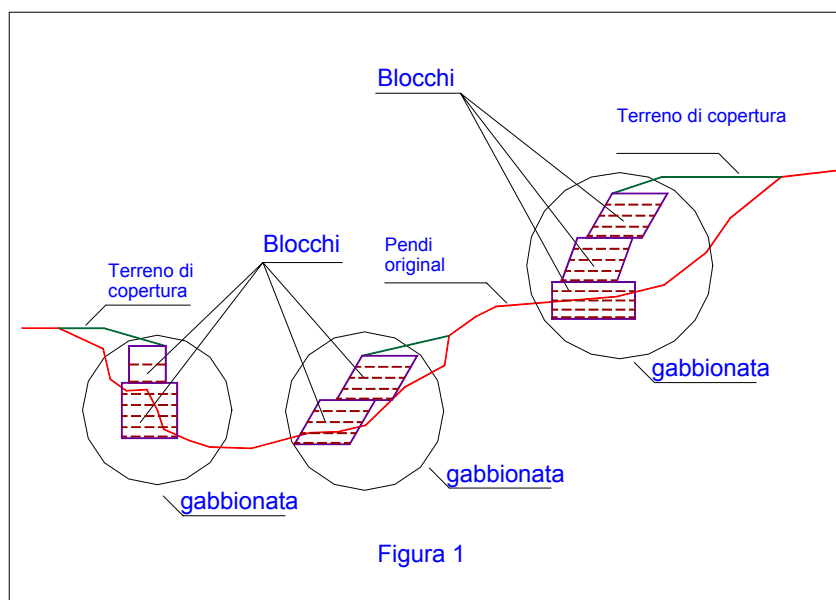
$$S_{as} = \frac{1}{2} \gamma_t (1 \pm K_v) K_{as} H^2$$

dove K_{as} è il coefficiente di spinta attiva valutato con l'espressione di Mononobe-Okabe

In presenza di sovraccarico q va considerato il coefficiente di combinazione ψ_2 (variabile tra 0 e 1) in per tenere conto del valore saltuario quando si è in presenza di azioni sismiche. Il suo valore dipende infatti dalla probabilità che ci sia contemporaneità tra evento sismico e presenza di sovraccarico saltuario; esso è tanto più basso quanto più è improbabile la contemporaneità (valori indicativi di 0,0-0,2 si possono assumere per traffico veicolare).

I valori locali dei parametri sismici sono definiti secondo quanto previsto dai capitoli 2.4 – 3.2 e 7.11 delle NTC 2008.

2.3 Definizioni fondamentali



Pendio originale: profilo del terreno originario, prima della profilatura prevista in progetto.

Gabbionata: sequenza continua di strutture di contenimento chiamate strati; un pendio può comprendere quindi più gabbionate (**fig. 1**); l'opera può prevedere superiormente un terreno di copertura.

Terreno di copertura: profilo del terreno posto al di sopra dell'opera per raccordare la gabbionata con un'opera sovrastante oppure per raccordare la gabbionata con il pendio originale (**fig. 1**)

Strato: struttura singola di sostegno costituita da uno e/o più gabbioni e dal pietrame di riempimento (**fig. 1**)

Rilevato: terreno che costituisce la struttura in terra riportata di varia natura su cui possono transitare carichi stradali e/o di altra natura.

Riempimento a tergo: eventuale terreno posto a riempimento dello spazio tra la gabbionata di contenimento ed il pendio originale.

2.4 Combinazioni di carico

Il calcolo viene effettuato per le combinazioni di carico previste dalla normativa; in particolare si considerano la Combinazione fondamentale e la Combinazione sismica (vedi paragrafo 2.5.3 delle NTC).

2.4.1 Combinazione fondamentale

La combinazione fondamentale di calcolo assunta alla base dei calcoli è data dalla seguente espressione:

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{k2} + \gamma_{Q3}\psi_{03}Q_{k3} + \dots$$

nei casi di una sola tipologia di azione variabile, l'espressione si riduce a:

caso di sovraccarico q variabile: $\gamma_G G + \gamma_q q$

caso di sovraccarico q permanente: $\gamma_G (G + q)$

I valori dei coefficienti parziali sulle azioni γ_G e γ_q sono riportati in Tab. 2.6.I NTC

Nei casi di assenza di sovraccarico o di sovraccarico q saltuario vengono effettuate, relativamente alla combinazione fondamentale, le seguenti due combinazioni:

assenza del sovraccarico q: $\gamma_G G$

presenza del sovraccarico q: $(\gamma_G G + \gamma_q q)$

Nel caso di sovraccarico q permanente il calcolo viene effettuato secondo la combinazione:

$$\gamma_G (G + q)$$

2.4.2 Combinazione sismica

La combinazione sismica utilizzata è data dalla seguente espressione:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

Tale formulazione si semplifica nei seguenti casi:

sovraccarico q variabile: $E + G_1 + G_2 + P + \psi_2 q$

sovraccarico q permanente: $E + G + q$

Il valore del coefficiente di combinazione ψ_2 è variabile da 0 a 1.

Nel caso di sovraccarico q saltuario, relativamente alla combinazione sismica, vengono prese in considerazione le seguenti due combinazioni:

assenza del sovraccarico q: $(E + G)$

presenza del sovraccarico q: $(E + G + \psi_2 q)$

Nel caso di sovraccarico q permanente viene presa in considerazione solamente la combinazione:

$$(E + G + q)$$

2.4.3 Parametri sismici e spettri di risposta

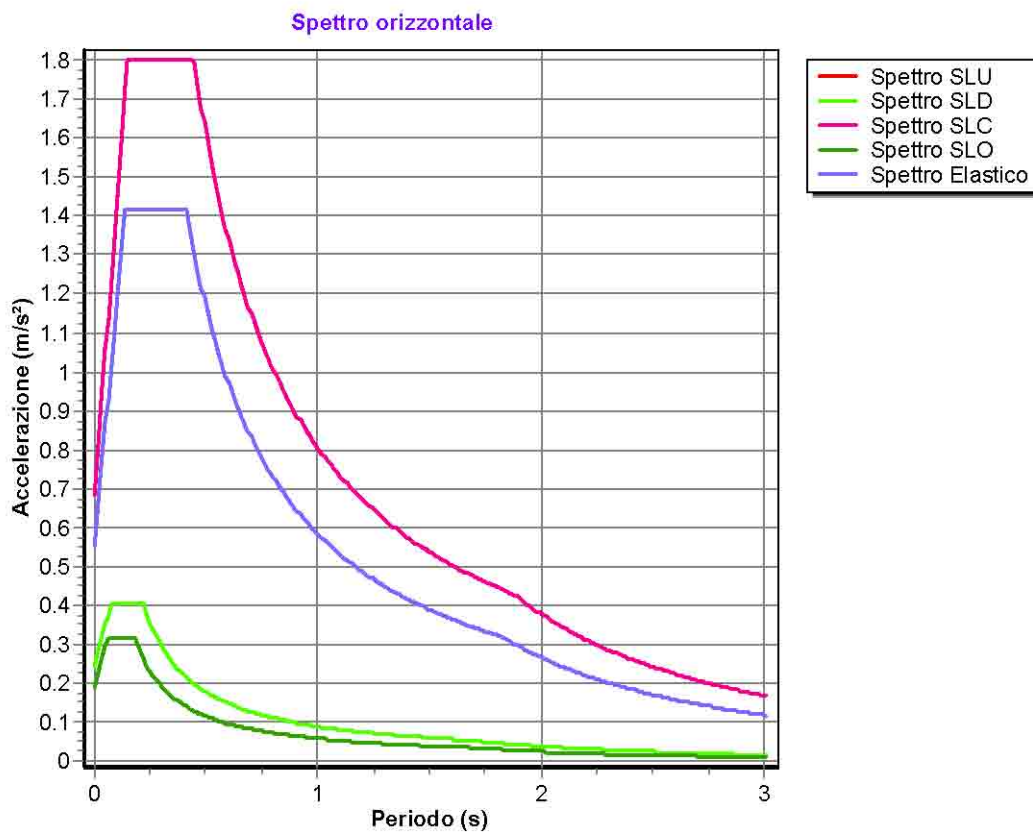
Di seguito si riportano i parametri sismici e gli spettri di risposta utilizzati per il calcolo delle gabbionate in esame.

Comune di Agrigento - Coordinate sito: Longitudine = 13.5894° ; Latitudine = 37.3117°

Punti della maglia: 48730 48731 48952 48953

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite

STATO LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
SLO	31	0.019	2.518	0.182
SLD	51	0.025	2.482	0.219
SLV	475	0.056	2.568	0.412
SLC	975	0.069	2.646	0.447



3 VERIFICHE

La verifica della gabbionate, intera o una sua parte, viene considerata come un muro monolitico, formato da blocchi che compongono l'opera stessa, che sostiene le spinte del terreno che si trova a monte. A costituire il muro possono concorrere tutti i blocchi (intesi come rilevati strutturali) che costituiscono l'opera oppure tutti i blocchi a partire dal blocco di verifica, cioè tutti i blocchi di una opera che si trovano sopra un blocco scelto per tale verifica.

Affinché la sequenza di blocchi prescelta possa essere considerata un muro monolitico deve essere soddisfatta una condizione geometrica di pendenza media dei blocchi (β in **fig. 4**) che deve essere superiore od uguale a 70° . La valutazione della pendenza media viene effettuata dal programma considerando la retta congiungente lo spigolo inferiore destro del primo blocco (**fig. 4**, punti **A**) con lo spigolo superiore destro dell'ultimo blocco di verifica (**fig. 4**, punti **B**)

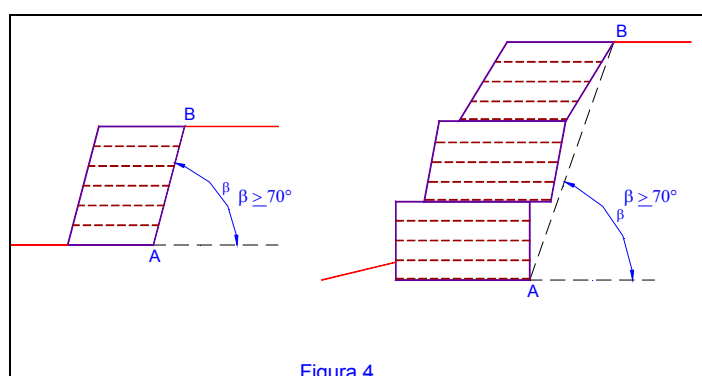


Figura 4

La verifica dell'opera come muro di sostegno si articola a sua volta nelle tre verifiche classiche dei muri di sostegno (**fig. 5**): verifica al ribaltamento (**fig. 5a**), verifica allo scorrimento (**fig. 5b**), verifica per capacità portante (**fig. 5c**). Per quest'ultima verifica il valore della pressione di rottura del terreno alla base del muro può essere fornita dall'utente oppure può essere calcolata automaticamente dal programma come meglio di seguito descritto.

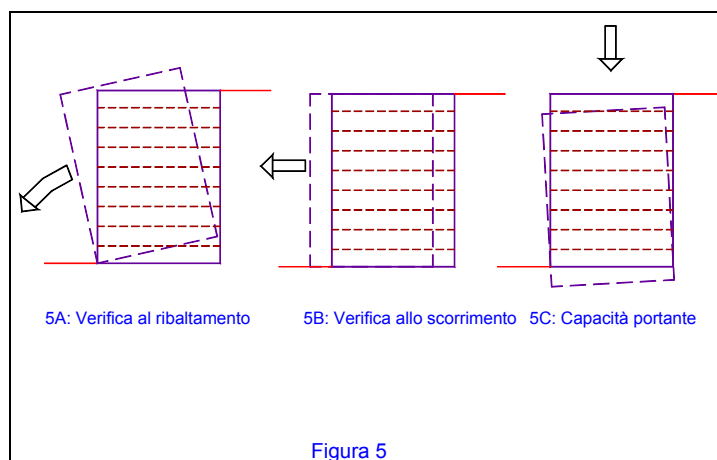


Figura 5

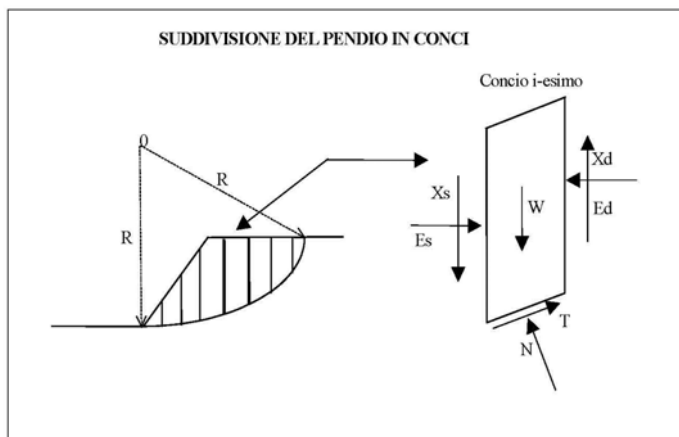
3.1 Tipi di verifiche

I calcoli di verifica sono stati sviluppati nelle seguenti tipologie:

- verifica di stabilità globale
- verifica di sicurezza agli Stati Limite Ultimi (SLU)
- verifica al ribaltamento
- verifica allo scorrimento e capacità portante

3.2 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale del complesso gabbionata-terreno ovvero verifica di stabilità del pendio (**fig. 2**), viene effettuata secondo l'Approccio 1-combinazione 2, assumendo come coefficiente di sicurezza nei riguardi dello scivolamento il valore $R = 1,1$.



L'analisi viene sviluppata secondo la formulazione proposta da Bishop considerando forme di superfici di scivolamento compatibili con i cinatismi di rottura attesi secondo il metodo di equilibrio delle forze ripartite secondo lo schema a lato riportato. In particolare nel metodo di Bishop si assume che la superficie di scivolamento possa essere assimilata ad un arco di circonferenza, dunque, il fattore di sicurezza può essere espresso in termini di momenti rispetto al centro della circonferenza stessa: $F_s = M_s / M_r$ in cui:

$$M_r (\text{momento delle forze ribaltanti}) = r \sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i$$

$$M_s (\text{momento stabilizzante}) = rc' L + r \tan \Phi' \sum_{i=1}^n N'_i$$

dove:

r è il raggio dell'arco di circonferenza che rappresenta la superficie di scivolamento

L è la lunghezza dell'arco di circonferenza

Φ' è l'angolo di resistenza al taglio del terreno

c' è la coesione

N'_i è la risultante delle forze normali agenti sulla base del concio considerato

α_i è l'angolo di inclinazione della corda che rappresenta la base di ogni concio

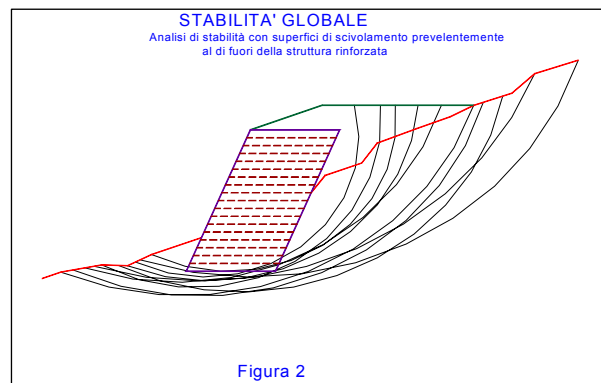


Figura 2

dove N'_i nell'approccio proposto da Bishop è dato dalla seguente formulazione:

$$N'_i = \frac{W_i - u_i \Delta x_i - 1/F_s (c' \Delta x_i \tan \alpha_i)}{\cos \alpha_i \left[1 + \frac{(\tan \alpha' \tan \Phi')}{F_s} \right]}$$

CONSORZIO AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE IDRICO DI AGRIGENTO - GESTORE: Girgenti Acque S.p.A. -	Opere di ristrutturazione ed automazione per ottimizzazione rete idrica Comune di Agrigento
---	--

3.3 Verifica di sicurezza agli Stati Limite Ultimi (SLU)

Con tale metodo si utilizzano i cosiddetti coefficienti parziali da applicare alle azioni (A), ai parametri di resistenza dei terreni (M) e alle resistenze globali (R) (coefficienti di sicurezza nei riguardi degli stati limite da considerare). La scelta appropriata di tali coefficienti parziali, i cui valori sono fissati dalla norma, individua i cosiddetti Approccio 1 e Approccio 2. L'approccio progettuale 1 comprende due combinazioni di coefficienti (combinazione 1: $A1+M1+R1$; combinazione 2: $A2+M2+R2$). L'approccio 2 invece è costituito dall'unica combinazione $A1+M1+R3$.

In tutte le verifiche, dovrà risultare soddisfatta la condizione

$$Ed \leq Rd$$

in cui

Ed rappresenta il valore di progetto delle azioni

Rd rappresenta il valore di progetto della resistenza.

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di Stato Limite Ultimo. Gli Stati Limite Ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono tali opere. L'opera deve essere progettata per resistere a crolli, perdite di equilibrio, dissesti gravi totali e parziali che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera. Le verifiche di stabilità devono essere effettuate in condizioni statiche e sismiche.

Le verifiche agli stati limite sono state eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3. delle NTC.

Per le combinazioni di carico in cui è presente l'azione sismica i coefficienti parziali sulle azioni, sia permanenti che variabili, si assumono unitari ($\gamma_g = \gamma_q = 1,0$), salvo che per i carichi variabili favorevoli per i quali si assume comunque $\gamma_q = 0$.

3.3.1 Verifica al ribaltamento

La verifica al ribaltamento (**fig. 5a**), viene trattata come uno stato limite di equilibrio di corpo rigido (EQU), utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni della tabella 2.6.I delle NTC e adoperando coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

Tabella 2.6.1 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU		Coefficiente γ_f	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qt}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

3.3.2 Verifica di scorrimento e capacità portante

La verifica allo scorrimento e al carico limite del complesso terreno-fondazione (**fig. 5b – fig. 5c**), vengono effettuate, a scelta dell'utente, o con l'Approccio 1-combinazione 2 o con l'Approccio 2.

Con l'Approccio 1-combinazione 2 in pratica si opera nel seguente modo:

- le azioni permanenti G , tra cui il terreno (spinta dei terreni, pesi propri della gabbionate e del terreno di riporto che agisce sopra la fondazione di monte, peso elementi non strutturali) e l'acqua, non vengono amplificate ($\gamma_G=1,0$);
- le azioni variabili Q_k (ad esempio traffico veicolare) vengono amplificate moltiplicandole per il coefficiente $\gamma_Q = 1,3$ quando hanno effetto sfavorevole per la sicurezza, mentre vengono azzerate ($\gamma_Q = 0$) se il loro effetto è a favore di sicurezza;
- i parametri di resistenza al taglio dei terreni ($\tan\phi'$; c'_k) si riducono dividendoli per i coefficienti $\gamma_{\tan\phi'} = 1,25$ e $\gamma_{c'} = 1,25$;
- si assumono come coefficienti di sicurezza nei riguardi degli SLU i seguenti valori:

VERIFICA	γ_R (R2)
Scorrimento	1,0
Capacità portante della fondazione (carico limite del complesso fondazione-terreno)	1,0

Con l'Approccio 2 si opera invece nel seguente modo:

- le azioni permanenti G non vengono amplificate ($\gamma_G = 1,0$) quando sono a favore di sicurezza mentre vengono amplificati ($\gamma_G = 1,3$) in caso opposto;
- le azioni variabili Q_k vengono amplificate moltiplicandoli per il coefficiente $\gamma_Q = 1,5$ quando hanno effetto sfavorevole per la sicurezza, mentre vengono azzerate se il loro effetto è a favore di sicurezza ($\gamma_Q = 0$).
- i parametri di resistenza al taglio dei terreni non vengono ridotti;
- si assumono come coefficienti di sicurezza nei riguardi degli SLU i seguenti valori:

VERIFICA	γ_R (R2)
Scorrimento	1,1
Capacità portante della fondazione (carico limite del complesso fondazione-terreno)	1,4

3.4 Analisi di stabilità all'equilibrio limite

Le verifiche di stabilità globale ed interna fanno riferimento ai metodi di stabilità all'equilibrio limite.

La porzione di terreno soggetta a rottura viene divisa in conci e per ciascuno di questi si calcolano le forze alle quali sono assoggettate: forze esterne, peso, reazioni alla base e forze di contatto tra concio e concio.

Il numero di incognite che si ottengono è superiore al numero delle equazioni che si possono scrivere, che derivano da considerazioni di equilibrio, e quindi il problema si presenta iperstatico. Affinché si possa ottenere una soluzione è necessario porre delle semplificazioni. Tale problema è stato affrontato da diversi autori, che adottando diverse ipotesi sono giunti a differenti soluzioni: Fellenius, Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern e Price, Sarma, ed altri.

In tutti i metodi si utilizzano delle assunzioni comuni:

- il pendio è analizzato in condizioni di deformazione piana, cioè si considera che le dimensioni longitudinali siano molto maggiori di quelle trasversali, così da trascurare gli effetti di bordo
- il coefficiente di sicurezza lungo una superficie è inteso come il fattore per il quale dividere i parametri di resistenza per portare il pendio alle condizioni di equilibrio limite ed è assunto costante lungo tutta la superficie di potenziale scivolamento
- l'equilibrio dell'intera porzione di terreno è studiato come sommatoria delle condizioni di equilibrio dei singoli conci

3.4.1 Metodi utilizzati nel codice

Nel codice di calcolo si utilizzano i metodi semplificati di Bishop e Janbu.

In entrambi i metodi il criterio di rottura adottato è quello di Mohr-Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma - u) \cdot \tan(\phi')$$

dove:

τ = tensione tangenziale massima

c = coesione

σ = pressione normale totale

u = pressione interstiziale

ϕ' = angolo di attrito

Applicando al valore della tensione tangenziale massima il coefficiente di sicurezza si ottiene la forza tangenziale mobilitata.

Caratteristiche del metodo semplificato di Bishop sono:

- vale solo per superfici circolari e quasi circolari, cioè superfici che vengono assimilate a superfici circolari adottando un centro di rotazione fittizio
- ipotizza che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali
- ottiene il coefficiente di sicurezza mediante scrittura della condizione di equilibrio alla rotazione intorno al centro della circonferenza
- non soddisfa l'equilibrio globale in direzione orizzontale

Caratteristiche del metodo semplificato di Janbu sono:

- vale per superfici di forma qualsiasi
- ipotizza inizialmente che le forze di interazione tra i conci siano solo orizzontali
- ottiene il coefficiente di sicurezza mediante scrittura della condizione di equilibrio alla traslazione verticale e quindi orizzontale
- consente di tenere in conto le forze di interazione verticali (tangenziale) tra i conci mediante applicazione al precedente coefficiente di sicurezza di un fattore correttivo che dipende dalla geometria del problema e dal tipo di terreno

- non soddisfa l'equilibrio globale alla rotazione del cuneo

In relazione ai modelli di comportamento dei rinforzi una verifica di stabilità può essere condotta con il metodo rigido o con il metodo degli spostamenti.

Il metodo degli spostamenti è ulteriormente suddiviso in metodo degli spostamenti con spostamento assegnato o metodo degli spostamenti incrementali.

Metodo rigido

Il metodo rigido si caratterizza per l'utilizzo del modello di comportamento rigido per i rinforzi.

Metodo degli spostamenti

Il metodo degli spostamenti si caratterizza per l'utilizzo del modello di comportamento deformativo per i rinforzi. Tale metodo può essere utilizzato in presenza di un cinematisma del collasso potenziale (forma della superficie di scorrimento) di tipo rotazionale. Quindi può essere utilizzato con tutti i metodi di Bishop e con il metodo di Janbu per una superficie assegnata di forma pseudo-circolare.

Nel calcolo il programma utilizza una deformazione, che moltiplicata per la lunghezza della superficie di scorrimento fornisce lo spostamento da utilizzare.

Tale spostamento è da intendere come modulo del vettore di spostamento, costante in ogni punto della superficie e tangente alla superficie di scorrimento.

Successivamente di tale spostamento si calcola la componente orizzontale ed a questa la forza agente nel rinforzo con il modello deformativo.

Metodo a spostamento assegnato

In tale metodo l'utente fissa una deformazione di calcolo con la quale, per ogni superficie, si ottiene lo spostamento come sopra indicato.

Metodo a spostamenti incrementali

In tale metodo l'utente definisce una deformazione massima e di conseguenza per ogni superficie uno spostamento massimo.

Nell'ambito del campo di spostamenti che vanno da zero allo spostamento massimo, il programma analizza e ricerca diverse situazioni:

1. spostamento nullo
2. spostamento tale da ottenere $F_s = 1.0$
3. spostamento tale da ottenere $F_s = F_{smin}$ (coefficiente di sicurezza minimo fissato dall'utente)
4. spostamento tale da ottenere $F_s = F_{smax}$ (coefficiente di sicurezza massimo)
5. spostamento pari al valore massimo fissato dall'utente (tramite la deformazione massima)

La situazione 1. è quella che corrisponde a rinforzi assenti (o rinforzi che lavorano con spostamento nullo).

La situazione 2. è la ricerca di quella situazione deformativa del pendio che consente il raggiungimento della condizione di equilibrio ($F_s=1$); se il pendio è già inizialmente (in assenza di rinforzi) con $F_s > 1.0$ allora il calcolo non viene eseguito, cioè non è necessario mobilitare i rinforzi.

La situazione 3. è la ricerca di quella situazione deformativa del pendio che consente il raggiungimento di un coefficiente di sicurezza minimo (F_{smin}) fissato dall'utente. Anche in questo caso, se il pendio ha già in assenza dei rinforzi $F_s > F_{smin}$ il calcolo non viene eseguito, cioè ancora una volta non è necessario mobilitare i rinforzi.

La situazione 4. è la ricerca di quella situazione deformativa del pendio che consente il raggiungimento del massimo coefficiente di sicurezza possibile nell'ambito delle deformazioni del pendio fissate dall'utente. Dato che la funzione relativa al coefficiente di sicurezza può presentare diversi massimi relativi, il procedimento iterativo che fornisce la situazione di F_{smax} può individuare un massimo relativo e non assoluto.

La situazione 5. è quella che corrisponde alla deformazione massima del pendio, fissata dall'utente.

Per le situazioni 2-3-4-5 e per ciascuna superficie analizzata viene memorizzato il vettore delle sollecitazioni agenti nei rinforzi ed al termine si determina, per ogni situazione e per ogni rinforzo, la massima sollecitazione e la relativa deformazione associata.

3.4.2 *Generazione delle superfici di rottura*

Nel codice di calcolo è possibile far eseguire una ricerca della superficie di potenziale scorrimento, cioè la ricerca di quella superficie che presenta il coefficiente di sicurezza minore e quindi la superficie che presenta la maggiore probabilità di generare un collasso del pendio, qualora uno o più parametri di resistenza fossero inferiori a quelli del calcolo o i carichi fossero superiori.

La generazione delle superfici può essere di due tipi:

- superfici circolari
- superfici casuali

Il metodo di calcolo associabile alle superfici generate è: Bishop per superfici circolari, Janbu per superfici circolari e casuali.

La ricerca della superficie critica è sostanzialmente guidata dall'utente mediante l'utilizzo di alcuni parametri geometrici quali:

- l'estensione del tratto da cui partono le superfici
- l'estensione del tratto in cui terminano le superfici
- l'ampiezza dell'angolo di partenza delle superfici
- la lunghezza di ogni singolo tratto della superficie di scorrimento
- una quota minima sotto la quale le superfici non possono arrivare
- un profilo geometrico all'interno del quale le superfici non possono entrare (ad esempio un profilo roccioso)

Il risultato finale può dipendere anche sensibilmente da tali scelte per cui è sempre opportuno eseguire più calcoli con differenti parametri. Ogni singola superficie viene generata mediante successione di tratti (della lunghezza stabilita dall'utente) la cui inclinazione è generata in modo casuale, ma comunque parzialmente guidata per rispettare i vincoli imposti.

3.4.3 *Suddivisione in conci*

Ottenuta una superficie di scorrimento la porzione di terreno soggetta a rottura viene suddivisa in conci, sulla base dei seguenti punti singolari:

- discontinuità della superficie di scorrimento stessa
- discontinuità nei profili geometrici e stratigrafici
- discontinuità nei profili dei livelli di falda
- posizione dei carichi

3.4.4 *Carichi*

Le tipologie di carichi agenti sul pendio sono:

- Carico uniforme
- Carichi lineari applicati al contorno
- Carichi puntuali ripetuti ad intervalli regolari
- Carichi puntuali isolati

- Carichi dovuti alla presenza di tiranti
- Carichi dinamici dovute a forze di natura sismica

Altre forze sono introdotte implicitamente in presenza di superficie di falda (si veda la sezione falde):

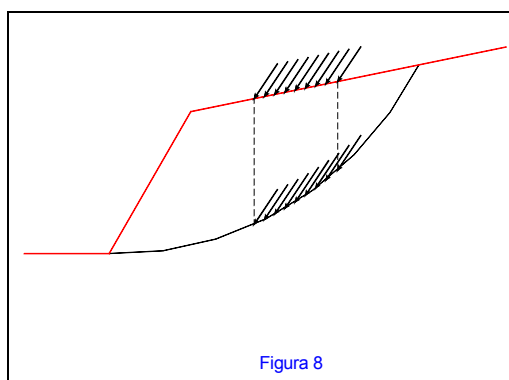
- a) pressioni applicate al contorno nel caso di superficie piezometrica esterna alla superficie libera del terreno;
- b) forze di filtrazione nel pendio, nel caso di superficie piezometriche inclinate.

Carico uniforme

Il programma prevede l'inserimento di carichi uniformemente distribuiti mediante l'assegnazione del tratto di contorno esterno interessato, valore del carico e sua inclinazione.

Tale carico viene quindi riportato alla base dei conci interessati alla loro sommità, senza nessuna diffusione laterale (**fig. 8**).

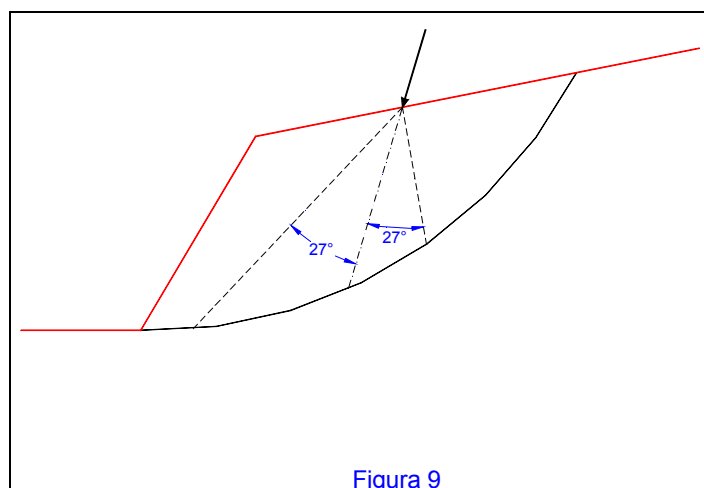
Nel caso di carico inclinato il programma provvede a scomporne le due componenti orizzontale e verticale.



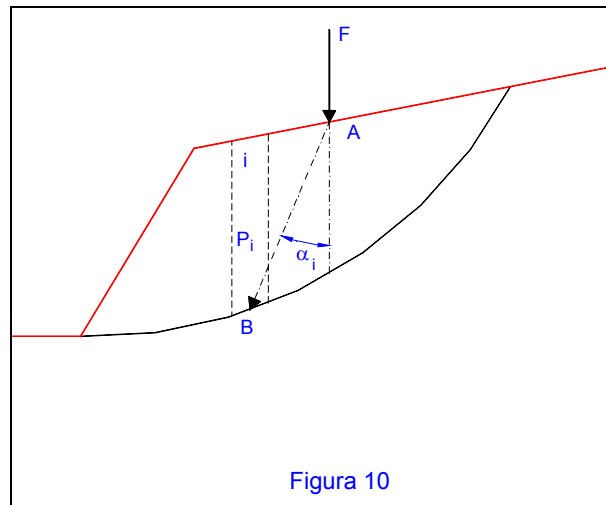
Carichi lineari applicati al contorno

Trattasi di un carico lineare in senso longitudinale al pendio, che diventa puntiforme nella sezione trasversale.

Tale carico viene diffuso in profondità (**fig. 9**) secondo un angolo di circa 27° (angolo dato dal rapporto 1:2) dalla direzione del carico (quindi complessivamente circa 54°).



Il valore della pressione risultante su ogni concio dall'applicazione del carico (**F**) è definito dal seguente procedimento (**fig. 10**):



- dato un concio **i**, si calcola l'angolo (α_i) formato tra la direzione del carico e la congiungente il punto di applicazione del carico (**A**) con il centro della base del concio (**B**); se tale angolo è inferiore a quello sopra indicato il procedimento continua;
- si calcola la distanza (d_i) tra i due punti **A** e **B**;
- la pressione radiale (σ_i), cioè agente nella direzione **A-B**, agente alla base del concio viene calcolata con la formula di Flamant (Morlier e Tenier 1982):

$$\sigma_i = \frac{2 \cdot F \cdot \cos(\alpha_i)}{\pi \cdot d_i}$$

- la forza radiale (**P_i**) risultante alla base del concio è ottenuta quindi moltiplicando la pressione per la lunghezza del concio

Le forze così calcolate vengono modificate nella loro intensità per garantire l'equilibrio del sistema di forze formato dalla forza applicata **F** e dalle forze radiali **P_i**, secondo il seguente procedimento:

- si calcolano le componenti di tutte le forze radiali **P_i** nelle direzioni parallele (**P1**) ed ortogonali (**P2**) alla direzione del carico;
- le forze vengono distinte in **P1a** e **P1b**, **P2a** e **P2b** dove l'indice **b** è riferito a forze per le quali la componente **P2** è negativa
- si imposta un sistema che permette di equilibrare le forze agenti:

$$\begin{aligned} a [P1a] + b [P1b] &= F \\ a [P2a] + b [P2b] &= 0 \end{aligned}$$

- l'applicazione dei coefficienti **a** e **b** rispettivamente alle forze con indici **a** e **b** consente di ottenere un insieme di forze radiali **P_i** equilibrato con la forza applicata

Carichi puntuali ripetuti ad intervalli regolari

Trattasi di carichi puntuali (puntiformi) che si ripetono ad intervalli regolari nella terza dimensione (direzione longitudinale).

Tale carico viene trattato secondo un procedimento che prevede dapprima la trasformazione dei carichi puntuali in carico lineare (ripartizione longitudinale) e quindi l'applicazione del metodo del punto precedente.

La ripartizione longitudinale avviene secondo il seguente schema:

- si determina (**fig. 11**) la distanza (**Zs**) tra il punto di applicazione del carico (**A**) e la superficie di rottura (**B**)
- si determina (**fig. 12**) la distanza (**Zcr**) alla quale si intersecano i coni di diffusione longitudinale dei carichi con angolo di circa 37° (angolo dato dal rapporto 3:4) si intersecano (**Zcr = 2/3 * I**, essendo **I** = interasse dei carichi)
- si determina (**fig. 13**) la larghezza della superficie di rottura interessata dalla diffusione longitudinale di un carico singolo in corrispondenza della superficie di rottura (**L**)
- per **Zs** minore di **Zcr** il carico lineare equivalente è dato da **Q/L**
- per **Zs** maggiore di **Zcr** il carico lineare equivalente è dato da **Q/I**

Una volta trasformati i carichi puntuali ripetuti ad interasse costante in carico lineare (diffusione longitudinale), si effettua la diffusione trasversale come già visto al punto precedente.

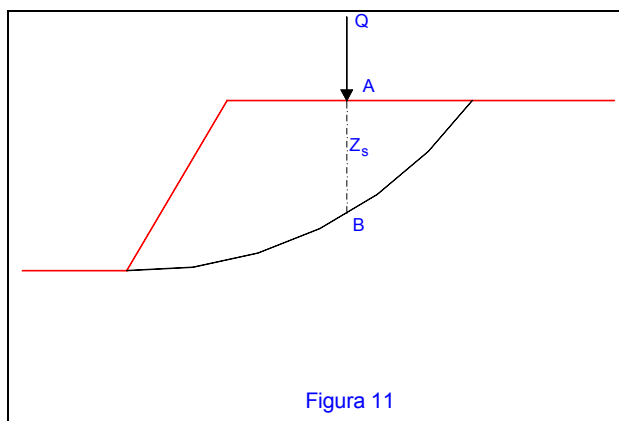


Figura 11

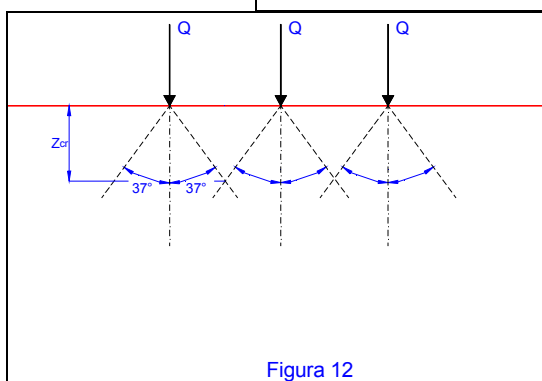


Figura 12

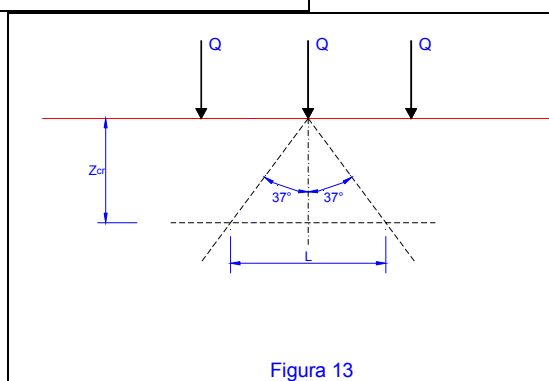


Figura 13

Carichi puntuali isolati

Trattasi di carichi puntuali isolati che non si ripetono nella terza dimensione. Tale carico trasformato in carico lineare mediante ripartizione longitudinale:

- si determina (**fig. 11**) la distanza (**Zs**) alla quale il carico interseca la superficie di rottura
- si determina (**fig. 13**) la larghezza della superficie di rottura interessata dalla diffusione longitudinale del carico con angolo di circa 37° (angolo dato dal rapporto 3:4) in corrispondenza della superficie di rottura (**L**)
- il carico puntuale **Q** viene trasformato in carico lineare equivalente (**Q/L**)

Una volta trasformato il carico puntuale isolato in carico lineare (diffusione longitudinale), si effettua la diffusione trasversale come già visto in precedenza.

Carichi dovuti alla presenza di tiranti

Il carico dovuto a tiranti è trattato come una forza lineare mediante ripartizione del carico sull'interasse dei tiranti.

Inizialmente (**fig. 14**) viene controllato che la lunghezza complessiva del tirante sia tale da intersecare la superficie di scorrimento (l'utente dovrà controllare che il bulbo di ancoraggio sia esterno alla superficie di scorrimento).

In caso positivo si effettua una diffusione con angolo di 90° rispetto alla direzione del tirante (in totale quindi 180°) con una metodologia identica a quella dei carichi lineari.

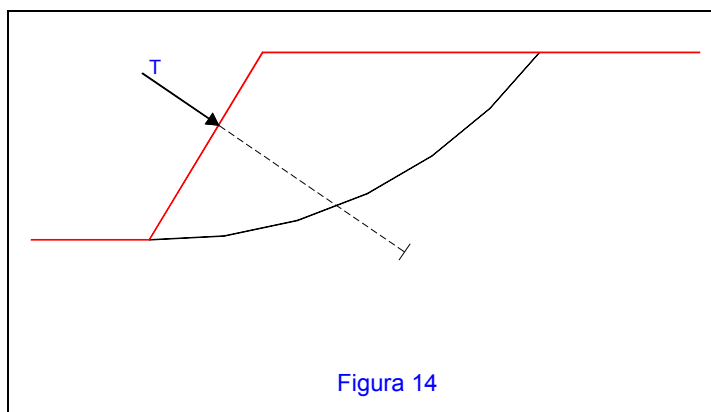


Figura 14

3.4.5 Falde nei terreni

La presenza di uno o più livelli di falda nei terreni è definita mediante assegnazione di spezzate definite da punti che richiedono i seguenti dati:

- ascissa del punto
- ordinata del punto
- ordinata inferiore di validità della falda
- pressione agente alla quota della falda

I primi due dati si riferiscono alla superficie libera della falda.

Possono essere inserite falde in pressione ed in tal caso per ogni punto della superficie libera si fornisce anche la pressione agente.

Possono essere anche inserite falde sospese, fornendo l'ordinata inferiore di validità della falda.

Nel calcolo molteplici sono gli aspetti connessi alla presenza di un livello di falda:

- calcolo del peso del concio
- calcolo della pressione interstiziale alla base del concio
- calcolo delle forze sulla superficie libera del terreno
- calcolo delle forze connesse ad una falda inclinata (forze di filtrazione)
- calcolo delle forze connesse ad una falda che si interrompe all'interno del modello (spinte idrostatiche)

E' inoltre da tenere presente che nel calcolo della pressione interstiziale può essere utilizzato il parametro R_u (pore pressure parameter) come di seguito riportato al punto relativo.

Calcolo del peso del concio

Nel calcolo del peso del concio la presenza di una falda all'interno di un concio comporta l'utilizzo del peso di volume naturale per la parte fuori falda e il peso di volume saturo per la parte sotto falda.

Il calcolo delle quote necessarie al calcolo dei volumi viene eseguito in corrispondenza della sezione media del concio; i valori ottenuti sono applicati a tutto il concio.

Calcolo della pressione interstiziale alla base del concio

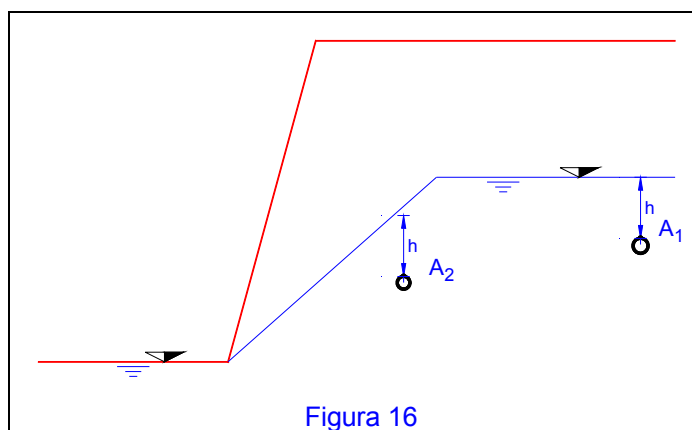
La pressione interstiziale alla base del concio (u) viene calcolata al fine di determinare la pressione efficace alla base del concio stesso (2.5.1) per l'utilizzo del modello di resistenza previsto.

Il calcolo della pressione interstiziale è particolarmente semplice per una falda orizzontale, potendosi usare la formula della pressione idrostatica (**fig. 16**, punto A_1):

$$u = \gamma_w \cdot h$$

dove: γ_w è il peso di volume dell'acqua,

h è la differenza di quota tra la superficie libera e la base del concio,
eventualmente aumentata della pressione agente al pelo libero



Nel caso di falda inclinata l'utilizzo della pressione idrostatica è certamente conservativa e può essere eccessivamente penalizzante (**fig. 16**, punto A_2). A rigore sarebbe necessario disporre della rete di flusso e calcolare quindi la pressione rispetto alla quota dell'equipotenziale corrispondente alla base del concio, ma ciò è troppo complesso per gli scopi del programma.

Si è utilizzato allora il seguente metodo (**fig. 17**):

- considerato un concio si calcola l'altezza h_1 , corrispondente all'altezza idrostatica (quindi lungo la verticale),
- si determina quindi la quota del punto **B**, essendo **B** il piede della perpendicolare del punto **A** (centro della base del concio) sul profilo della falda
- si determina l'altezza h_2 , pari alla differenza di quota tra **A** e **B**
- si assume come altezza di falda per il calcolo della pressione interstiziale ($u=\gamma_w \cdot h$) la media tra h_1 e h_2

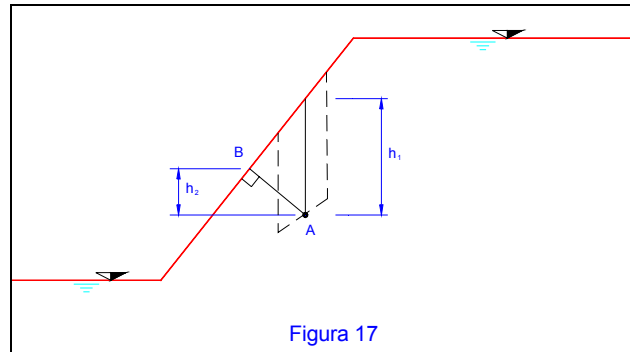


Figura 17

Il valore così ottenuto è ancora leggermente conservativo rispetto al valore reale.

Ai soli fini del calcolo della pressione interstiziale può essere utilizzato il parametro **Ru** (pore pressure parameter) che viene definito come un parametro legato ai terreni e non alle falde.

Con il parametro **Ru** è possibile calcolare l'eccesso di pressione interstiziale (Δu) dovuto a sforzi di taglio secondo la seguente relazione:

$$\Delta u = W \cdot Ru / dx$$

essendo **W** il peso totale del concio e **dx** è la sua larghezza

L'eccesso di pressione Δu si aggiunge sempre al valore di pressione **u** ottenuto con la formulazione legata alla definizione di falda, per cui può sostituirsi o aggiungersi del tutto a questa.

Calcolo delle forze sulla superficie libera del terreno

Quando una falda si trova sopra il profilo libero del terreno, si generano pressioni idrostatiche (u_t) calcolate per ogni concio dalla relazione:

$$u_t = \gamma_w \cdot h_t$$

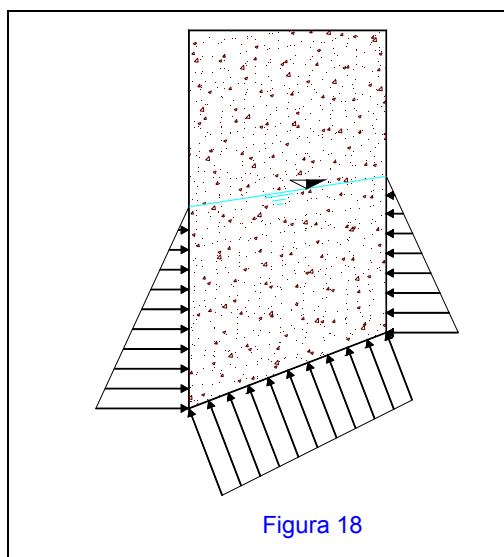
dove h_t è l'altezza della colonna d'acqua sovrastante il profilo libero del terreno

Calcolo delle forze di forze di filtrazione

Nel caso di falda inclinata si genera nel terreno una forza di trascinamento parallela alla direzione del flusso.

La componente verticale di tale forza, diretta verso il basso, è implicitamente calcolata quando si determina la pressione interstiziale alla base. Infatti l'utilizzo di una altezza di falda inferiore a quella idrostatica comporta una minore sottospinta, proprio per l'effetto di trascinamento verso il basso delle forze di filtrazione (per una falda che decresce verso il pendio a valle).

La componente orizzontale (**fig. 18**) viene calcolata sulla base dello squilibrio delle spinte idrauliche agenti sul bordo destro del concio (forza diretta verso sinistra), sul bordo sinistro (forza diretta verso destra) e sul fondo (forza usualmente diretta verso sinistra). In una falda orizzontale la somma di tali forze è nulla, mentre se la falda è inclinata risulterà un valore positivo verso sinistra (per una falda che decresce verso il pendio a valle).



Calcolo delle spinte idrostatiche

Quando una falda termina all'interno del terreno, ad esempio contro una superficie impermeabile), si genera al suo interno una spinta idrostatica. Il calcolo di tale spinta è ottenuto con il medesimo procedimento visto al punto precedente.

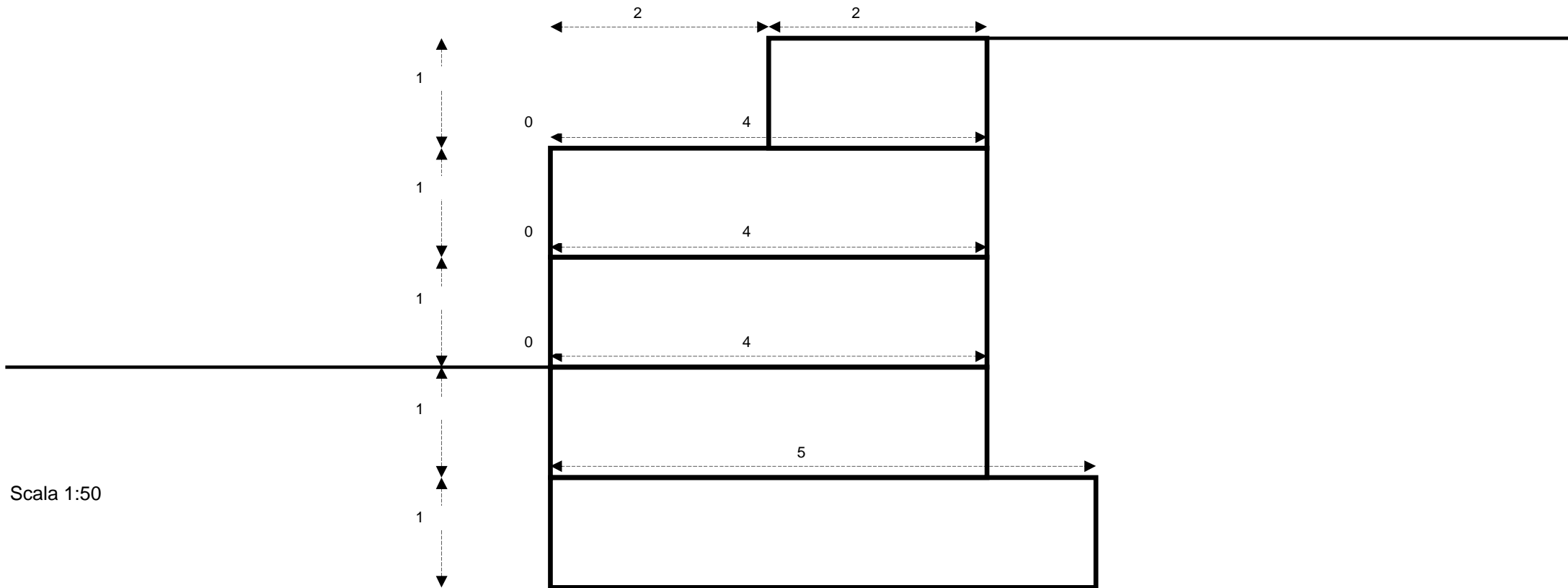
4 INFORMATIVA AFFIDABILITA' CODICI DI CALCOLO

Il processo di progettazione e sviluppo del software di calcolo utilizzato per i muri a gabbioni è stato effettuato sulla base di opportune procedure acquisite nell'ambito del Sistema di Gestione della Qualità Aziendale.

Al progettista, inoltre, sono stati forniti gli esempi di calcolo utilizzati per verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le necessarie verifiche di controllo, i cui dati in ingresso, in essi riportati, potranno essere utilizzati per eventuali confronti con testi specialistici e altri strumenti di calcolo. Il software è dotato di strumenti di autodiagnostica che controllano ed evidenziano, durante le procedure di inserimento dei dati e di elaborazione, eventuali valori non congrui, il cui utilizzo comprometterebbe una corretta elaborazione degli stessi.

CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=5 m su terreni argillosi
“CLASSE A”**



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbinata H=5 m su terreno tipo "A"

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/m}^2$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²
parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²
parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 13090,2 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 11336,44 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 6545,1 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 13090,2 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 11336,44 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,08

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $F_{2d} (^\circ) = 14,57$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 3200 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 61498,98 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $10,62^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,93 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,78$ $i_q = 0,78$ $i_g = 0,07$

fattori del carico limite, $N_c = 10,71$ $N_q = 3,78$ $N_g = 2,49$

carico limite unitario, $q_{lim} = 3,78 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 186158,08 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 3,08
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 3200 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 7,33$ $R_c (m) = 8,12$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	415,67	0	-45,33	0	0,72	0	7,33	0	1282,6	683,38
2	1158,17	0	-38,5	0	0,72	0	7,33	0	2001,45	655,82
3	1744,47	0	-32,27	0	0,72	0	7,33	0	2465,64	637,32
4	2208,4	0	-26,45	0	0,72	0	7,33	0	2777,17	624,06
5	2569,91	0	-20,92	0	0,72	0	7,33	0	2986,01	614,16
6	2841,57	0	-15,58	0	0,72	0	7,33	0	3119,2	606,61
7	3031,47	0	-10,38	0	0,72	0	7,33	0	3192,07	600,84
8	3144,7	0	-5,27	0	0,72	0	7,33	0	3213,1	596,47
9	3184,06	0	-0,2	0	0,72	0	7,33	0	3186,17	593,29
10	3150,51	0	4,87	0	0,72	0	7,33	0	3111,57	591,18
11	3043,25	0	9,98	0	0,72	0	7,33	0	2986,18	590,1
12	65,44	0	12,58	0	0,01	0	7,33	0	64,94	9,44
13	5867,88	0	15,05	0	0,67	0	7,33	0	5885,25	710,79
14	5642,68	0	20	0	0,67	0	7,33	0	5744,36	715,44
15	5346,49	0	25,1	0	0,67	0	7,33	0	5565,47	722,88
16	4970,74	0	30,43	0	0,67	0	7,33	0	5333,87	733,95
17	4502,44	0	36,08	0	0,67	0	7,33	0	5024,26	750,08
18	3920,9	0	42,17	0	0,67	0	7,33	0	4589,02	773,97
19	3190,31	0	48,93	0	0,67	0	7,33	0	3924,95	811,29
20	2237,86	0	56,82	0	0,67	0	7,33	0	2747,95	876,88
21	846,86	0	67,21	0	0,67	0	7,33	0	-273,73	1033,59

$L (m) = 17,32$

$M_{resist} = 595056,69 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 113096,7 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 5,261

verifica soddisfatta

5) VERIFICHE STRUTTURALI (metodo agli SLU)

Sez. 1-1 (distanza sezione rispetto alla testa del muro = 4 m largh. sez B = 4 m)

spinta attiva dovuta al terrapieno, $Sat = 10089,78 \text{ kg}$

spinta attiva dovuta al sovraccarico, $Saq = 0 \text{ kg}$

spinta attiva complessiva, $Sa = 10089,78 \text{ kg}$

componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano sulla sezione = 8738,01 kg

componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano sulla sezione = 40044,89 kg

Momento ribaltante = 11650,68 kg*m

Momento stabilizzante = 95179,57 kg*m

eccentricità dello sforzo normale, $e = 0,09 \text{ m}$ ($u = 2,09 \text{ m}$)

sforzo normale, $N_x = -40044,89 \text{ kg}$

taglio, $T_z = -8738,01 \text{ kg}$

momento flettente, $M_y = -3439,1 \text{ kg*m}$

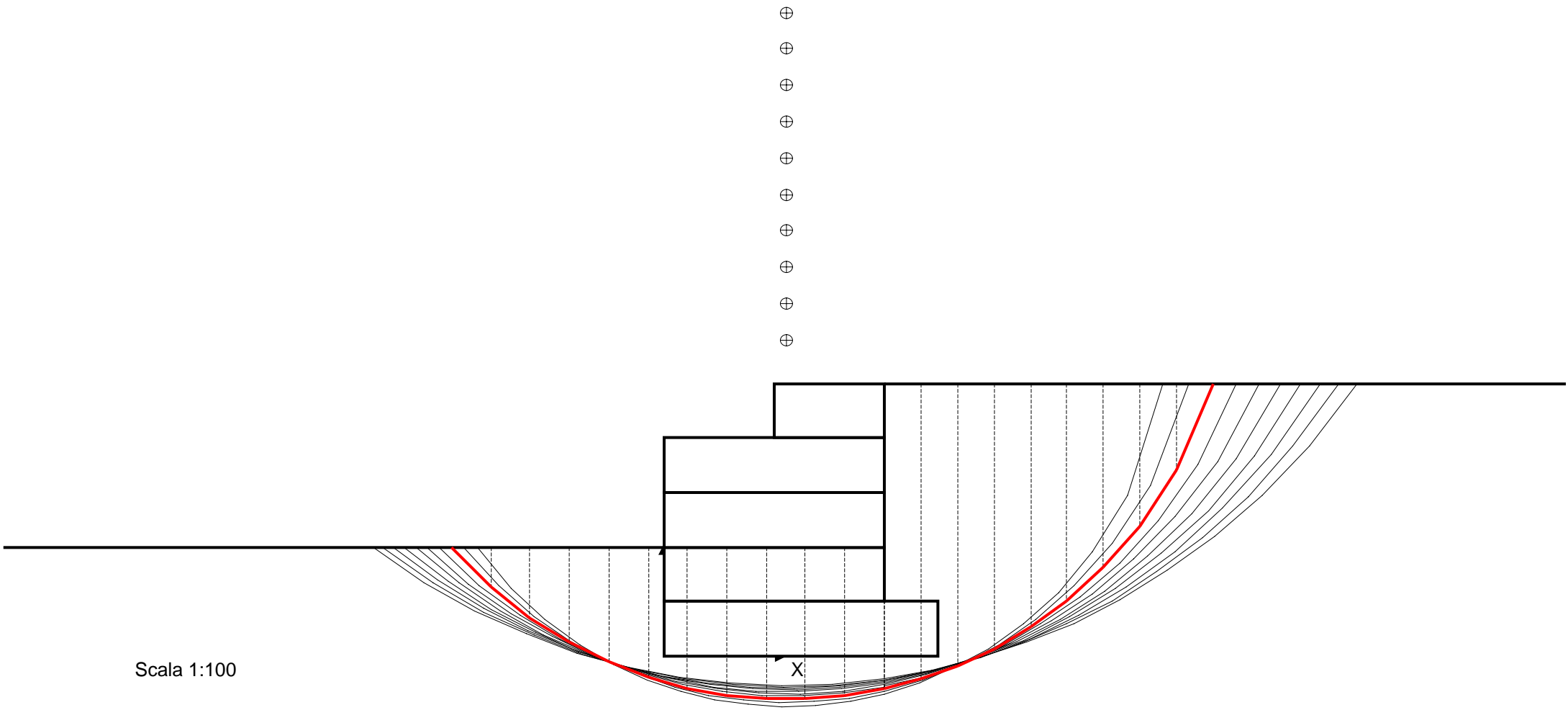
sezione non parzializzata ($B/6 = 0,67 \text{ m}$)

tensione normale lembo esterno sezione = 0,87 kg/cm²

tensione normale lembo interno sezione = 1,13 kg/cm²

tensione normale media = 1 kg/cm²

tensione tangenziale max = 0,33 kg/cm²



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=5 terreno tipo "A" - approccio 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/m}^2$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 15765,29 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 13653,14 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7882,64 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 15765,29 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 13653,14 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,61

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $F_{2d} (^\circ) = 18$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 4000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 63273,24 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $12,46^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,91 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,74$ $i_q = 0,74$ $i_g = 0,09$

fattori del carico limite, $N_c = 13,1$ $N_q = 5,26$ $N_g = 4,07$

carico limite unitario, $q_{lim} = 5,5 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 270034,97 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 4,37
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 3200 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 7,33$ $R_c (m) = 8,12$

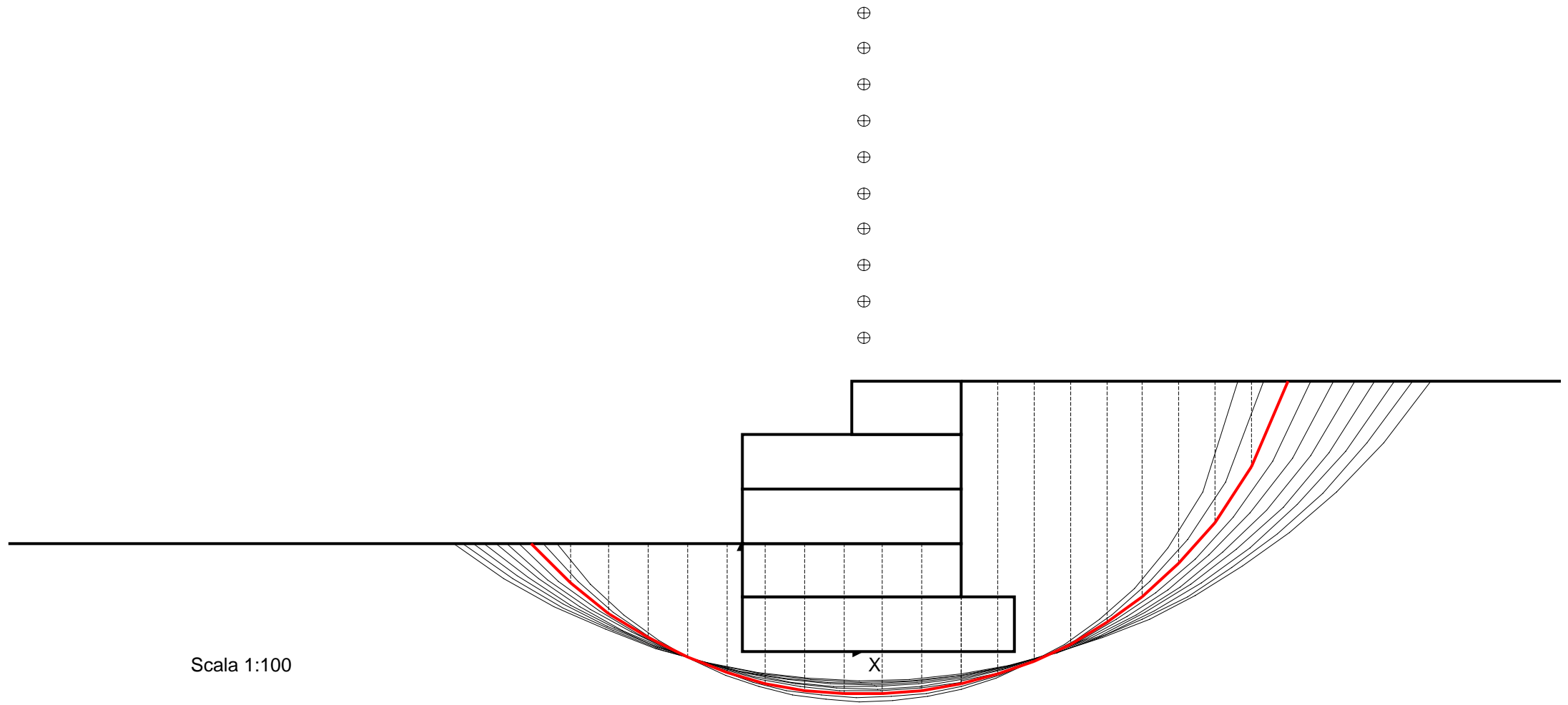
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	415,67	0	-45,33	0	0,72	0	7,33	0	1282,6	683,38
2	1158,17	0	-38,5	0	0,72	0	7,33	0	2001,45	655,82
3	1744,47	0	-32,27	0	0,72	0	7,33	0	2465,64	637,32
4	2208,4	0	-26,45	0	0,72	0	7,33	0	2777,17	624,06
5	2569,91	0	-20,92	0	0,72	0	7,33	0	2986,01	614,16
6	2841,57	0	-15,58	0	0,72	0	7,33	0	3119,2	606,61
7	3031,47	0	-10,38	0	0,72	0	7,33	0	3192,07	600,84
8	3144,7	0	-5,27	0	0,72	0	7,33	0	3213,1	596,47
9	3184,06	0	-0,2	0	0,72	0	7,33	0	3186,17	593,29
10	3150,51	0	4,87	0	0,72	0	7,33	0	3111,57	591,18
11	3043,25	0	9,98	0	0,72	0	7,33	0	2986,18	590,1
12	65,44	0	12,58	0	0,01	0	7,33	0	64,94	9,44
13	5867,88	0	15,05	0	0,67	0	7,33	0	5885,25	710,79
14	5642,68	0	20	0	0,67	0	7,33	0	5744,36	715,44
15	5346,49	0	25,1	0	0,67	0	7,33	0	5565,47	722,88
16	4970,74	0	30,43	0	0,67	0	7,33	0	5333,87	733,95
17	4502,44	0	36,08	0	0,67	0	7,33	0	5024,26	750,08
18	3920,9	0	42,17	0	0,67	0	7,33	0	4589,02	773,97
19	3190,31	0	48,93	0	0,67	0	7,33	0	3924,95	811,29
20	2237,86	0	56,82	0	0,67	0	7,33	0	2747,95	876,88
21	846,86	0	67,21	0	0,67	0	7,33	0	-273,73	1033,59

$L (m) = 17,32$

$M_{resist} = 595056,69 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 113096,7 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 5,261

verifica soddisfatta



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=5 m su terreni argillosi
“CLASSE D”**

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=5 terreni tipo "D" (Approccio 1)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2$ m

spessore del magrone, $S_m = 0,2$ m

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600$ kg/mc

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900$ kg/mc

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000$ kg/mq

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500$ kg/mc

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0$ kg/cm²

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0$ kg/cm²

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100$ kg/mq

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50$ anni

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81$ m/s²

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0226$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0113$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,008$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,004$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 13090,2 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 11336,44 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 6545,1 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 13090,2 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 11336,44 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,08

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $F_{1d} (\circ) = 14,57$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 3200 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 61498,98 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $10,62^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,93 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,78$ $i_q = 0,78$ $i_g = 0,07$

fattori del carico limite, $N_c = 10,71$ $N_q = 3,78$ $N_g = 2,49$

carico limite unitario, $q_{lim} = 3,78 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 186158,08 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 3,08
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 3200 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 7,33$ $R_c (m) = 8,12$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	415,67	0	-45,33	0	0,72	0	7,33	0	1282,6	683,38
2	1158,17	0	-38,5	0	0,72	0	7,33	0	2001,45	655,82
3	1744,47	0	-32,27	0	0,72	0	7,33	0	2465,64	637,32
4	2208,4	0	-26,45	0	0,72	0	7,33	0	2777,17	624,06
5	2569,91	0	-20,92	0	0,72	0	7,33	0	2986,01	614,16
6	2841,57	0	-15,58	0	0,72	0	7,33	0	3119,2	606,61
7	3031,47	0	-10,38	0	0,72	0	7,33	0	3192,07	600,84
8	3144,7	0	-5,27	0	0,72	0	7,33	0	3213,1	596,47
9	3184,06	0	-0,2	0	0,72	0	7,33	0	3186,17	593,29
10	3150,51	0	4,87	0	0,72	0	7,33	0	3111,57	591,18
11	3043,25	0	9,98	0	0,72	0	7,33	0	2986,18	590,1
12	65,44	0	12,58	0	0,01	0	7,33	0	64,94	9,44
13	5867,88	0	15,05	0	0,67	0	7,33	0	5885,25	710,79
14	5642,68	0	20	0	0,67	0	7,33	0	5744,36	715,44
15	5346,49	0	25,1	0	0,67	0	7,33	0	5565,47	722,88
16	4970,74	0	30,43	0	0,67	0	7,33	0	5333,87	733,95
17	4502,44	0	36,08	0	0,67	0	7,33	0	5024,26	750,08
18	3920,9	0	42,17	0	0,67	0	7,33	0	4589,02	773,97
19	3190,31	0	48,93	0	0,67	0	7,33	0	3924,95	811,29
20	2237,86	0	56,82	0	0,67	0	7,33	0	2747,95	876,88
21	846,86	0	67,21	0	0,67	0	7,33	0	-273,73	1033,59

$L (m) = 17,32$

$M_{resist} = 595056,69 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 113096,7 \text{ kg*m}$

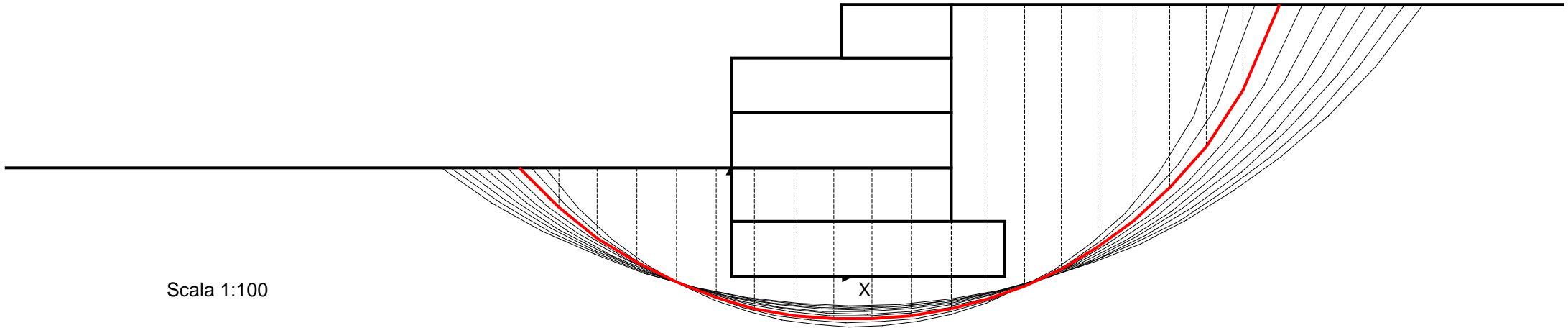
Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 5,261

verifica soddisfatta

Scala 1:100

⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕

X



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=5 terreni tipo "D"

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0226$

Coefficiente sismico verticale, $Cv = 0,0113$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,008$

Coefficiente sismico verticale, $Cv = 0,004$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 15765,29 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 13653,14 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7882,64 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 15765,29 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 13653,14 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,61

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $F_{2d} (^\circ) = 18$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 4000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 63273,24 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $12,46^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,91 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,74$ $i_q = 0,74$ $i_g = 0,09$

fattori del carico limite, $N_c = 13,1$ $N_q = 5,26$ $N_g = 4,07$

carico limite unitario, $q_{lim} = 5,5 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 270034,97 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 4,37
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 3200 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 7,33$ $R_c (m) = 8,12$

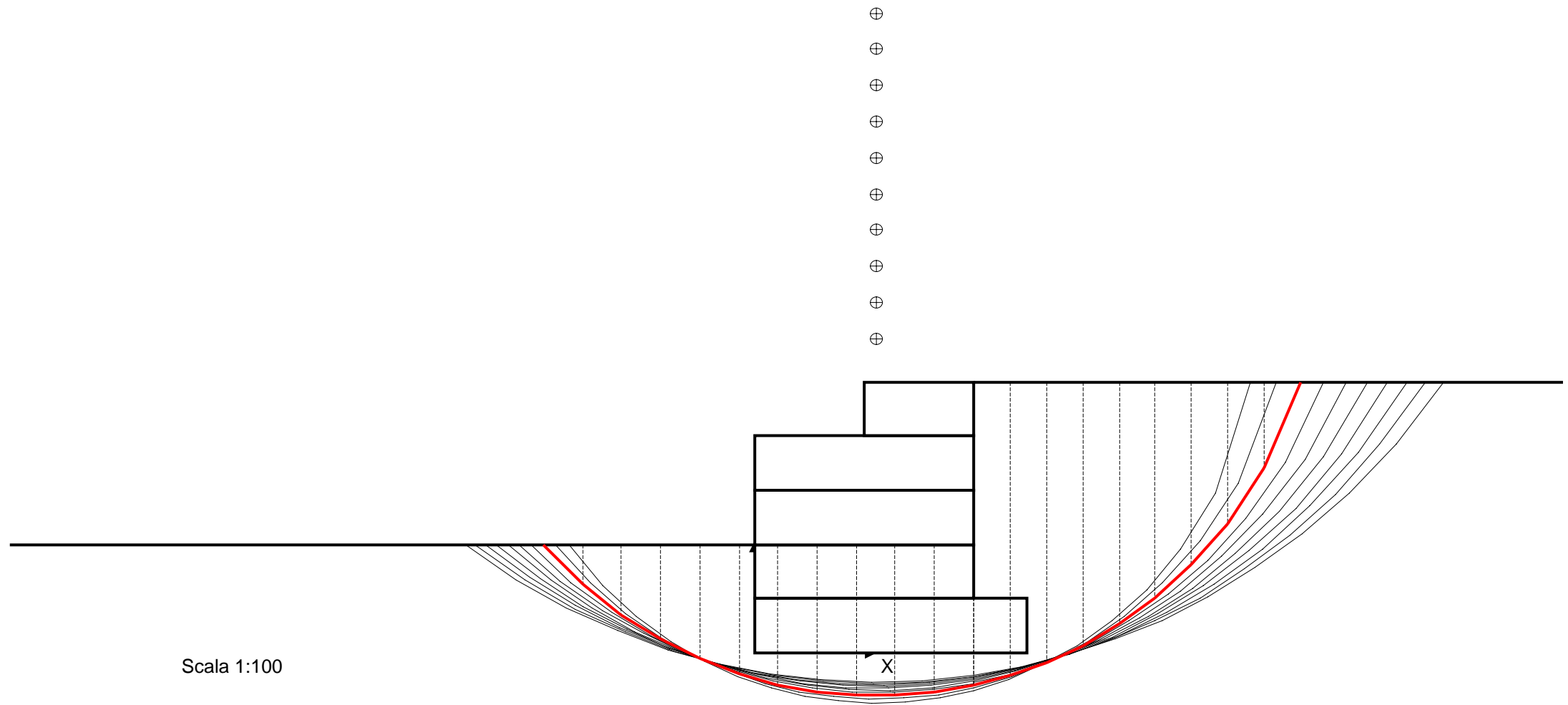
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	415,67	0	-45,33	0	0,72	0	7,33	0	1282,6	683,38
2	1158,17	0	-38,5	0	0,72	0	7,33	0	2001,45	655,82
3	1744,47	0	-32,27	0	0,72	0	7,33	0	2465,64	637,32
4	2208,4	0	-26,45	0	0,72	0	7,33	0	2777,17	624,06
5	2569,91	0	-20,92	0	0,72	0	7,33	0	2986,01	614,16
6	2841,57	0	-15,58	0	0,72	0	7,33	0	3119,2	606,61
7	3031,47	0	-10,38	0	0,72	0	7,33	0	3192,07	600,84
8	3144,7	0	-5,27	0	0,72	0	7,33	0	3213,1	596,47
9	3184,06	0	-0,2	0	0,72	0	7,33	0	3186,17	593,29
10	3150,51	0	4,87	0	0,72	0	7,33	0	3111,57	591,18
11	3043,25	0	9,98	0	0,72	0	7,33	0	2986,18	590,1
12	65,44	0	12,58	0	0,01	0	7,33	0	64,94	9,44
13	5867,88	0	15,05	0	0,67	0	7,33	0	5885,25	710,79
14	5642,68	0	20	0	0,67	0	7,33	0	5744,36	715,44
15	5346,49	0	25,1	0	0,67	0	7,33	0	5565,47	722,88
16	4970,74	0	30,43	0	0,67	0	7,33	0	5333,87	733,95
17	4502,44	0	36,08	0	0,67	0	7,33	0	5024,26	750,08
18	3920,9	0	42,17	0	0,67	0	7,33	0	4589,02	773,97
19	3190,31	0	48,93	0	0,67	0	7,33	0	3924,95	811,29
20	2237,86	0	56,82	0	0,67	0	7,33	0	2747,95	876,88
21	846,86	0	67,21	0	0,67	0	7,33	0	-273,73	1033,59

$L (m) = 17,32$

$M_{resist} = 595056,69 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 113096,7 \text{ kg*m}$

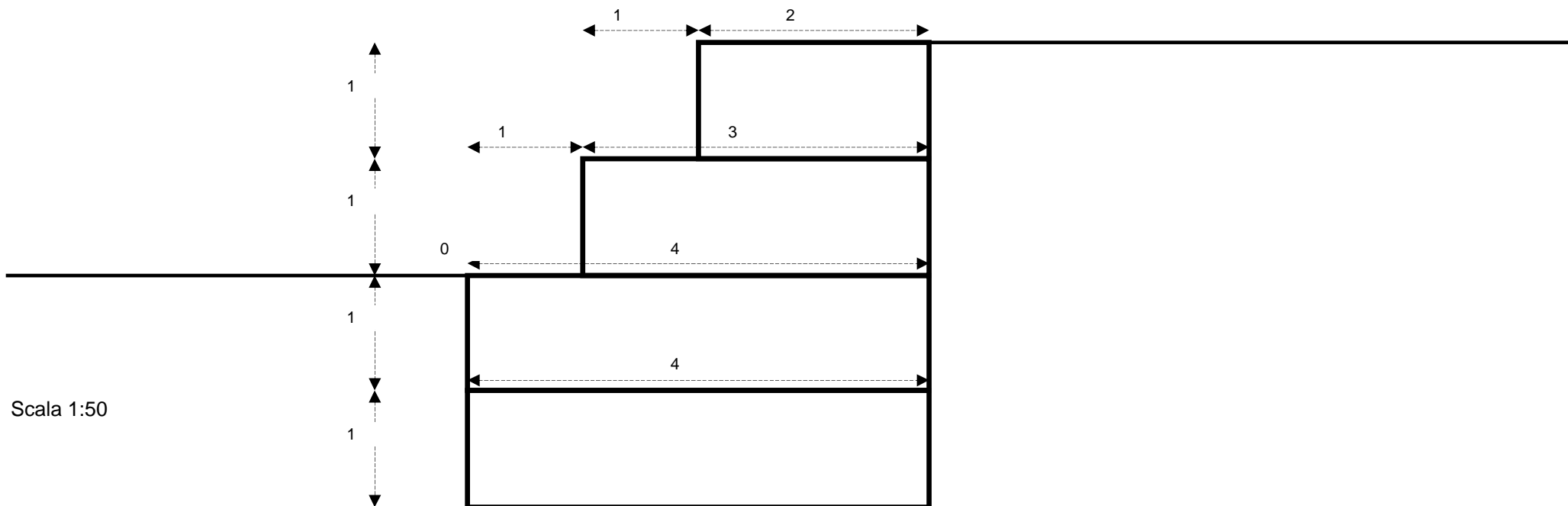
Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 5,261

verifica soddisfatta



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=4 m su terreni argillosi
“CLASSE A”**



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=4 terreno tipo A combinazione 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, Vr = 50 anni

coeff. di amplificazione topografica, St = 1

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 5%

Tempo di ritorno, Tr = 975 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,683 m/s²

parametro Fo = 2,65

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,683 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,2

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,0139

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,007

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 63%

Tempo di ritorno, Tr = 50 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,243 m/s²

parametro Fo = 2,48

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,243 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,2

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,005

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,0025

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 8377,73 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7255,32 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4188,86 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 8377,73 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 7255,32 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 36688,86 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,92

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 14,57$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 3200 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 37399,36 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $11,19^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,2 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,59 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,77$ $i_q = 0,77$ $i_g = 0,05$

fattori del carico limite, $N_c = 10,71$ $N_q = 3,78$ $N_g = 2,49$

carico limite unitario, $q_{lim} = 3,65 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 131118,53 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 36688,86 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 3,57

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

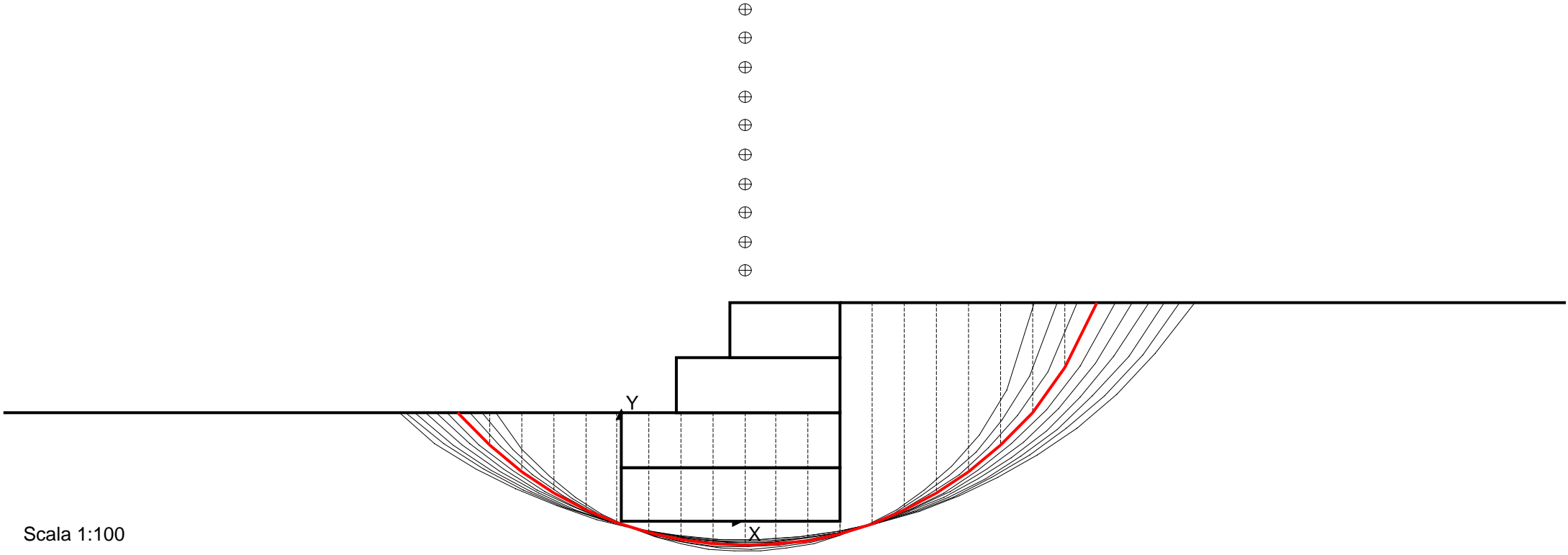
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	806,14	375,33
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1325,82	356,65
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1665,17	344,25
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1897,25	335,47
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2057,88	329,05
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2166,56	324,27
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2234,55	320,74
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2268,39	318,2
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2271,54	316,52
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2245,24	315,6
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2188,73	315,43
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2099,2	316,01
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,63	6,01
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3910,57	383,73
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3790,41	388,14
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3631,26	394,67
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3416,11	404,09
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3113,57	417,89
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2658,21	439,02
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1882,51	474,88
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	134,53	552,36

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 393380,34 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 7,742

verifica soddisfatta



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=4 terreno tipo "A" combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 8738,01 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 5044,89 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 8738,01 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,48

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 18$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 4000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 38548,3 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $13,1^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,19 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,62 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,73$ $i_q = 0,73$ $i_g = 0,07$

fattori del carico limite, $N_c = 13,1$ $N_q = 5,26$ $N_g = 4,07$

carico limite unitario, $q_{lim} = 5,26 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 190319,41 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 5,07

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

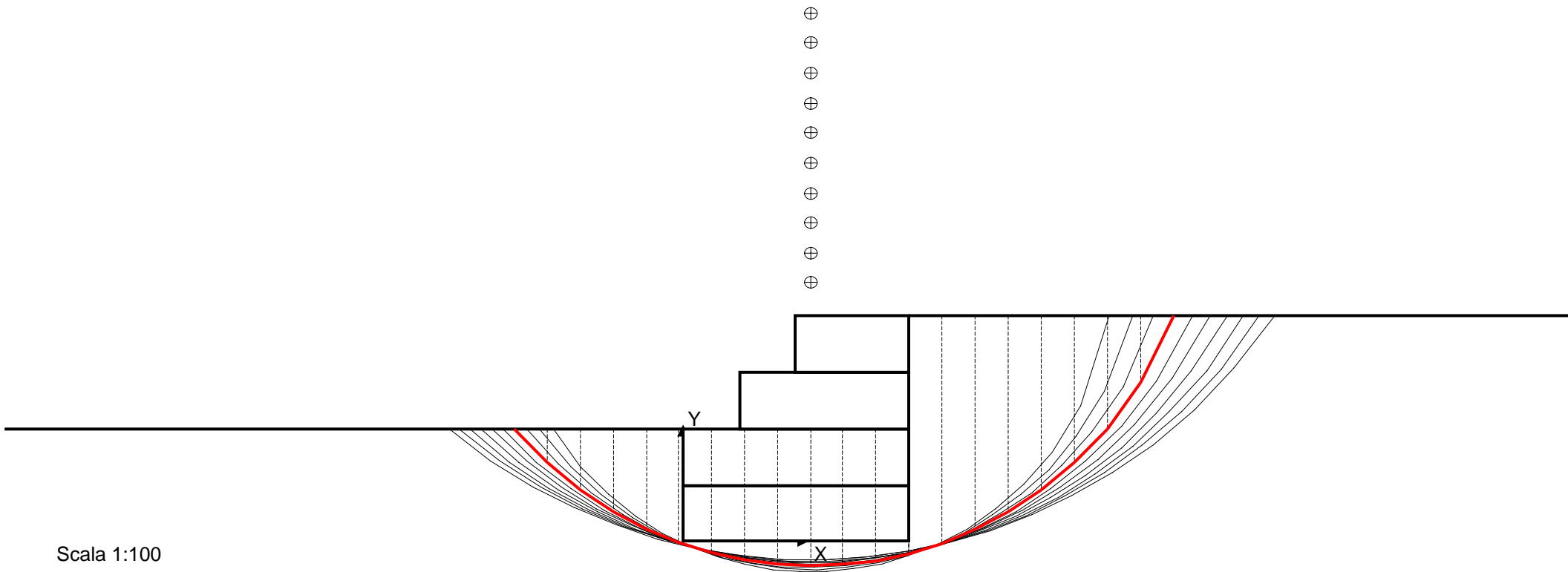
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	806,14	375,33
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1325,82	356,65
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1665,17	344,25
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1897,25	335,47
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2057,88	329,05
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2166,56	324,27
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2234,55	320,74
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2268,39	318,2
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2271,54	316,52
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2245,24	315,6
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2188,73	315,43
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2099,2	316,01
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,63	6,01
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3910,57	383,73
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3790,41	388,14
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3631,26	394,67
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3416,11	404,09
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3113,57	417,89
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2658,21	439,02
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1882,51	474,88
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	134,53	552,36

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 393380,34 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 7,742

verifica soddisfatta



Scala 1:100

CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=4 m su terreni argillosi
“CLASSE D”**

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=4 terreni tipo "D" combinazione 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, Vr = 50 anni

coeff. di amplificazione topografica, St = 1

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 5%

Tempo di ritorno, Tr = 975 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,683 m/s²

parametro Fo = 2,65

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 1,23 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1,8

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,0226

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,0113

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 63%

Tempo di ritorno, Tr = 50 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,243 m/s²

parametro Fo = 2,48

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,438 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1,8

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,008

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,004

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 8377,73 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7255,32 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4188,86 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 8377,73 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 7255,32 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 36688,86 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,92

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 14,57$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 3200 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 37399,36 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $11,19^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,2 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,59 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,77$ $i_q = 0,77$ $i_g = 0,05$

fattori del carico limite, $N_c = 10,71$ $N_q = 3,78$ $N_g = 2,49$

carico limite unitario, $q_{lim} = 3,65 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 131118,53 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 36688,86 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 3,57

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

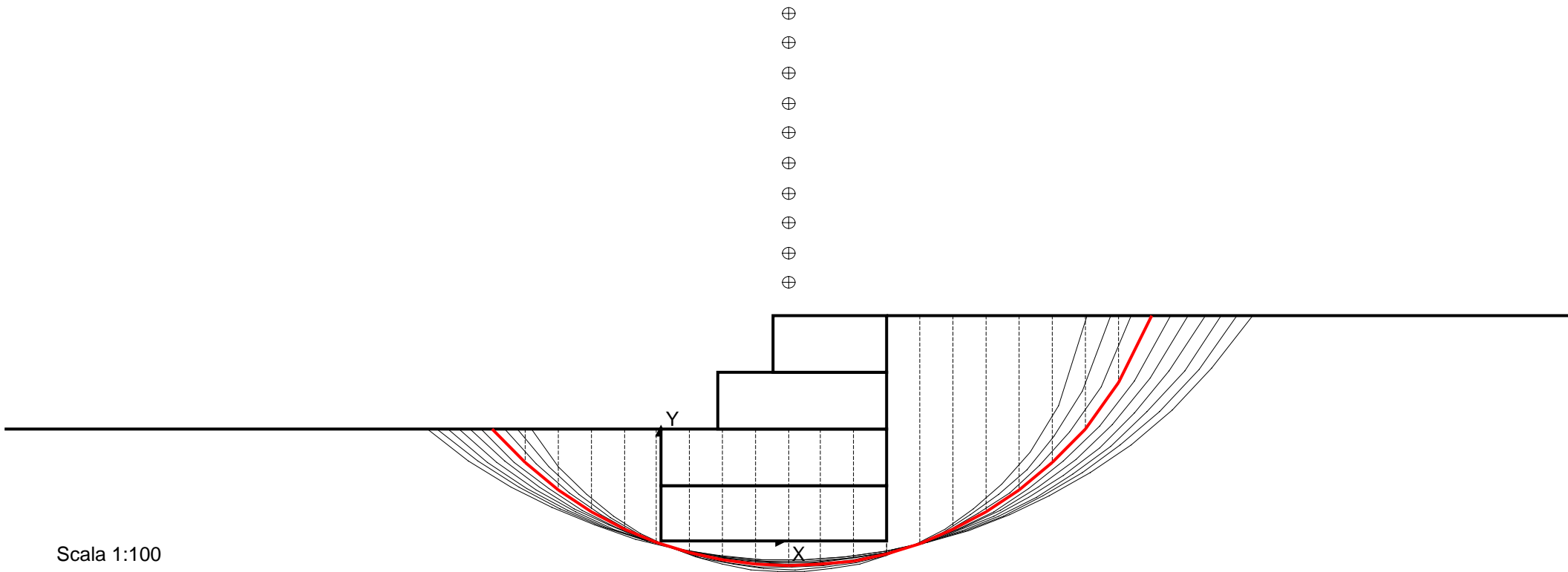
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	806,14	375,33
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1325,82	356,65
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1665,17	344,25
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1897,25	335,47
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2057,88	329,05
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2166,56	324,27
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2234,55	320,74
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2268,39	318,2
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2271,54	316,52
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2245,24	315,6
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2188,73	315,43
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2099,2	316,01
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,63	6,01
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3910,57	383,73
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3790,41	388,14
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3631,26	394,67
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3416,11	404,09
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3113,57	417,89
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2658,21	439,02
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1882,51	474,88
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	134,53	552,36

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 393380,34 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 7,742

verifica soddisfatta



Scala 1:100

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=4 terreni tipo "D" combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0226$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0113$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,008$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,004$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{atv} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 10089,78 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 8738,01 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{atv} = 5044,89 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 8738,01 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,48

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 18$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 4000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 38548,3 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $13,1^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,19 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,62 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,73$ $i_q = 0,73$ $i_g = 0,07$

fattori del carico limite, $N_c = 13,1$ $N_q = 5,26$ $N_g = 4,07$

carico limite unitario, $q_{lim} = 5,26 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 190319,41 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 5,07

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

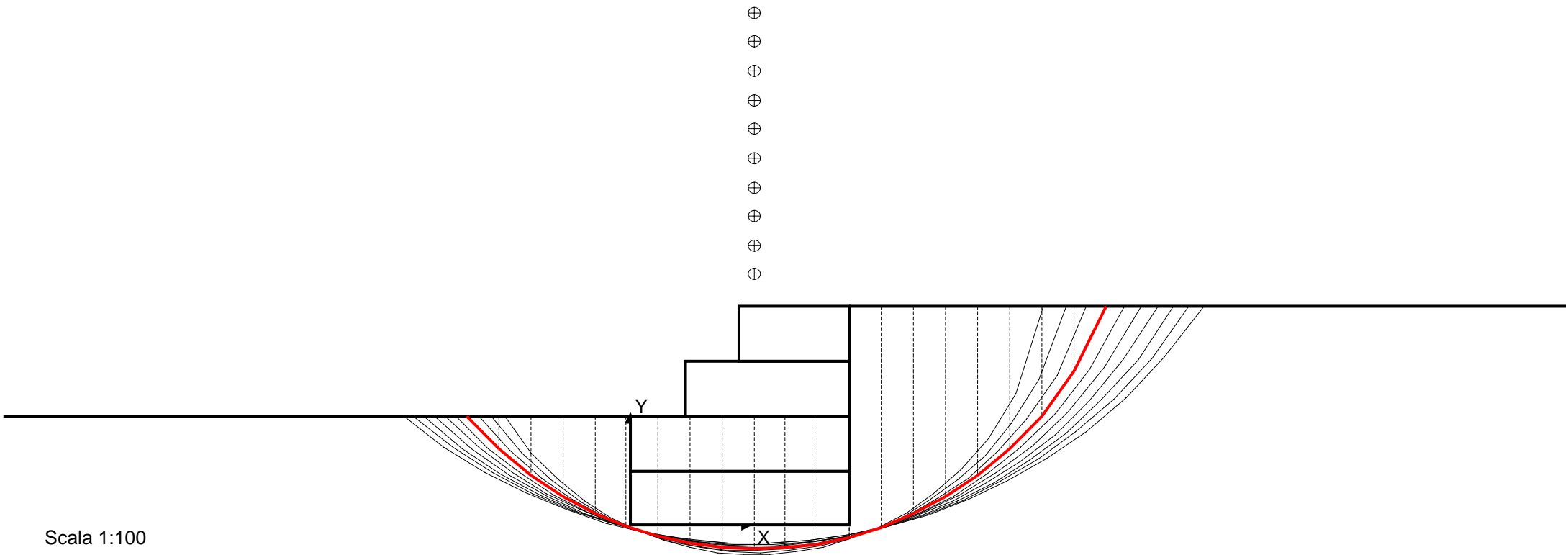
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	806,14	375,33
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1325,82	356,65
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1665,17	344,25
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1897,25	335,47
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2057,88	329,05
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2166,56	324,27
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2234,55	320,74
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2268,39	318,2
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2271,54	316,52
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2245,24	315,6
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2188,73	315,43
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2099,2	316,01
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,63	6,01
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3910,57	383,73
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3790,41	388,14
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3631,26	394,67
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3416,11	404,09
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3113,57	417,89
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2658,21	439,02
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1882,51	474,88
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	134,53	552,36

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 393380,34 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

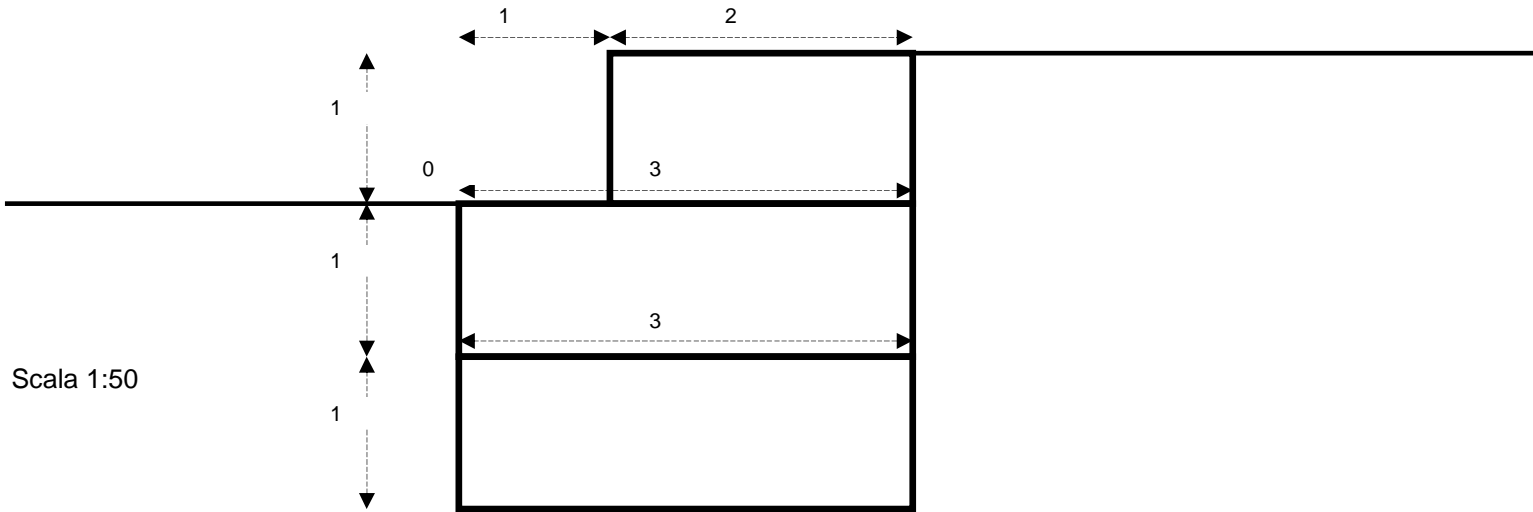
Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 7,742

verifica soddisfatta



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=3 m su terreni argillosi
“CLASSE A”**



Scala 1:50

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=3 terreno tipo A combinazione 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cmq

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	3	1	
2	3	1	0
3	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridotto ed orizz, $ag = 0,683 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridotto ed orizz, $ag = 0,243 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	3	7500	1,5	0,5
2	3	7500	1,5	1,5
3	2	5000	2	2,5
tot.	8	20000		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	3	2
3	0	0	3	2,5
4	0	0	3	3
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 8,03

coeff. di spinta attiva, K_a = 0,65451

Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 5183,72 kg

componente orizzontale, S_{ath} = 4489,23 kg

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, S_{atv} = 2591,86 kg

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, S_a = 5183,72 kg

Momento ribaltante, M_{rib} = 4489,23 kg*m

Momento stabilizzante, M_{stab} = 37025,58 kg*m

coeff. di sicurezza = 8,25

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 8,03

coeff. di spinta attiva, K_a = 0,65451

Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 4712,47 kg

componente orizzontale, S_{ath} = 4081,12 kg

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, S_{atv} = 2356,24 kg

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, S_a = 4712,47 kg

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, R_h = 4081,12 kg

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, R_v = 22356,24 kg

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,16

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, ϕ_{2d} (°) = 14,57

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, c_{2d} = 3200 kg/mq

Risultante in fondazione, R = 22725,69 kg

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = 10,35°

eccentricità di R , E_c = 0,09 m

$B/6$ = 0,5 m

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, B' = 2,83 m

fattori di inclinazione del carico, i_c = 0,78 i_q = 0,78 i_g = 0,08

fattori del carico limite, N_c = 10,71 N_q = 3,78 N_g = 2,49

carico limite unitario, q_{lim} = 3,75 kg/cmq

carico limite, Q_{lim} = 105820,88 kg

carico di esercizio, R_v = 22356,24 kg

coeff. di sicurezza = 4,73

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 1,62$ $Yc (m) = 5,2$ $Rc (m) = 5,56$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	238,91	0	-50,82	0	0,49	0	5,2	0	596,4	177,82
2	661,28	0	-43,3	0	0,49	0	5,2	0	1063,01	163,85
3	989,51	0	-36,63	0	0,49	0	5,2	0	1348,54	155,29
4	1249	0	-30,51	0	0,49	0	5,2	0	1537,87	149,56
5	1453,52	0	-24,76	0	0,49	0	5,2	0	1667,73	145,52
6	1611,33	0	-19,26	0	0,49	0	5,2	0	1756,72	142,64
7	1727,72	0	-13,95	0	0,49	0	5,2	0	1815,11	140,6
8	1806,04	0	-8,75	0	0,49	0	5,2	0	1848,75	139,22
9	1848,37	0	-3,63	0	0,49	0	5,2	0	1860,86	138,39
10	1855,75	0	1,46	0	0,49	0	5,2	0	1852,83	138,08
11	1828,37	0	6,57	0	0,49	0	5,2	0	1824,53	138,25
12	1765,55	0	11,72	0	0,49	0	5,2	0	1774,34	138,93
13	42,95	0	14,38	0	0,01	0	5,2	0	43,58	2,97
14	2315,21	0	16,93	0	0,46	0	5,2	0	2375,82	145,58
15	2192,6	0	22,03	0	0,46	0	5,2	0	2305,48	147,69
16	2033,35	0	27,31	0	0,46	0	5,2	0	2210,6	150,69
17	1832,35	0	32,86	0	0,46	0	5,2	0	2081,32	154,92
18	1581,64	0	38,79	0	0,46	0	5,2	0	1899,82	160,98
19	1268,06	0	45,27	0	0,46	0	5,2	0	1630,26	170,05
20	867,02	0	52,63	0	0,46	0	5,2	0	1186,4	184,91
21	320,28	0	61,63	0	0,46	0	5,2	0	276,61	214,64

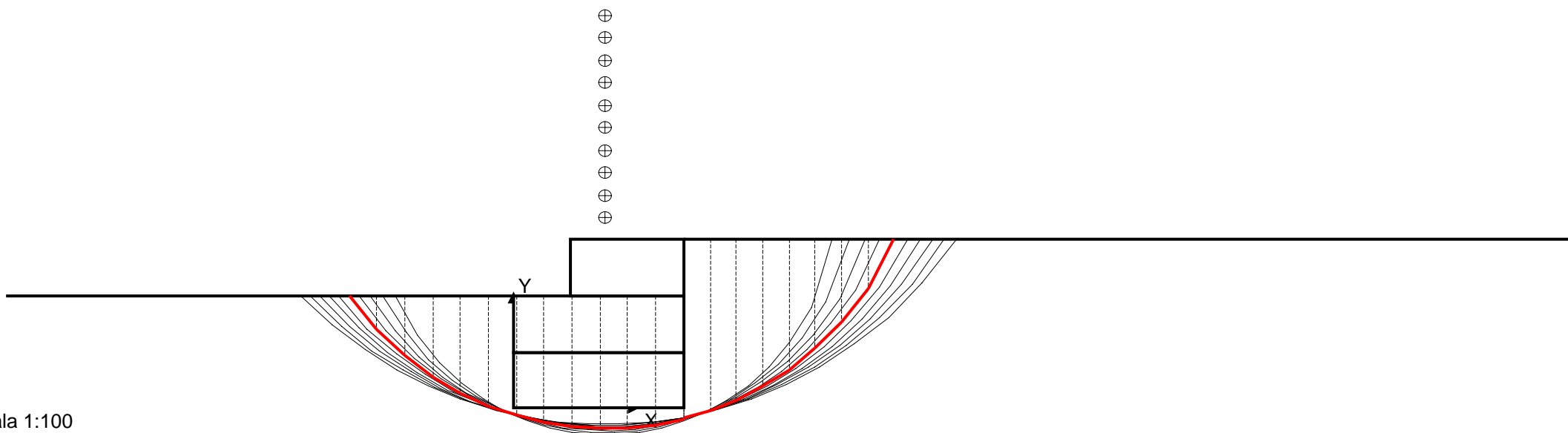
$L (m) = 11,79$

$M_{resist} = 257216,75 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 17234,26 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 14,925

verifica soddisfatta

Scala 1:100



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=3 terreno tipo "A" combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	3	1	
2	3	1	0
3	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	3	7500	1,5	0,5
2	3	7500	1,5	1,5
3	2	5000	2	2,5
tot.	8	20000		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	3	2
3	0	0	3	2,5
4	0	0	3	3
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 5183,72 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 4489,23 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, $S_{atv} = 2591,86 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 5183,72 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 4489,23 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 37025,58 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 8,25

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 5675,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 4915,13 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, $S_{atv} = 2837,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 5675,5 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 4915,13 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 22837,75 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,68

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 18$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 4000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 23360,68 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $12,15^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,08 \text{ m}$

$B/6 = 0,5 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 2,84 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,75$ $i_q = 0,75$ $i_g = 0,11$

fattori del carico limite, $N_c = 13,1$ $N_q = 5,26$ $N_g = 4,07$

carico limite unitario, $q_{lim} = 5,41 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 153665,6 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 22837,75 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 6,73

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $C_d = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 1,62$ $Y_c (m) = 5,2$ $R_c (m) = 5,56$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	238,91	0	-50,82	0	0,49	0	5,2	0	596,4	177,82
2	661,28	0	-43,3	0	0,49	0	5,2	0	1063,01	163,85
3	989,51	0	-36,63	0	0,49	0	5,2	0	1348,54	155,29
4	1249	0	-30,51	0	0,49	0	5,2	0	1537,87	149,56
5	1453,52	0	-24,76	0	0,49	0	5,2	0	1667,73	145,52
6	1611,33	0	-19,26	0	0,49	0	5,2	0	1756,72	142,64
7	1727,72	0	-13,95	0	0,49	0	5,2	0	1815,11	140,6
8	1806,04	0	-8,75	0	0,49	0	5,2	0	1848,75	139,22
9	1848,37	0	-3,63	0	0,49	0	5,2	0	1860,86	138,39
10	1855,75	0	1,46	0	0,49	0	5,2	0	1852,83	138,08
11	1828,37	0	6,57	0	0,49	0	5,2	0	1824,53	138,25
12	1765,55	0	11,72	0	0,49	0	5,2	0	1774,34	138,93
13	42,95	0	14,38	0	0,01	0	5,2	0	43,58	2,97
14	2315,21	0	16,93	0	0,46	0	5,2	0	2375,82	145,58
15	2192,6	0	22,03	0	0,46	0	5,2	0	2305,48	147,69
16	2033,35	0	27,31	0	0,46	0	5,2	0	2210,6	150,69
17	1832,35	0	32,86	0	0,46	0	5,2	0	2081,32	154,92
18	1581,64	0	38,79	0	0,46	0	5,2	0	1899,82	160,98
19	1268,06	0	45,27	0	0,46	0	5,2	0	1630,26	170,05
20	867,02	0	52,63	0	0,46	0	5,2	0	1186,4	184,91
21	320,28	0	61,63	0	0,46	0	5,2	0	276,61	214,64

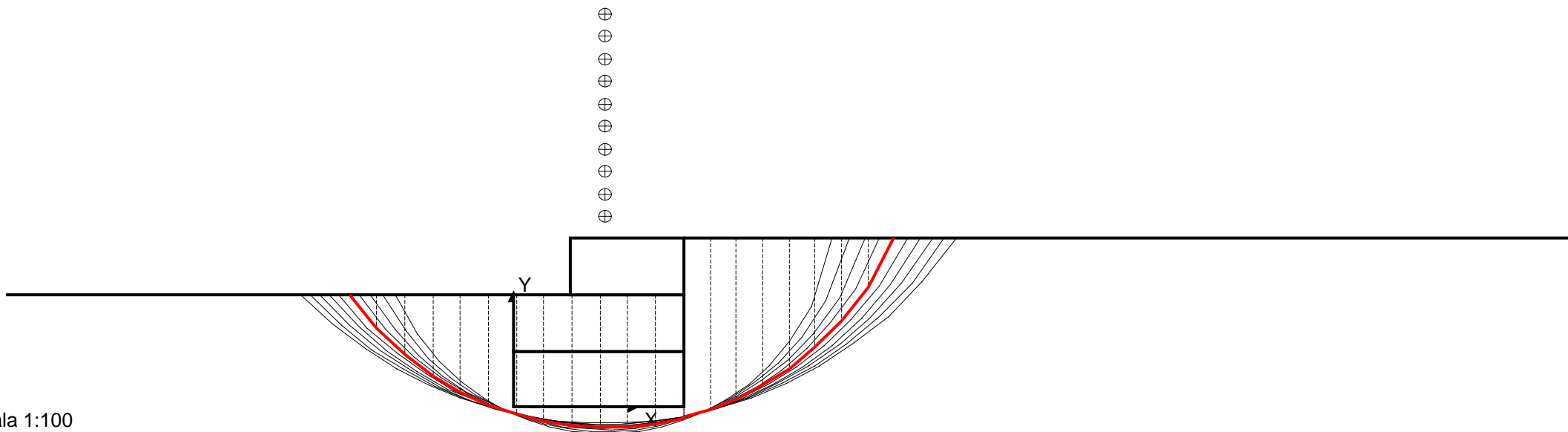
$L (m) = 11,79$

$M_{resist} = 257216,75 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 17234,26 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 14,925

verifica soddisfatta

Scala 1:100



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=3 m su terreni argillosi
“CLASSE D”**

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=3 terreni tipo "D" combinazione 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cmq

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	3	1	
2	3	1	0
3	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, Vr = 50 anni

coeff. di amplificazione topografica, St = 1

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 5%

Tempo di ritorno, Tr = 975 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,683 m/s²

parametro Fo = 2,65

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 1,23 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1,8

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,0226

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,0113

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 63%

Tempo di ritorno, Tr = 50 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,243 m/s²

parametro Fo = 2,48

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,438 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1,8

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,008

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,004

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	3	7500	1,5	0,5
2	3	7500	1,5	1,5
3	2	5000	2	2,5
tot.	8	20000		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	3	2
3	0	0	3	2,5
4	0	0	3	3
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 8,03

coeff. di spinta attiva, K_a = 0,65451

Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 5183,72 kg

componente orizzontale, S_{ath} = 4489,23 kg

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, S_{atv} = 2591,86 kg

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, S_a = 5183,72 kg

Momento ribaltante, M_{rib} = 4489,23 kg*m

Momento stabilizzante, M_{stab} = 37025,58 kg*m

coeff. di sicurezza = 8,25

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 8,03

coeff. di spinta attiva, K_a = 0,65451

Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 4712,47 kg

componente orizzontale, S_{ath} = 4081,12 kg

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, S_{atv} = 2356,24 kg

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, S_a = 4712,47 kg

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, R_h = 4081,12 kg

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, R_v = 22356,24 kg

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,16

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, ϕ_{2d} (°) = 14,57

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, c_{2d} = 3200 kg/mq

Risultante in fondazione, R = 22725,69 kg

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = 10,35°

eccentricità di R , E_c = 0,09 m

$B/6$ = 0,5 m

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, B' = 2,83 m

fattori di inclinazione del carico, i_c = 0,78 i_q = 0,78 i_g = 0,08

fattori del carico limite, N_c = 10,71 N_q = 3,78 N_g = 2,49

carico limite unitario, q_{lim} = 3,75 kg/cmq

carico limite, Q_{lim} = 105820,88 kg

carico di esercizio, R_v = 22356,24 kg

coeff. di sicurezza = 4,73

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 1,62$ $Yc (m) = 5,2$ $Rc (m) = 5,56$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	238,91	0	-50,82	0	0,49	0	5,2	0	596,4	177,82
2	661,28	0	-43,3	0	0,49	0	5,2	0	1063,01	163,85
3	989,51	0	-36,63	0	0,49	0	5,2	0	1348,54	155,29
4	1249	0	-30,51	0	0,49	0	5,2	0	1537,87	149,56
5	1453,52	0	-24,76	0	0,49	0	5,2	0	1667,73	145,52
6	1611,33	0	-19,26	0	0,49	0	5,2	0	1756,72	142,64
7	1727,72	0	-13,95	0	0,49	0	5,2	0	1815,11	140,6
8	1806,04	0	-8,75	0	0,49	0	5,2	0	1848,75	139,22
9	1848,37	0	-3,63	0	0,49	0	5,2	0	1860,86	138,39
10	1855,75	0	1,46	0	0,49	0	5,2	0	1852,83	138,08
11	1828,37	0	6,57	0	0,49	0	5,2	0	1824,53	138,25
12	1765,55	0	11,72	0	0,49	0	5,2	0	1774,34	138,93
13	42,95	0	14,38	0	0,01	0	5,2	0	43,58	2,97
14	2315,21	0	16,93	0	0,46	0	5,2	0	2375,82	145,58
15	2192,6	0	22,03	0	0,46	0	5,2	0	2305,48	147,69
16	2033,35	0	27,31	0	0,46	0	5,2	0	2210,6	150,69
17	1832,35	0	32,86	0	0,46	0	5,2	0	2081,32	154,92
18	1581,64	0	38,79	0	0,46	0	5,2	0	1899,82	160,98
19	1268,06	0	45,27	0	0,46	0	5,2	0	1630,26	170,05
20	867,02	0	52,63	0	0,46	0	5,2	0	1186,4	184,91
21	320,28	0	61,63	0	0,46	0	5,2	0	276,61	214,64

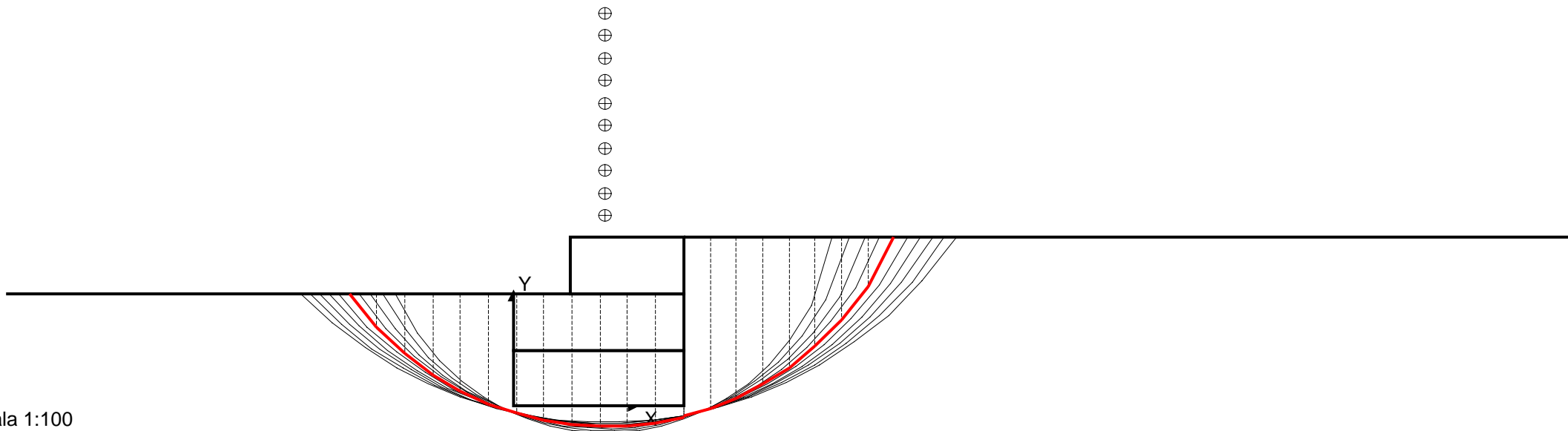
$L (m) = 11,79$

$M_{resist} = 257216,75 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 17234,26 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 14,925

verifica soddisfatta

Scala 1:100



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=3 terreni tipo "D" combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	3	1	
2	3	1	0
3	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2$ m

spessore del magrone, $S_m = 0,2$ m

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600$ kg/mc

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1900$ kg/mc

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 18$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 4000$ kg/mq

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500$ kg/mc

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0$ kg/cm²

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0$ kg/cm²

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100$ kg/mq

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50$ anni

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81$ m/s²

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA**PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE**

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ annicoeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$ Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$ Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anniacc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²parametro $F_o = 2,65$ acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$ coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$ Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0226$ Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0113$ Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$ Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anniacc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²parametro $F_o = 2,48$ acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$ coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$ Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,008$ Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,004$ **AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)**Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	3	7500	1,5	0,5
2	3	7500	1,5	1,5
3	2	5000	2	2,5
tot.	8	20000		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	3	2
3	0	0	3	2,5
4	0	0	3	3
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 8,03

coeff. di spinta attiva, K_a = 0,65451

Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 5183,72 kg

componente orizzontale, S_{ath} = 4489,23 kg

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, S_{atv} = 2591,86 kg

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, S_a = 5183,72 kg

Momento ribaltante, M_{rib} = 4489,23 kg*m

Momento stabilizzante, M_{stab} = 37025,58 kg*m

coeff. di sicurezza = 8,25

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, ϕ_{1d} (°) = 10

coeff. di spinta attiva, K_a = 0,606357

Spinta attiva dovuta al terrapieno, S_{at} = 5675,5 kg

componente orizzontale, S_{ath} = 4915,13 kg

braccio componente orizzontale = 1 m

componente verticale, S_{atv} = 2837,75 kg

braccio componente verticale = 3 m

Spinta attiva complessiva, S_a = 5675,5 kg

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, R_h = 4915,13 kg

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, R_v = 22837,75 kg

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,68

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, ϕ_{2d} (°) = 18

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, c_{2d} = 4000 kg/mq

Risultante in fondazione, R = 23360,68 kg

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = 12,15°

eccentricità di R , E_c = 0,08 m

$B/6$ = 0,5 m

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, B' = 2,84 m

fattori di inclinazione del carico, i_c = 0,75 i_q = 0,75 i_g = 0,11

fattori del carico limite, N_c = 13,1 N_q = 5,26 N_g = 4,07

carico limite unitario, q_{lim} = 5,41 kg/cmq

carico limite, Q_{lim} = 153665,6 kg

carico di esercizio, R_v = 22837,75 kg

coeff. di sicurezza = 6,73

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 14,57$

coesione drenata di progetto, $Cd = 3200 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 1,62$ $Yc (m) = 5,2$ $Rc (m) = 5,56$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	238,91	0	-50,82	0	0,49	0	5,2	0	596,4	177,82
2	661,28	0	-43,3	0	0,49	0	5,2	0	1063,01	163,85
3	989,51	0	-36,63	0	0,49	0	5,2	0	1348,54	155,29
4	1249	0	-30,51	0	0,49	0	5,2	0	1537,87	149,56
5	1453,52	0	-24,76	0	0,49	0	5,2	0	1667,73	145,52
6	1611,33	0	-19,26	0	0,49	0	5,2	0	1756,72	142,64
7	1727,72	0	-13,95	0	0,49	0	5,2	0	1815,11	140,6
8	1806,04	0	-8,75	0	0,49	0	5,2	0	1848,75	139,22
9	1848,37	0	-3,63	0	0,49	0	5,2	0	1860,86	138,39
10	1855,75	0	1,46	0	0,49	0	5,2	0	1852,83	138,08
11	1828,37	0	6,57	0	0,49	0	5,2	0	1824,53	138,25
12	1765,55	0	11,72	0	0,49	0	5,2	0	1774,34	138,93
13	42,95	0	14,38	0	0,01	0	5,2	0	43,58	2,97
14	2315,21	0	16,93	0	0,46	0	5,2	0	2375,82	145,58
15	2192,6	0	22,03	0	0,46	0	5,2	0	2305,48	147,69
16	2033,35	0	27,31	0	0,46	0	5,2	0	2210,6	150,69
17	1832,35	0	32,86	0	0,46	0	5,2	0	2081,32	154,92
18	1581,64	0	38,79	0	0,46	0	5,2	0	1899,82	160,98
19	1268,06	0	45,27	0	0,46	0	5,2	0	1630,26	170,05
20	867,02	0	52,63	0	0,46	0	5,2	0	1186,4	184,91
21	320,28	0	61,63	0	0,46	0	5,2	0	276,61	214,64

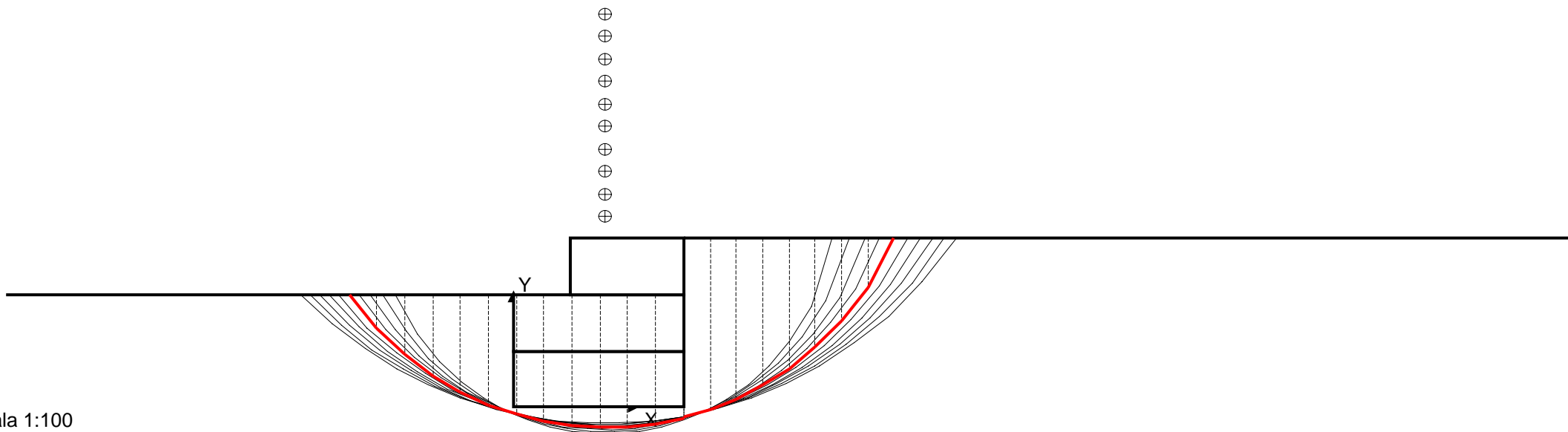
$L (m) = 11,79$

$M_{resist} = 257216,75 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 17234,26 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 14,925

verifica soddisfatta

Scala 1:100



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=5 m su terreni sabbiosi
“CLASSE A”**

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=5 terreni Tipo "A"

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/m}^2$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²
parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $Cv = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²
parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $Cv = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $F_{1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 13090,2 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 11336,44 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 6545,1 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 13090,2 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 11336,44 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,08

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $F_{2d} (^\circ) = 29,26$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 1600 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 61498,98 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $10,62^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,93 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,78$ $i_q = 0,78$ $i_g = 0,41$

fattori del carico limite, $N_c = 28,42$ $N_q = 16,92$ $N_g = 20,08$

carico limite unitario, $q_{lim} = 14,97 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 737512,07 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 12,2
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$

coesione drenata di progetto, $C_d = 1600 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 8$ $R_c (m) = 8,73$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	409,27	0	-43,28	0	0,74	0	8	0	991,84	456,32
2	1145,22	0	-36,93	0	0,74	0	8	0	1826,49	524,07
3	1733,85	0	-31,08	0	0,74	0	8	0	2366,04	566,84
4	2203,79	0	-25,57	0	0,74	0	8	0	2727,67	594,74
5	2572,64	0	-20,31	0	0,74	0	8	0	2969,97	612,74
6	2851,79	0	-15,22	0	0,74	0	8	0	3125,21	623,58
7	3048,74	0	-10,26	0	0,74	0	8	0	3212,08	628,81
8	3168,27	0	-5,37	0	0,74	0	8	0	3241,42	629,33
9	3213,1	0	-0,52	0	0,74	0	8	0	3218,95	625,61
10	3184,22	0	4,32	0	0,74	0	8	0	3146,61	617,81
11	3080,99	0	9,2	0	0,74	0	8	0	3023,02	605,8
12	64,83	0	11,68	0	0,01	0	8	0	63,94	10,94
13	6240,27	0	14,13	0	0,71	0	8	0	6189,68	974,46
14	5996,78	0	19,03	0	0,71	0	8	0	6012,32	959,99
15	5673,71	0	24,07	0	0,71	0	8	0	5792,85	943,19
16	5262,09	0	29,33	0	0,71	0	8	0	5517,1	923,19
17	4748,37	0	34,88	0	0,71	0	8	0	5161,58	898,65
18	4111,3	0	40,83	0	0,71	0	8	0	4684,27	867,19
19	3314,98	0	47,39	0	0,71	0	8	0	4000,74	824,16
20	2289,83	0	54,94	0	0,71	0	8	0	2905,11	758,61
21	854,18	0	64,46	0	0,71	0	8	0	656,19	633,14

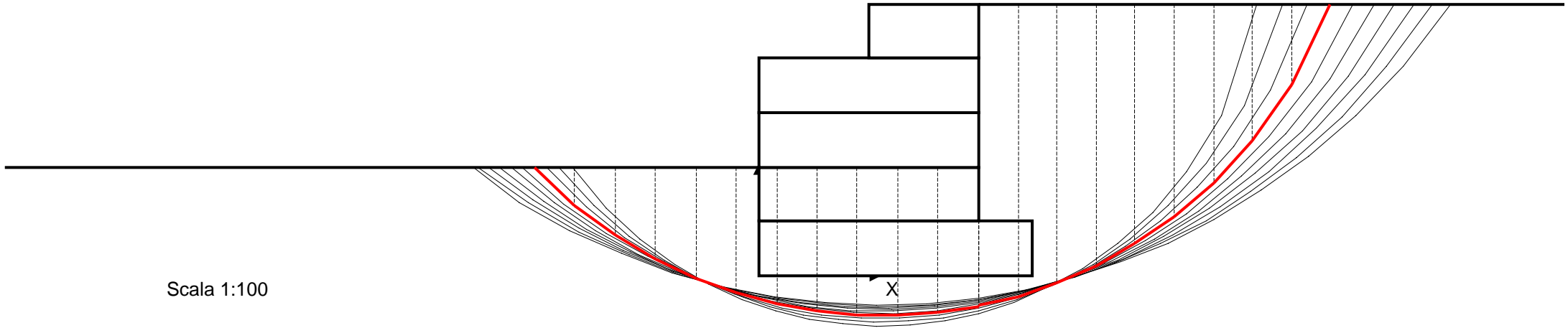
$L (m) = 17,76$

$M_{resist} = 594471,16 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 124694,13 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 4,767

verifica soddisfatta

Scala 1:100



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=5 Terreni classe D Combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA**PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE**

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ annicoeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$ Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$ Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anniacc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²parametro $F_o = 2,65$ acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683$ m/s²coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$ coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$ Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0139$ Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$ Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$ Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anniacc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²parametro $F_o = 2,48$ acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243$ m/s²coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$ coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$ Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,005$ Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$ **AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)**Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 15765,29 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 13653,14 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7882,64 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 15765,29 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 13653,14 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,61

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 35$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 2000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 63273,24 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $12,46^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,91 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,74$ $i_q = 0,74$ $i_g = 0,41$

fattori del carico limite, $N_c = 46,12$ $N_q = 33,3$ $N_g = 48,03$

carico limite unitario, $q_{lim} = 32,36 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 1589296,24 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 25,72
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$

coesione drenata di progetto, $C_d = 1600 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 8$ $R_c (m) = 8,73$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	409,27	0	-43,28	0	0,74	0	8	0	991,84	456,32
2	1145,22	0	-36,93	0	0,74	0	8	0	1826,49	524,07
3	1733,85	0	-31,08	0	0,74	0	8	0	2366,04	566,84
4	2203,79	0	-25,57	0	0,74	0	8	0	2727,67	594,74
5	2572,64	0	-20,31	0	0,74	0	8	0	2969,97	612,74
6	2851,79	0	-15,22	0	0,74	0	8	0	3125,21	623,58
7	3048,74	0	-10,26	0	0,74	0	8	0	3212,08	628,81
8	3168,27	0	-5,37	0	0,74	0	8	0	3241,42	629,33
9	3213,1	0	-0,52	0	0,74	0	8	0	3218,95	625,61
10	3184,22	0	4,32	0	0,74	0	8	0	3146,61	617,81
11	3080,99	0	9,2	0	0,74	0	8	0	3023,02	605,8
12	64,83	0	11,68	0	0,01	0	8	0	63,94	10,94
13	6240,27	0	14,13	0	0,71	0	8	0	6189,68	974,46
14	5996,78	0	19,03	0	0,71	0	8	0	6012,32	959,99
15	5673,71	0	24,07	0	0,71	0	8	0	5792,85	943,19
16	5262,09	0	29,33	0	0,71	0	8	0	5517,1	923,19
17	4748,37	0	34,88	0	0,71	0	8	0	5161,58	898,65
18	4111,3	0	40,83	0	0,71	0	8	0	4684,27	867,19
19	3314,98	0	47,39	0	0,71	0	8	0	4000,74	824,16
20	2289,83	0	54,94	0	0,71	0	8	0	2905,11	758,61
21	854,18	0	64,46	0	0,71	0	8	0	656,19	633,14

$L (m) = 17,76$

$M_{resist} = 594471,16 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 124694,13 \text{ kg*m}$

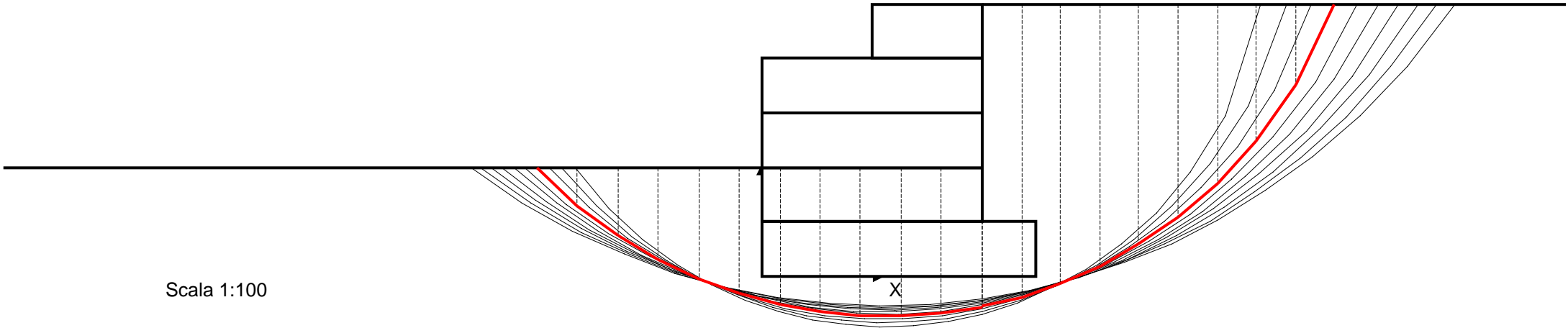
Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 4,767

verifica soddisfatta

Scala 1:100

⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕
⊕

X



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=5 m su terreni sabbiosi
“CLASSE D”**

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=5 terreni sabbiosi tipo "D"

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2$ m

spessore del magrone, $S_m = 0,2$ m

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600$ kg/mc

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800$ kg/mc

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000$ kg/mq

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500$ kg/mc

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0$ kg/cm²

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0$ kg/cm²

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100$ kg/mq

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50$ anni

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81$ m/s²

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0226$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0113$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,008$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,004$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 13090,2 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 11336,44 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 6545,1 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 13090,2 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 11336,44 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,08

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 29,26$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 1600 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 61498,98 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $10,62^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,93 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,78$ $i_q = 0,78$ $i_g = 0,41$

fattori del carico limite, $N_c = 28,42$ $N_q = 16,92$ $N_g = 20,08$

carico limite unitario, $q_{lim} = 14,97 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 737512,07 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 12,2
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 1600 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 8$ $R_c (m) = 8,73$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	409,27	0	-43,28	0	0,74	0	8	0	991,84	456,32
2	1145,22	0	-36,93	0	0,74	0	8	0	1826,49	524,07
3	1733,85	0	-31,08	0	0,74	0	8	0	2366,04	566,84
4	2203,79	0	-25,57	0	0,74	0	8	0	2727,67	594,74
5	2572,64	0	-20,31	0	0,74	0	8	0	2969,97	612,74
6	2851,79	0	-15,22	0	0,74	0	8	0	3125,21	623,58
7	3048,74	0	-10,26	0	0,74	0	8	0	3212,08	628,81
8	3168,27	0	-5,37	0	0,74	0	8	0	3241,42	629,33
9	3213,1	0	-0,52	0	0,74	0	8	0	3218,95	625,61
10	3184,22	0	4,32	0	0,74	0	8	0	3146,61	617,81
11	3080,99	0	9,2	0	0,74	0	8	0	3023,02	605,8
12	64,83	0	11,68	0	0,01	0	8	0	63,94	10,94
13	6240,27	0	14,13	0	0,71	0	8	0	6189,68	974,46
14	5996,78	0	19,03	0	0,71	0	8	0	6012,32	959,99
15	5673,71	0	24,07	0	0,71	0	8	0	5792,85	943,19
16	5262,09	0	29,33	0	0,71	0	8	0	5517,1	923,19
17	4748,37	0	34,88	0	0,71	0	8	0	5161,58	898,65
18	4111,3	0	40,83	0	0,71	0	8	0	4684,27	867,19
19	3314,98	0	47,39	0	0,71	0	8	0	4000,74	824,16
20	2289,83	0	54,94	0	0,71	0	8	0	2905,11	758,61
21	854,18	0	64,46	0	0,71	0	8	0	656,19	633,14

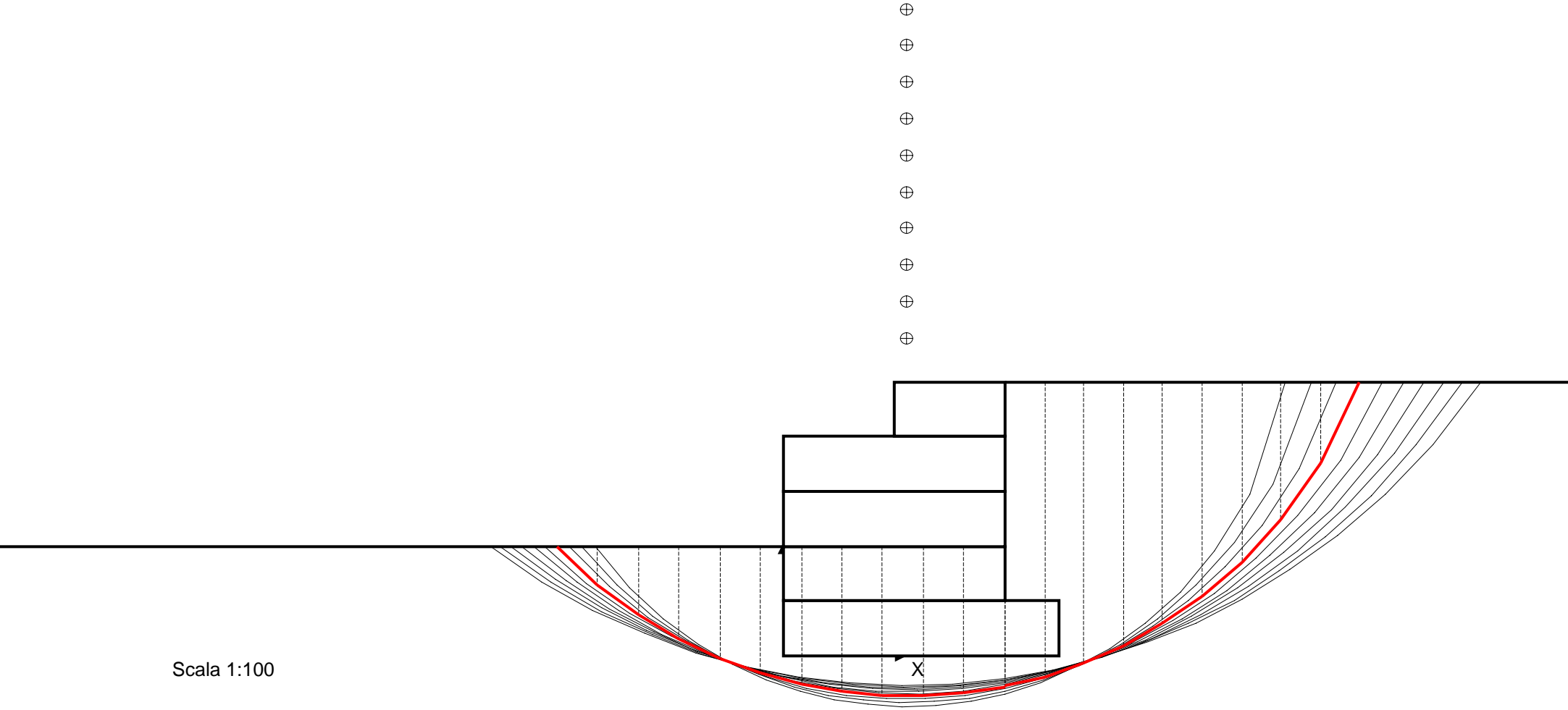
$L (m) = 17,76$

$M_{resist} = 594471,16 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 124694,13 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 4,767

verifica soddisfatta

Scala 1:100



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=5 terreni sabbiosi tipo "D"

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridotto ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²
parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,0226$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0113$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridotto ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²
parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $C_h = 0,008$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,004$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 15765,29 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 13653,14 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7882,64 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 15765,29 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 13653,14 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,61

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 35$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 2000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 63273,24 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $12,46^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,91 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,74$ $i_q = 0,74$ $i_g = 0,41$

fattori del carico limite, $N_c = 46,12$ $N_q = 33,3$ $N_g = 48,03$

carico limite unitario, $q_{lim} = 32,36 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 1589296,24 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 61782,64 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 25,72
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 1600 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 8$ $R_c (m) = 8,73$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	409,27	0	-43,28	0	0,74	0	8	0	991,84	456,32
2	1145,22	0	-36,93	0	0,74	0	8	0	1826,49	524,07
3	1733,85	0	-31,08	0	0,74	0	8	0	2366,04	566,84
4	2203,79	0	-25,57	0	0,74	0	8	0	2727,67	594,74
5	2572,64	0	-20,31	0	0,74	0	8	0	2969,97	612,74
6	2851,79	0	-15,22	0	0,74	0	8	0	3125,21	623,58
7	3048,74	0	-10,26	0	0,74	0	8	0	3212,08	628,81
8	3168,27	0	-5,37	0	0,74	0	8	0	3241,42	629,33
9	3213,1	0	-0,52	0	0,74	0	8	0	3218,95	625,61
10	3184,22	0	4,32	0	0,74	0	8	0	3146,61	617,81
11	3080,99	0	9,2	0	0,74	0	8	0	3023,02	605,8
12	64,83	0	11,68	0	0,01	0	8	0	63,94	10,94
13	6240,27	0	14,13	0	0,71	0	8	0	6189,68	974,46
14	5996,78	0	19,03	0	0,71	0	8	0	6012,32	959,99
15	5673,71	0	24,07	0	0,71	0	8	0	5792,85	943,19
16	5262,09	0	29,33	0	0,71	0	8	0	5517,1	923,19
17	4748,37	0	34,88	0	0,71	0	8	0	5161,58	898,65
18	4111,3	0	40,83	0	0,71	0	8	0	4684,27	867,19
19	3314,98	0	47,39	0	0,71	0	8	0	4000,74	824,16
20	2289,83	0	54,94	0	0,71	0	8	0	2905,11	758,61
21	854,18	0	64,46	0	0,71	0	8	0	656,19	633,14

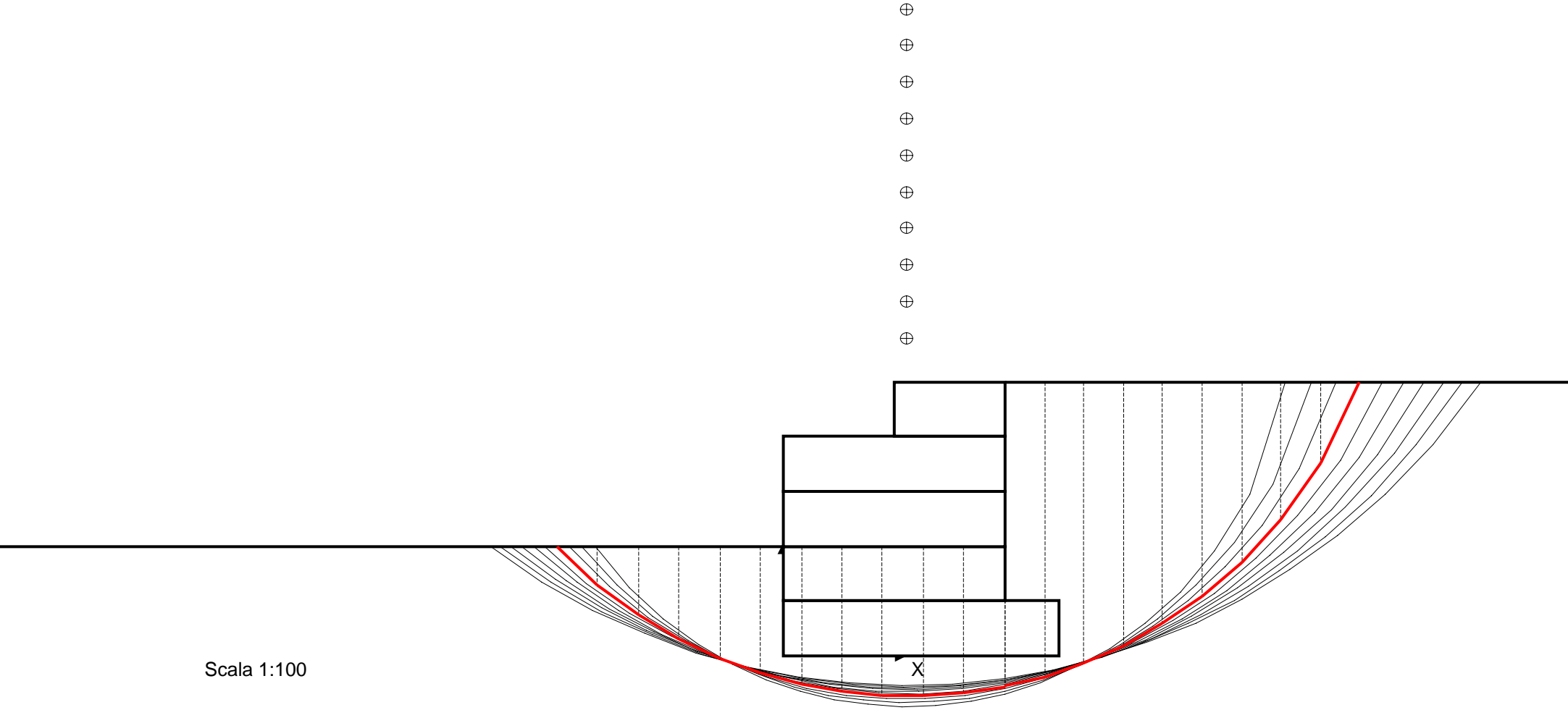
$L (m) = 17,76$

$M_{resist} = 594471,16 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 124694,13 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 4,767

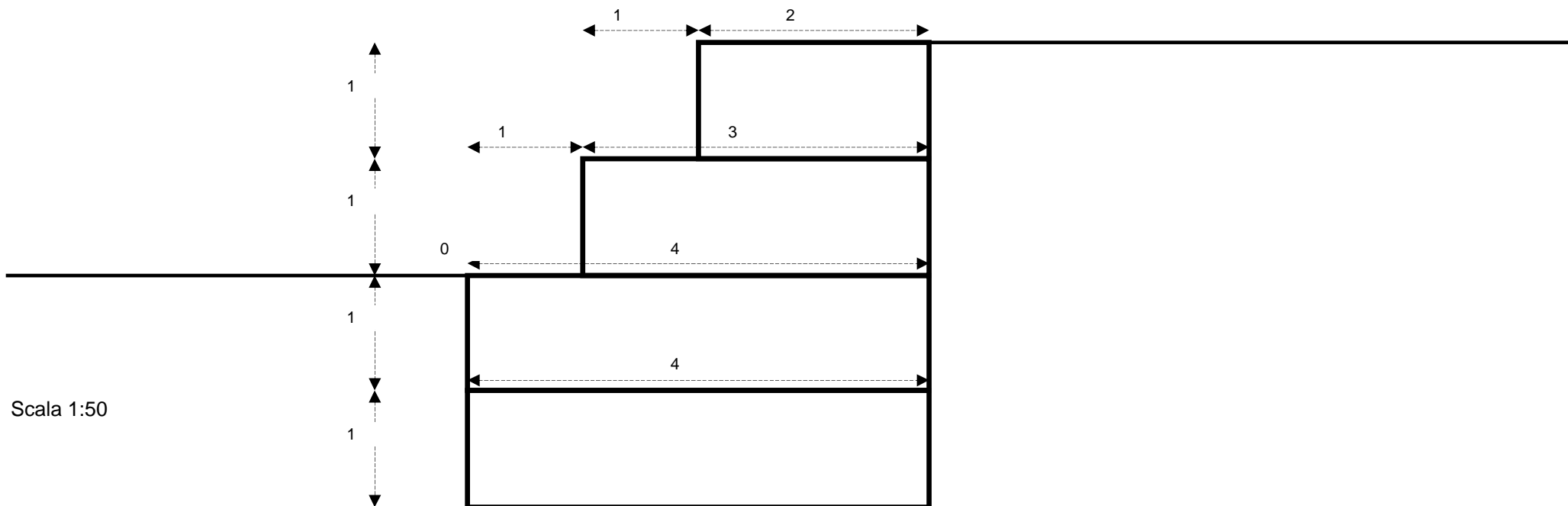
verifica soddisfatta

Scala 1:100



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=4 m su terreni sabbiosi
“CLASSE A”**



Scala 1:50

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=4 terreni Tipo "A" combinazione 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, Vr = 50 anni

coeff. di amplificazione topografica, St = 1

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 5%

Tempo di ritorno, Tr = 975 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,683 m/s²

parametro Fo = 2,65

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,683 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,2

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,0139

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,007

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 63%

Tempo di ritorno, Tr = 50 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,243 m/s²

parametro Fo = 2,48

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,243 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,2

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,005

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,0025

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 8377,73 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7255,32 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4188,86 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 8377,73 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 7255,32 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 36688,86 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,92

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 29,26$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 1600 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 37399,36 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $11,19^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,2 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,59 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,77$ $i_q = 0,77$ $i_g = 0,38$

fattori del carico limite, $N_c = 28,42$ $N_q = 16,92$ $N_g = 20,08$

carico limite unitario, $q_{lim} = 12,59 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 452593,83 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 36688,86 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 12,34

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$

coesione drenata di progetto, $Cd = 1600 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

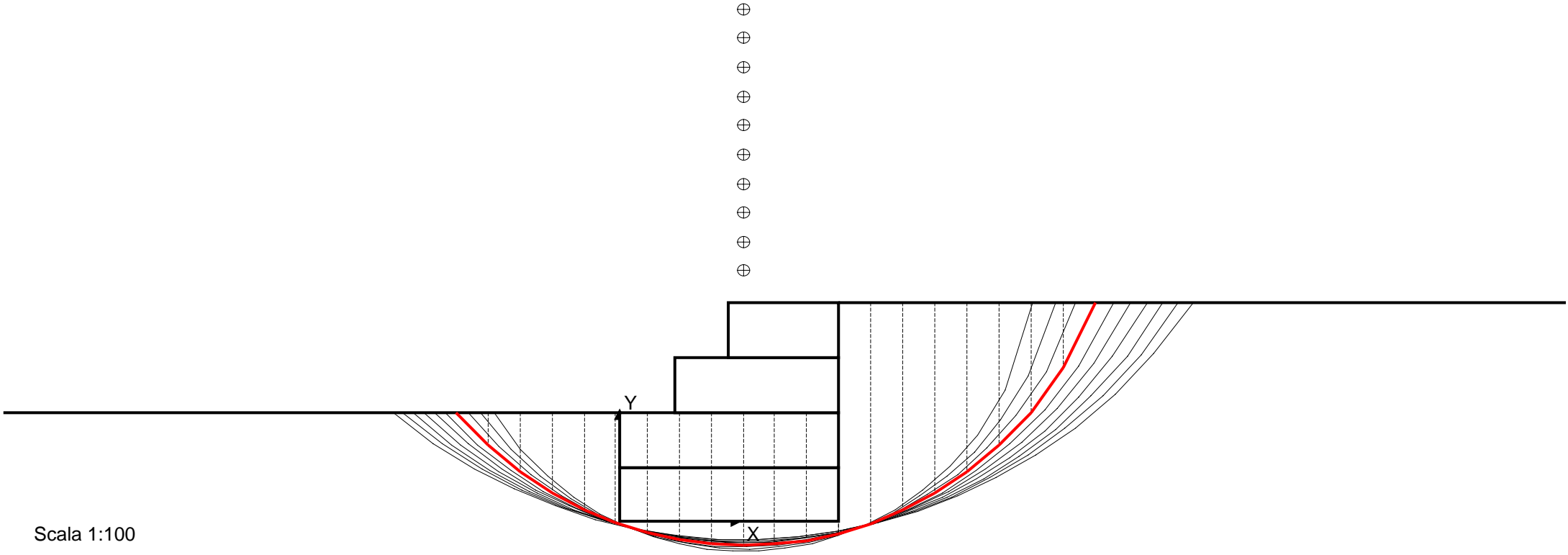
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	690,75	265,62
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1273,87	294,21
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1643,54	311,81
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1890,7	323,19
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2058,49	330,58
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2169,95	335,14
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2238,23	337,55
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2270,98	338,18
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2272,45	337,25
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2244,45	334,83
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2186,77	330,9
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2097,2	325,35
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,38	6,94
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3879,88	482,32
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3753,83	476,51
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3591,59	469,63
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3378,2	461,2
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3086,62	450,38
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2661,93	435,55
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1968,6	412,78
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	510,16	368,4

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 331910,4 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 6,532

verifica soddisfatta



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbionate sezione H=4 Terreni classe D Combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cmq

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = A

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,683 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0139$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,007$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243 \text{ m/s}^2$

parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,243 \text{ m/s}^2$

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,2$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,005$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0025$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{aH} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{aV} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{aH} = 8738,01 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{aV} = 5044,89 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_H = 8738,01 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_V = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,48

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 35$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 2000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 38548,3 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $13,1^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,19 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,62 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,73$ $i_q = 0,73$ $i_g = 0,39$

fattori del carico limite, $N_c = 46,12$ $N_q = 33,3$ $N_g = 48,03$

carico limite unitario, $q_{lim} = 26,75 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 967703,43 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_V = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 25,77

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$

coesione drenata di progetto, $Cd = 1600 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

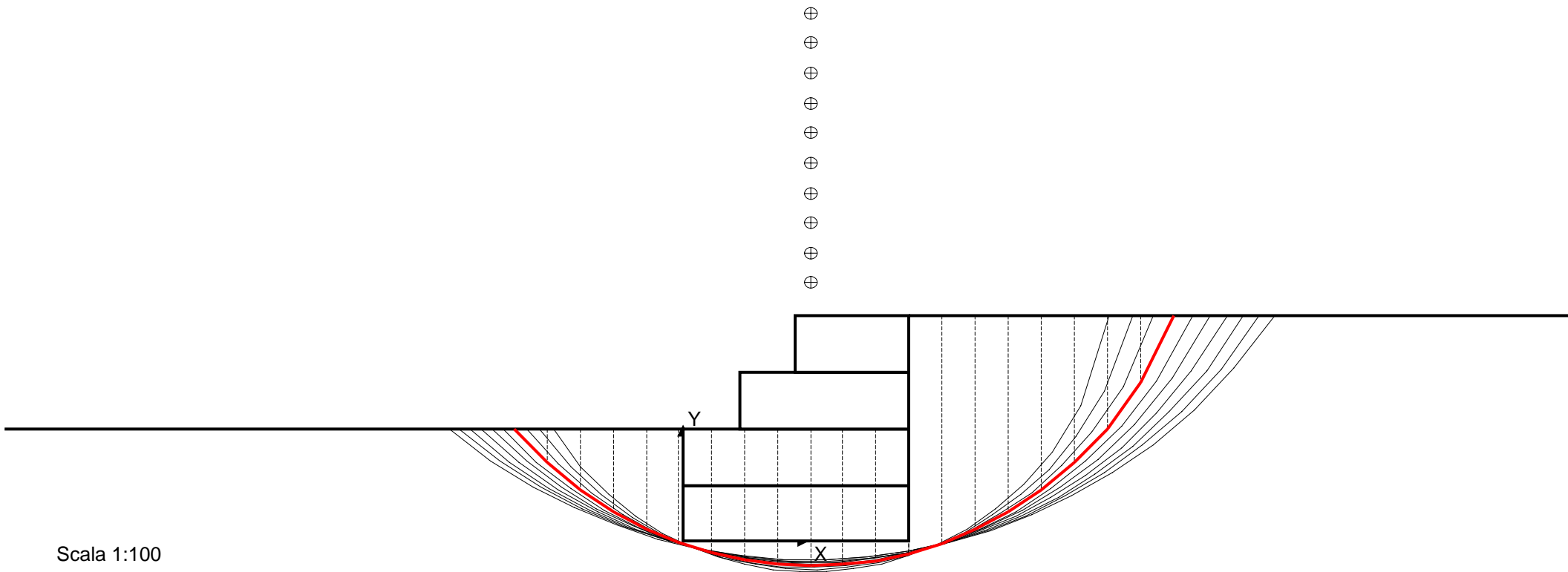
concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	690,75	265,62
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1273,87	294,21
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1643,54	311,81
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1890,7	323,19
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2058,49	330,58
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2169,95	335,14
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2238,23	337,55
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2270,98	338,18
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2272,45	337,25
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2244,45	334,83
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2186,77	330,9
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2097,2	325,35
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,38	6,94
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3879,88	482,32
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3753,83	476,51
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3591,59	469,63
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3378,2	461,2
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3086,62	450,38
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2661,93	435,55
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1968,6	412,78
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	510,16	368,4

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 331910,4 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 6,532

verifica soddisfatta



CALCOLI GABBIONATE

**Gabbioni tipologia H=4 m su terreni sabbiosi
“CLASSE D”**

Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=5 terreni sabbiosi tipo "D" combinazione 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 1 combinazione 2 (A2 + M2 + R2)

le azioni permanenti non vengono amplificate, le azioni variabili vengono amplificate del 30%

i parametri geotecnici dei terreni vengono ridotti applicando i coeff. parziali del gruppo M2

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	5	1	
2	4	1	0
3	4	1	0
4	4	1	0
5	2	1	2

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)
- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, $V_r = 50$ anni

coeff. di amplificazione topografica, $S_t = 1$

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 5\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 975$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,683$ m/s²
parametro $F_o = 2,65$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 1,23$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,0226$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,0113$

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, $P_{vr} = 63\%$

Tempo di ritorno, $T_r = 50$ anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, $ag = 0,243$ m/s²
parametro $F_o = 2,48$

acc. orizz. max attesa al sito, $a_{max} = 0,438$ m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, $S_s = 1,8$

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, $B_m = 0,18$

Coefficiente sismico orizzontale, $Ch = 0,008$

Coefficiente sismico verticale, $C_v = 0,004$

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	5	12500	2,5	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	4	10000	2	2,5
4	4	10000	2	3,5
5	2	5000	3	4,5
tot.	19	47500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	4	6400	4,5	3

3	0	0	4	3,5
4	0	0	4	4
5	0	0	4	4,5
6	0	0	4,67	5
tot.	4	6400		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 14399,22 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 12470,09 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 7199,61 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 14399,22 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 20783,48 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 157543,04 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,58

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_{at} = 13090,2 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ath} = 11336,44 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,67 m

componente verticale, $S_{atv} = 6545,1 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 5 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 13090,2 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 11336,44 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 3,08

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 29,26$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 1600 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 61498,98 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $10,62^\circ$

eccentricità di R, $E_c = -0,04 \text{ m}$

$B/6 = 0,83 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 4,93 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,78$ $i_q = 0,78$ $i_g = 0,41$

fattori del carico limite, $N_c = 28,42$ $N_q = 16,92$ $N_g = 20,08$

carico limite unitario, $q_{lim} = 14,97 \text{ kg/cm}^2$

carico limite, $Q_{lim} = 737512,07 \text{ kg}$
 carico di esercizio, $R_v = 60445,1 \text{ kg}$
 coeff. di sicurezza = 12,2
 verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico
 angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$
 coesione drenata di progetto, $C_d = 1600 \text{ kg/mq}$
 n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $X_c (m) = 2,24$ $Y_c (m) = 8$ $R_c (m) = 8,73$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	409,27	0	-43,28	0	0,74	0	8	0	991,84	456,32
2	1145,22	0	-36,93	0	0,74	0	8	0	1826,49	524,07
3	1733,85	0	-31,08	0	0,74	0	8	0	2366,04	566,84
4	2203,79	0	-25,57	0	0,74	0	8	0	2727,67	594,74
5	2572,64	0	-20,31	0	0,74	0	8	0	2969,97	612,74
6	2851,79	0	-15,22	0	0,74	0	8	0	3125,21	623,58
7	3048,74	0	-10,26	0	0,74	0	8	0	3212,08	628,81
8	3168,27	0	-5,37	0	0,74	0	8	0	3241,42	629,33
9	3213,1	0	-0,52	0	0,74	0	8	0	3218,95	625,61
10	3184,22	0	4,32	0	0,74	0	8	0	3146,61	617,81
11	3080,99	0	9,2	0	0,74	0	8	0	3023,02	605,8
12	64,83	0	11,68	0	0,01	0	8	0	63,94	10,94
13	6240,27	0	14,13	0	0,71	0	8	0	6189,68	974,46
14	5996,78	0	19,03	0	0,71	0	8	0	6012,32	959,99
15	5673,71	0	24,07	0	0,71	0	8	0	5792,85	943,19
16	5262,09	0	29,33	0	0,71	0	8	0	5517,1	923,19
17	4748,37	0	34,88	0	0,71	0	8	0	5161,58	898,65
18	4111,3	0	40,83	0	0,71	0	8	0	4684,27	867,19
19	3314,98	0	47,39	0	0,71	0	8	0	4000,74	824,16
20	2289,83	0	54,94	0	0,71	0	8	0	2905,11	758,61
21	854,18	0	64,46	0	0,71	0	8	0	656,19	633,14

$L (m) = 17,76$

$M_{resist} = 594471,16 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 124694,13 \text{ kg*m}$

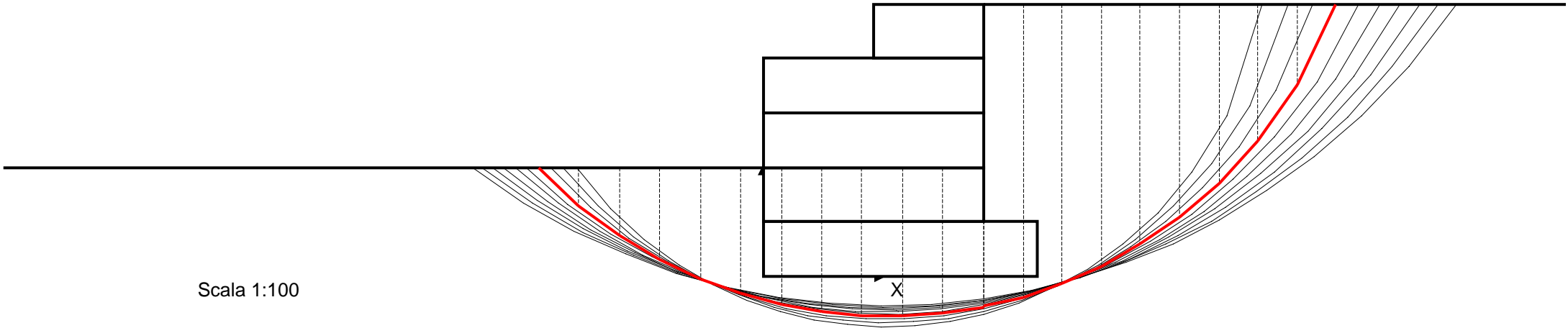
Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 4,767

verifica soddisfatta

Scala 1:100



X



Muri.Az 6.0**Calcolo geotecnico e strutturale di muri di sostegno****PROGETTO/LAVORI**

Opere di ristrutturazione ed automazione rete idrica Comune di Agrigento - Calcoli gabbionate di protezione

COMMITTENTE

Girgenti Acque S.p.A.

COMUNE

Agrigento

ANNOTAZIONI

Gabbioni sezione H=4 terreni sabbiosi tipo "D" combinazione 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 14/01/2008

verifiche SLU di tipo geotecnico e strutturale condotte in base all'Approccio 2 (A1 + M1 + R3)

sia le azioni permanenti che quelle variabili vengono amplificate (del 30% e 50%)

i parametri geotecnici dei terreni non vengono ridotti

coeff. sicurezza al ribaltamento = 1

coeff. sicurezza allo scorrimento = 1,1

coeff. sicurezza al carico limite del complesso fondazione-terreno = 1,4

coeff. sicurezza alla stabilità globale del complesso opera-terreno = 1,1

UNITA' DI MISURA**Sistema Tecnico**

Lunghezze (coordinate, distanze, spostamenti ...): m

Forze: kg

Momenti (stabilizzante, instabilizzante, flettente): kg*m

Pesi unità di volume: kg/mc

Tensioni/pressioni: kg/cm²

Coesione: kg/mq

Sovraccarico uniformemente ripartito: kg/mq

Latitudine, Longitudine: gradi sessadecimali

tempi: secondi (s)

velocità: m/s

accelerazioni: m/s²

CAMPO DI APPLICAZIONE

Terreni omogenei ed isotropi: spingente (1) - di fondazione (2)

Assenza di pressioni neutre

Piano di posa della fondazione orizzontale

Non si tiene conto nel calcolo della spinta dell'eventuale coesione del terreno spingente (a favore di sicurezza)

Non si tiene conto della spinta passiva a valle (a favore di sicurezza)

METODI DI CALCOLO

calcolo della spinta: teoria di Coulomb generalizzata

calcolo del carico limite del complesso fondazione-terreno: teoria di Prandtl-Cacquot-Terzaghi

stabilità globale: metodo di Bishop

analisi sismica: metodo pseudostatico

SISTEMA DI RIFERIMENTO

origine sull'estremo inferiore della fondazione di valle, asse x orizz.le verso monte, asse y verticale verso l'alto.

INPUT DEL PROBLEMA

TIPOLOGIA E SEZIONE MURO

a gravità in muratura con sezione a gradonature

DATI GEOMETRICI

N° grad.	B (m)	H (m)	R (m)
1	4	1	
2	4	1	0
3	3	1	1
4	2	1	1

inclinazione pendio di monte, $i (^{\circ}) = 0$

affond. piano di posa fondazione, $D = 2 \text{ m}$

spessore del magrone, $S_m = 0,2 \text{ m}$

DATI GEOTECNICI TERRENI

peso dell'unità di volume del terreno spingente, $g_1 = 1600 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del terreno di fondazione, $g_2 = 1800 \text{ kg/mc}$

angolo di resistenza al taglio terreno spingente, $Fi_1 (^{\circ}) = 10$

angolo di resistenza al taglio terreno di fondazione, $Fi_2 (^{\circ}) = 35$

angolo di attrito terrapieno-muro $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito muro-magrone o muro-terreno $(^{\circ}) = 30$

angolo di attrito magrone-terreno di fondazione $(^{\circ}) = 30$

coesione drenata terreno di fondazione, $C_2 = 2000 \text{ kg/mq}$

DATI MATERIALE MURO

peso dell'unità di volume, $g_m = 2500 \text{ kg/mc}$

peso dell'unità di volume del magrone = 2000 kg/mc

resistenza di progetto per le verifiche a pressoflessione, $f_d = 0 \text{ kg/cm}^2$

resistenza di progetto per le verifiche a taglio, $f_{vd} = 0 \text{ kg/cm}^2$

SOVRACCARICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO

di tipo variabile, $q = 100 \text{ kg/mq}$

AZIONE SISMICA

Localizzazione sito di costruzione: Longitudine=13,5894; Latitudine=37,3217

Nodi del reticolo sismico più vicini al sito di costruzione

Nodo	ID	Dist (km)
1	48731	3,3
2	48730	4,2
3	48953	5
4	48952	5,7

Vita nominale dell'opera, $V_n = 50 \text{ anni}$

Classe d'uso della costruzione = Classe II ($C_u=1$)

Categoria di sottosuolo = D

Categoria topografica = T1

accelerazione di gravità, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Coefficiente di combinazione del sovraccarico saltuario in presenza di sisma = 0,6

COMBINAZIONI DI CARICO

Combinazione fondamentale (assenza di sisma)

Azioni permanenti:

- peso proprio elementi strutturali (muro)
- peso proprio terreno
- peso proprio elementi non strutturali
- spinte del terreno

Azioni variabili:

- sovraccarico saltuario q (es. derivante da traffico veicolare)

- spinta dovuta al sovraccarico saltuario

Combinazione sismica

Azioni permanenti

Azione sismica

Azioni variabili (con coeff. riduttivo di combinazione)

OUTPUT DEL PROBLEMA

PARAMETRI SISMICI PER IL SITO DI COSTRUZIONE

Nel caso di sito non coincidente con uno dei nodi del reticolo sismico, i parametri sismici sono ottenuti per interpolazione con quelli dei quattro nodi più vicini

Tr (anni)	ag (m/s ²)	ag/g	Fo	Tc* (s)
30	0,186	0,019	2,52	0,184
50	0,243	0,025	2,484	0,216
72	0,286	0,029	2,465	0,256
101	0,327	0,033	2,475	0,288
140	0,366	0,037	2,495	0,313
201	0,414	0,042	2,527	0,345
475	0,553	0,056	2,571	0,41
975	0,683	0,07	2,65	0,45
2475	0,865	0,088	2,777	0,522

Periodo di riferimento, Vr = 50 anni

coeff. di amplificazione topografica, St = 1

Verifiche agli SLU (Stato Limite di prevenzione del Collasso)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 5%

Tempo di ritorno, Tr = 975 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,683 m/s²

parametro Fo = 2,65

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 1,23 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1,8

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,0226

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,0113

Verifiche agli SLE (Stato Limite di Danno)

percentuale di superamento nel periodo di riferimento, Pvr = 63%

Tempo di ritorno, Tr = 50 anni

acc. orizz. max attesa al sito di rifer. ridido ed orizz, ag = 0,243 m/s²

parametro Fo = 2,48

acc. orizz. max attesa al sito, amax = 0,438 m/s²

coeff. di amplificazione stratigrafica, Ss = 1,8

coeff. di riduzione dell'accelerazione max attesa al sito, Bm = 0,18

Coefficiente sismico orizzontale, Ch = 0,008

Coefficiente sismico verticale, Cv = 0,004

AREE, PESI E BRACCI (rispetto all'origine del sist. di riferimento)

Manufatto

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
1	4	10000	2	0,5
2	4	10000	2	1,5
3	3	7500	2,5	2,5
4	2	5000	3	3,5
tot.	13	32500		

Terreno di riporto sopra la fondazione

elem.	area (mq)	peso (kg)	Xg (m)	Yg (m)
2	0	0	4	2,5
3	0	0	4	3
4	0	0	4	3,5

5	0	0	4	4
tot.	0	0		

COMBINAZ. 1 - FONDAMENTALE (assenza di sovraccarico)

1) VERIFICA AL RIBALTAMENTO (rispetto all'estremo di fondazione di valle)

Trattasi di SLU di equilibrio di corpo rigido

coeff. spinta terrapieno = 1,1

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

coeff. pesi stabilizzanti = 0,9

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 8,03$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,65451$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 7980,86 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 4607,75 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 9215,5 \text{ kg}$

Momento ribaltante, $M_{rib} = 10641,14 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento stabilizzante, $M_{stab} = 84806 \text{ kg}\cdot\text{m}$

coeff. di sicurezza = 7,97

verifica soddisfatta

2) VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (piano di posa)

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno spingente, $\text{Fi1d} (^\circ) = 10$

coeff. di spinta attiva, $K_a = 0,606357$

Spinta attiva dovuta al terrapieno, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

componente orizzontale, $S_{ah} = 8738,01 \text{ kg}$

braccio componente orizzontale = 1,33 m

componente verticale, $S_{av} = 5044,89 \text{ kg}$

braccio componente verticale = 4 m

Spinta attiva complessiva, $S_a = 10089,78 \text{ kg}$

Componente orizz. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_h = 8738,01 \text{ kg}$

Componente vertic. della risultante delle forze che si scaricano alla base del muro, $R_v = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza sup. separazione muro-magrone o muro-terreno = 2,48

verifica soddisfatta

3) VERIFICA AL CARICO LIMITE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

coeff. spinta terrapieno = 1,3

coeff. spinta dovuta al sovraccarico = 0

angolo di resistenza al taglio di progetto del terreno di fondazione, $\text{Fi2d} (^\circ) = 35$

coesione drenata di progetto terreno di fondazione, $C_{2d} = 2000 \text{ kg/mq}$

Risultante in fondazione, $R = 38548,3 \text{ kg}$

angolo di inclinazione di R rispetto alla verticale = $13,1^\circ$

eccentricità di R, $E_c = 0,19 \text{ m}$

$B/6 = 0,67 \text{ m}$

base del muro non parzializzata

larghezza ridotta della fondazione, $B' = 3,62 \text{ m}$

fattori di inclinazione del carico, $i_c = 0,73$ $i_q = 0,73$ $i_g = 0,39$

fattori del carico limite, $N_c = 46,12$ $N_q = 33,3$ $N_g = 48,03$

carico limite unitario, $q_{lim} = 26,75 \text{ kg/cmq}$

carico limite, $Q_{lim} = 967703,43 \text{ kg}$

carico di esercizio, $R_v = 37544,89 \text{ kg}$

coeff. di sicurezza = 25,77

verifica soddisfatta

4) VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

Trattasi di SLU di tipo geotecnico

angolo di resistenza al taglio di progetto terreno, $Fid (^{\circ}) = 29,26$

coesione drenata di progetto, $Cd = 1600 \text{ kg/mq}$

n° di cerchi analizzati = 10

Cerchio critico: $Xc (m) = 2,27$ $Yc (m) = 6,4$ $Rc (m) = 6,84$

concio	Wt	Wq	alfa ($^{\circ}$)	u	DX	Fsh	B	Fsv	N	T
1	283,61	0	-46,43	0	0,58	0	6,4	0	690,75	265,62
2	791,49	0	-39,74	0	0,58	0	6,4	0	1273,87	294,21
3	1195,34	0	-33,65	0	0,58	0	6,4	0	1643,54	311,81
4	1518,2	0	-27,98	0	0,58	0	6,4	0	1890,7	323,19
5	1773,68	0	-22,59	0	0,58	0	6,4	0	2058,49	330,58
6	1970,43	0	-17,4	0	0,58	0	6,4	0	2169,95	335,14
7	2114,09	0	-12,36	0	0,58	0	6,4	0	2238,23	337,55
8	2208,32	0	-7,42	0	0,58	0	6,4	0	2270,98	338,18
9	2255,36	0	-2,53	0	0,58	0	6,4	0	2272,45	337,25
10	2256,25	0	2,34	0	0,58	0	6,4	0	2244,45	334,83
11	2211,02	0	7,23	0	0,58	0	6,4	0	2186,77	330,9
12	2118,65	0	12,17	0	0,58	0	6,4	0	2097,2	325,35
13	51,46	0	14,7	0	0,01	0	6,4	0	51,38	6,94
14	3847,74	0	17,3	0	0,58	0	6,4	0	3879,88	482,32
15	3650,33	0	22,5	0	0,58	0	6,4	0	3753,83	476,51
16	3393,54	0	27,91	0	0,58	0	6,4	0	3591,59	469,63
17	3068,66	0	33,61	0	0,58	0	6,4	0	3378,2	461,2
18	2661,88	0	39,72	0	0,58	0	6,4	0	3086,62	450,38
19	2149,82	0	46,44	0	0,58	0	6,4	0	2661,93	435,55
20	1487,1	0	54,17	0	0,58	0	6,4	0	1968,6	412,78
21	555,22	0	63,9	0	0,58	0	6,4	0	510,16	368,4

$L (m) = 14,26$

$M_{resist} = 331910,4 \text{ kg*m}$; $M_{instab} = 50812,18 \text{ kg*m}$

Coff. sicurezza del pendio (metodo di Bishop) = 6,532

verifica soddisfatta

