



FRIULI venezia giulia
STRade S.p.A.

Progetto in somma urgenza per il consolidamento e messa in sicurezza della frana a monte della SR409 in prossimità del km 1+800 in località Subida

CIG: B982917CF0



ATEC engineering s.r.l.
Strada del Friuli 30, 34136 Trieste
www.atec-engineering.it
tel. 040-410246 fax 040-4529546

Progettista intervento:
rif. DPR 328/2001 art.41


geol. Giovanni Pietro PINZANI

Calcolatore strutture metalliche e sicurezza:
rif. DPR 328/2001 art.45


ing. Luciano ZARATTINI

collaboratore:

geol. Mattia CASANOVA

DATA/REVISIONE
27 marzo 2026 / REV. 00

COMMITTENZA

FVG Strade S.p.a.

R.U.P.

ing. Matteo VISINTIN

RELAZIONE N°

RT

TITOLO

RELAZIONE GENERALE
RELAZIONE GEOLOGICA - RELAZIONE SISMICA - RELAZIONE
GEOTECNICA - RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE -
RELAZIONE SUI MATERIALI - PIANO DI MANUTENZIONE

PER PRESA VISIONE

Indice

1)	Premessa	1
2)	Normativa ed approccio di calcolo	2
3)	Relazione geologica.....	3
3.1)	Normative di riferimento	3
3.2)	Inquadramento morfologico.....	3
3.3)	Geologia e litologia	3
3.4)	Idrogeologia.....	4
3.5)	Indagini geologiche e geofisiche	5
3.6)	Modello geologico interpretativo di riferimento.....	5
4)	Relazione sismica	6
4.1)	Faglie attive e capaci e categoria di amplificazione stratigrafica	6
4.2)	Calcolo dell'azione sismica di progetto	7
4.3)	Liquefazione dei suoli per azione sismica.....	7
5)	Relazione geotecnica.....	8
5.1)	Back analysis e modello geotecnico	8
5.2)	Verifiche di stabilità geotecnica	10
6)	Relazione di calcolo delle strutture	14
6.1)	Verifiche strutturali dei chiodi	14
6.2)	Valutazione sull'idoneità del paramento in rete e funi.....	16
7)	Giudizio di accettabilità dei risultati	17
8)	Relazione sui materiali.....	18
9)	Piano di manutenzione	19
9.1)	Livello minimo delle prestazioni.....	19
9.2)	Anomalie riscontrabili	19
9.3)	Controlli e frequenza	20
9.4)	Azioni in caso di riscontrate anomalie	20
9.5)	Previsione sostituzione elementi	20
	Allegati	21

1) Premessa

La presente relazione tecnica di progetto riguarda gli interventi in somma urgenza per il consolidamento e messa in sicurezza del versante NW soprastante la SR409 in prossimità del km 1+800 in località Subida in comune di Cormons. Gli interventi si sono resi necessari a seguito del dissesto locale verificatosi nel mese di novembre 2025 durante degli eventi metereologici critici che hanno coinvolto il territorio del Collio e della pianura goriziana. Poiché il versante è già noto per precedenti dissesti verificatisi nel 2006 che hanno portato ad una classe di pericolosità per frana P4 (elevato rischio), sono state eseguite delle indagini geologiche sull'intera scarpata. Tali indagini hanno evidenziato una situazione geostatica critica generale, criticità che ha richiesto un consolidamento ben più ampio del tratto recentemente coinvolto dal dissesto.

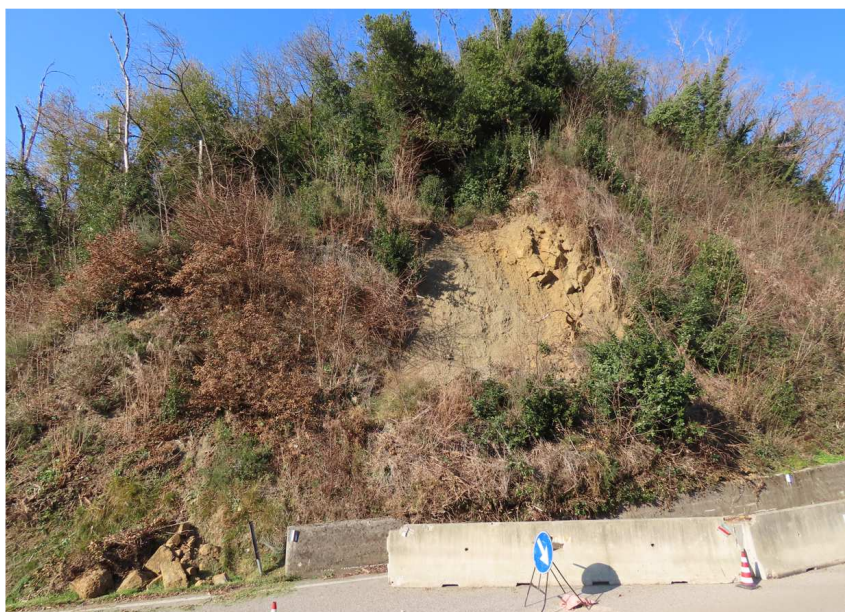


Foto 1.1: visione locale del recente dissesto 2025

Al fine di individuare la soluzione di intervento più consona, sono state eseguite adeguate indagini in sito, considerati i tempi ristretti.

Il lavoro ha compreso le seguenti attività:

- sopralluogo e prime valutazioni speditive sulla possibile soluzione d'intervento;
- esame della documentazione geologica disponibile sull'area;
- riprese aeree con drone;
- esecuzione di un rilievo geologico-tecnico speditivo di superficie;
- esecuzione di n°4 tomografie sismiche a rifrazione;

- esecuzione di n°2 tomografie elettriche;
- elaborazione dei dati acquisiti e definizione della situazione geologico-geostatica del sito;
- esecuzione di un rilievo topografico;
- redazione del progetto costituito dalla presente relazione e da n° 6 tavole.

2) *Normativa ed approccio di calcolo*

Per la redazione del presente documento e delle verifiche in esso contenute si è fatto riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni e successive integrazioni ed in particolare per i calcoli geotecnici ai parr. 6.3 e 7.11.3.5 inerenti la stabilità dei pendii.

Per i calcoli geotecnici, si è considerata una vita utile di 50 anni ed un coefficiente d'uso di classe IV.

3) *Relazione geologica*

3.1) *Normative di riferimento*

In base al Piano di Assetto Idrogeologico PAI dell'Autorità di Bacino, il sito rientra in un'area a pericolosità geologica P4 (molto elevata) per crolli e ribaltamenti. del Piano di Assetto Idrogeologico Regionale (PAIR) mentre non è interessato da criticità in merito al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).

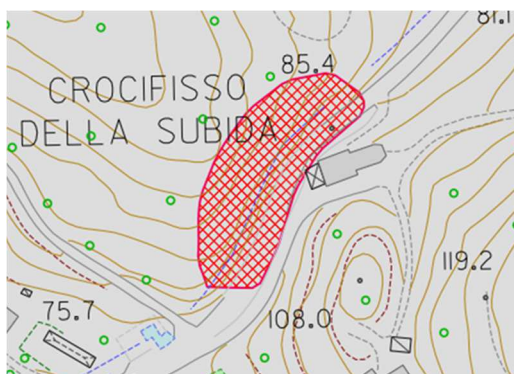


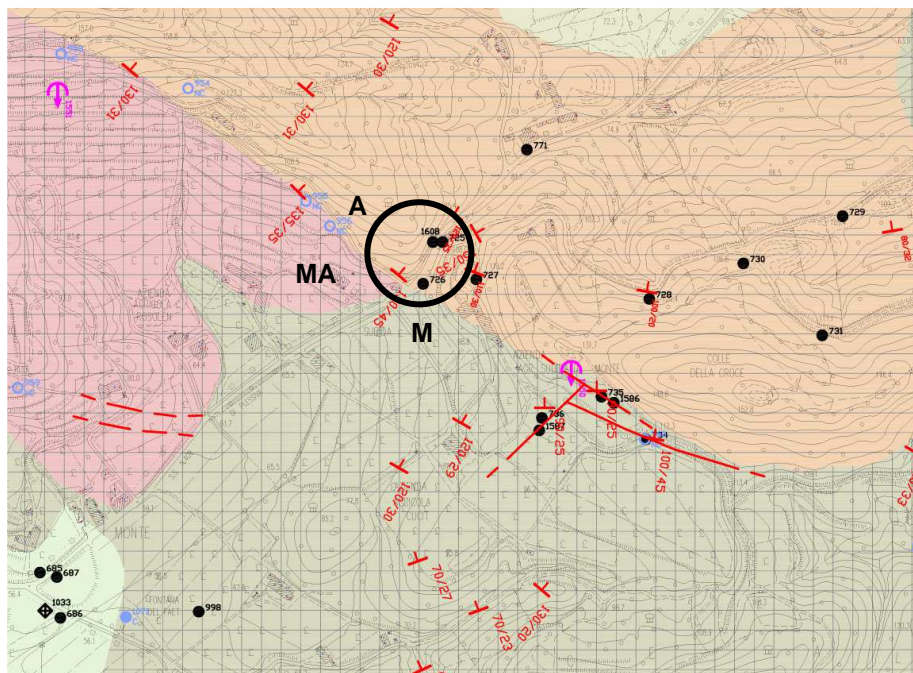
Fig. 3.1.1: perimetrazione frana P4 (scheda PAI frana 0310021300)

3.2) *Inquadramento morfologico*

L'area si colloca sui rilievi collinari posti a NE della cittadina di Cormons (GO), in corrispondenza della scarpata artificiale realizzata per la costruzione della viabilità oggi denominata SR409. Il versante ha una pendenza media di 50° circa con un dislivello medio di 20 m. Ai fini dell'amplificazione sismica per effetti topografici, poiché l'altezza del versante è inferiore ai 30 m, si considera un $S_T = 1$.

3.3) *Geologia e litologia*

La zona di intervento è caratterizzata litologicamente da rocce appartenenti alla nota formazione del Flysch goriziano (Eocene medio p.p.) che ad ampio raggio presentano facies di tipo marnoso-arenaceo, arenaceo-conglomeratico e marnoso. In questa zona la facies predominante è arenaceo-conglomeratica mentre solo nella zona sud si rileva la presenza di marne (cfr. TAV.02). L'assetto giaciturale generale della stratificazione ha immersione verso N-NNE con inclinazioni comprese tra 20° e 40° (cfr. Tav.02). Nella carta geologica regionale, vengono riportati due sistemi di faglia con direzioni NNW-SSE e NE-SW. In base alle morfologie del sito, è probabile che nella vallecchia su cui poi è stata impostata la strada sia presente una faglia NE-SW.



A: Flysch in facies prevalentemente arenaceo-conglomeratico

M: Flysch in facies prevalentemente marnosa

MA: Flysch in facies marnoso-arenacea

Fig. 3.1: carta geologico-tecnica Regione FVG

3.4) Idrogeologia

Nell'immediato intorno, non sono presenti corsi d'acqua o impluvi morfologicamente visibili di una qualche rilevanza. Per quanto concerne invece le acque nel sottosuolo, non sono stati rilevati indizi di sorgenze nella zona d'intervento. Occorre comunque rammentare che la litologia presente, definibile come "impermeabile" nei suoi livelli più integri, tende a favorire lo scorrimento delle acque meteoriche lungo il contatto, sovente di geometria variabile, fra la copertura ed i primi livelli di roccia più alterati e decompressi od in seno agli stessi. Ne consegue quindi che le falde d'acqua spesso seguono percorsi non costanti in profondità e direzione con la possibile coesistenza di più falde sospese sovrapposte.

3.5) *Indagini geologiche e geofisiche*

Sono state eseguite una serie di indagini sia mediante rilievi di superficie che mediante geofisica. Considerato il carattere di somma urgenza si rimanda direttamente alla Tav.02 per gli esiti del lavoro.

3.6) *Modello geologico interpretativo di riferimento*

Per la definizione del modello geologico ci si è basati su tutte le indagini effettuate. Da tali dati, dall'esperienza dello scrivente su lavori limitrofi o simili e dalle osservazioni di superficie è stato definito il modello geologico interpretativo riportato nella tavola Tav.02.

Il modello considera 4 complessi di seguito descritti:

Complesso C1: terreno di media consistenza di origine eluvio colluviale costituito prevalentemente da argille limo sabbiose con singoli elementi lapidei arenacei e conglomeratici di ordine centimetrico/decimetrico;

Complesso C2a: Flysch fratturato marcatamente detensionato e parzialmente alterato per le arenarie e intensamente alterato per le marne;

Complesso C2b: Flysch fratturato parzialmente detensionato ed alterato;

Complesso C3: Flysch fratturato prevalentemente non detensionato e debolmente alterato.

4) *Relazione sismica*

4.1) *Faglie attive e capaci e categoria di amplificazione stratigrafica*

Per quanto riguarda la presenza nell'area di faglie attive e capaci, non si sono avute evidenze né dalle osservazioni eseguite sul campo né dalla consultazione del catalogo ITHACA (ITaly Hazard from CApable faults) sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia per la mitigazione del rischio legata ai terremoti ed alla fagliazione superficiale.

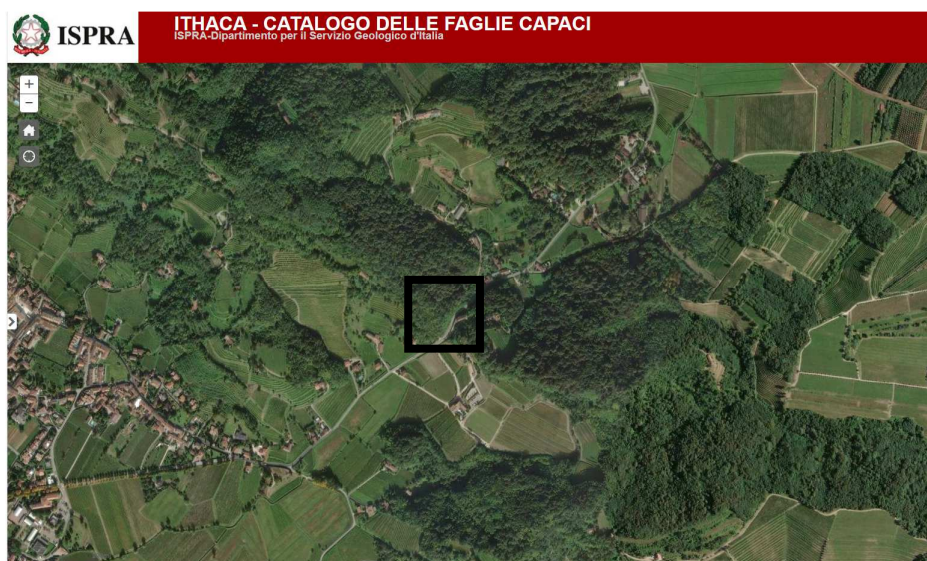
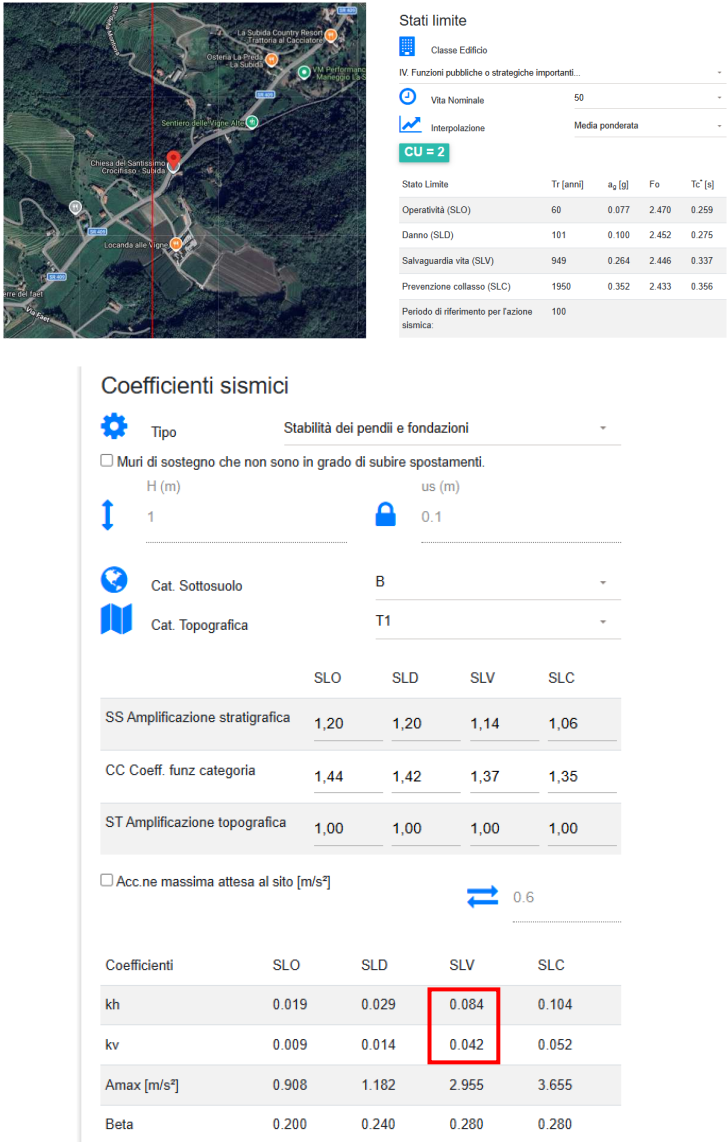


Fig. 4.1: estratto catalogo ITHACA

Per la definizione delle categorie di amplificazione sismica, considerato che l'intervento riguarda un ammasso roccioso detensionato su versante di altezza inferiore ai 30 m, vengono adottate le seguenti categorie: T1 e B.

4.2) Calcolo dell'azione sismica di progetto

Per l'azione sismica viene adottata una vita nominale di 50 anni ed una classe d'uso IV. Il calcolo dell'azione sismica è stato eseguito mediante il free software della Geostru.



Tab. 4.1:coefficienti sismici adottati

4.3) Liquefazione dei suoli per azione sismica

In base alle granulometrie caratteristiche del sito, si esclude il pericolo di fenomeni di liquefazione per azione sismica.

5) Relazione geotecnica

La presente relazione analizza le verifiche geotecniche degli interventi di chiodatura della scarpata.



Le geometrie dei rinforzi sono riportati nelle tavole Tav.03-04-05-06 di progetto e ad esse si rimanda per i dettagli.

I calcoli sono stati eseguiti prevedendo l'utilizzo di tre tipologie di chiodi con le seguenti caratteristiche:

Chiodo Tipo 1: barra B450C ϕ 24 mm ϕ medio perf. 40 mm – L= 3.0 m

Chiodo Tipo 2: barra B450C ϕ 32 mm ϕ perf. 90 mm – L= 4.5 m

Chiodo Tipo 3: barra B450C ϕ 32 mm ϕ perf. 90 mm – L= 6.0 m

Support Name	Color	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Plate Capacity (kN)	Shear Capacity (kN)
B450C 24 mm-i=2m		2	80	80	40
B450C 32 mm-i=2m		2	120	100	80

Tab. 5.1: resistenze di progetto del chiodo

5.1) Back analysis e modello geotecnico

Per la definizione del modello geotecnico e della parametrizzazione geomeccanica, si è ritenuto cautelativamente di operare con un approccio in back analysis, analizzando le due sezioni geologiche riportate nella Tav.02 e ricavate dai dati geofisici.

Per i diversi complessi dell'ammasso roccioso sono stati adottati parametri cautelativi basati sull'esperienza dello scrivente. Inoltre, l'ammasso roccioso presente, almeno per gli spessori di interesse, è contraddistinto da un grado di fratturazione elevato che consente di simulare meccanismi di rottura ricollegabili più alla meccanica del continuo che al discontinuo, come emerso dalle osservazioni in sito. Pertanto, le superfici di rottura analizzate per la stabilità globale seguono superfici di rottura di tipo pseudo-circolare ed è stato adottato un modello di rottura alla Mohr-Coulomb. Le verifiche sono state eseguite con più metodi (Bishop, Spencer, Morgenstern-Price e Sarma) al fine di valutare l'affidabilità del dato.

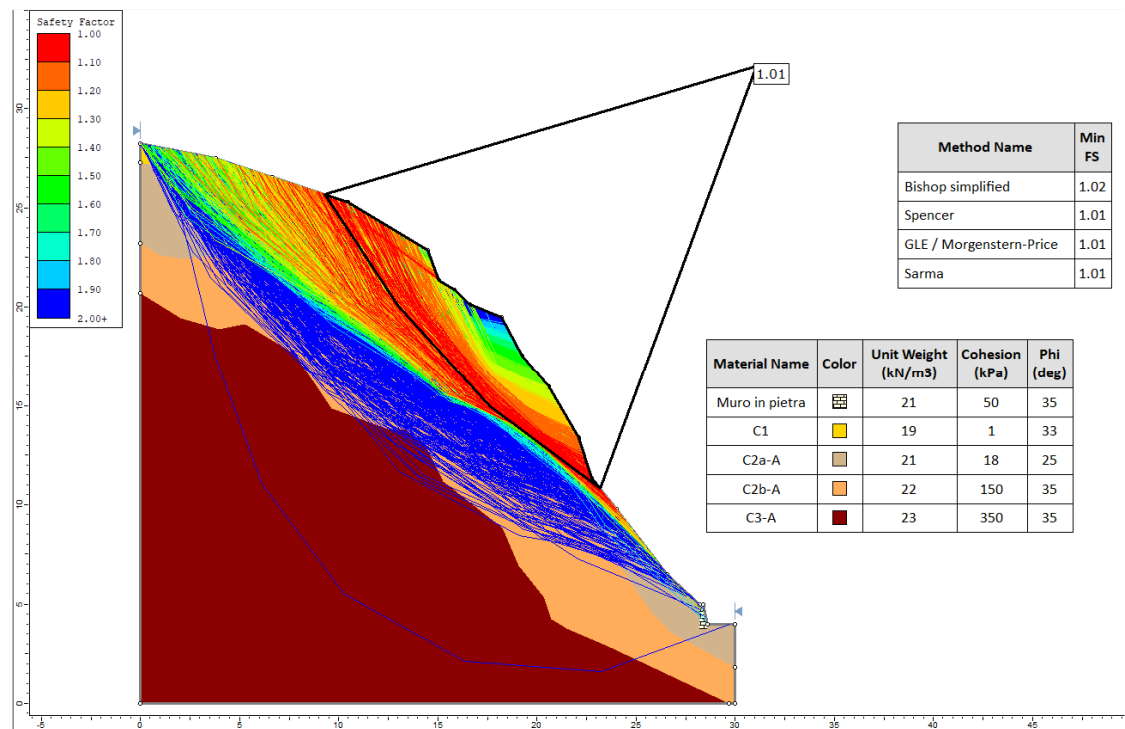


Fig. 5.1.1: modello geotecnico sez.TS1 ricavato da verifica in back analysis con le superfici di stabilità più critiche

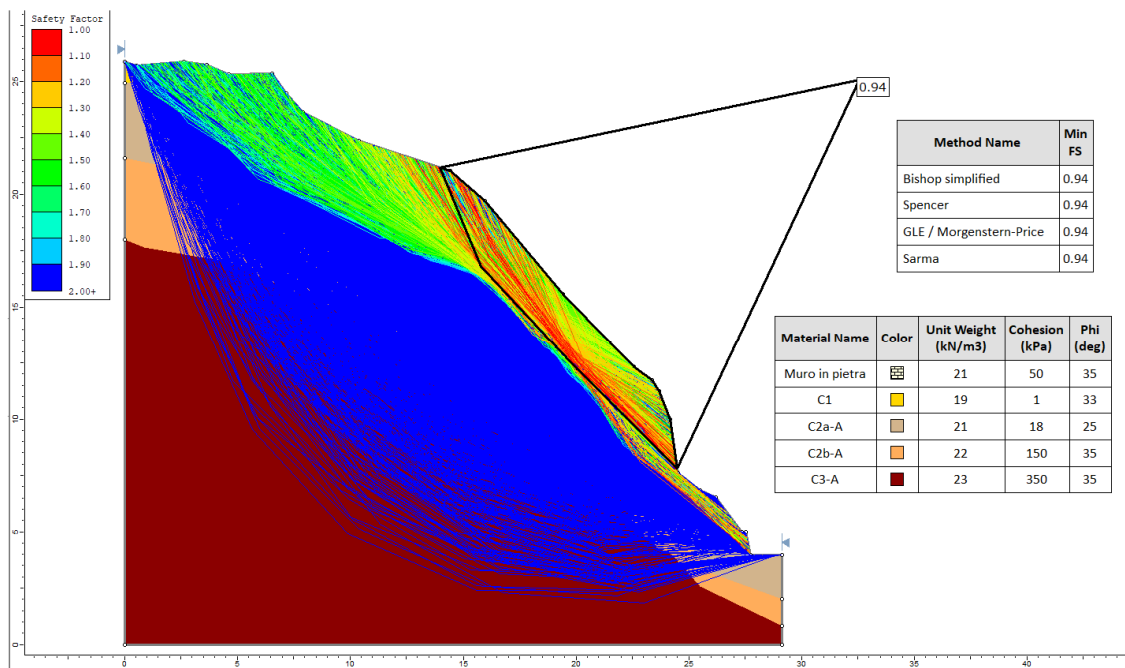


Fig. 5.1.2: modello geotecnico sez.TS3 ricavato da verifica in back analysis con le superfici di stabilità più critiche

Dal confronto delle due verifiche emerge che i parametri adottati in BA sono coerenti tra loro ed anche i diversi metodi adottati forniscono valori di FS molto simili tra loro.

Si può quindi affermare che il modello geotecnico adottato risulta adeguatamente cautelativo.

5.2) Verifiche di stabilità geotecnica

Nelle verifiche delle chiodature, la resistenza a sfilamento del chiodo per ogni suo tratto varia a seconda del materiale in cui esso viene infisso. Ogni singola unità geotecnica esercita pertanto una sua resistenza al taglio di cui tenere conto per le diverse superfici di rottura analizzate. A differenza di un tirante che esercita una resistenza a trazione unicamente nella zona di ancoraggio del suo bulbo e per il quale si esegue un semplice calcolo di resistenza a trazione, nei dimensionamenti di pareti chiodate tale verifica non può essere effettuata. Infatti, la resistenza totale del singolo chiodo varia poiché essa inizia immediatamente a tergo di ogni singola superficie teorica di rottura analizzata, come evidenziato nella figura sottostante.

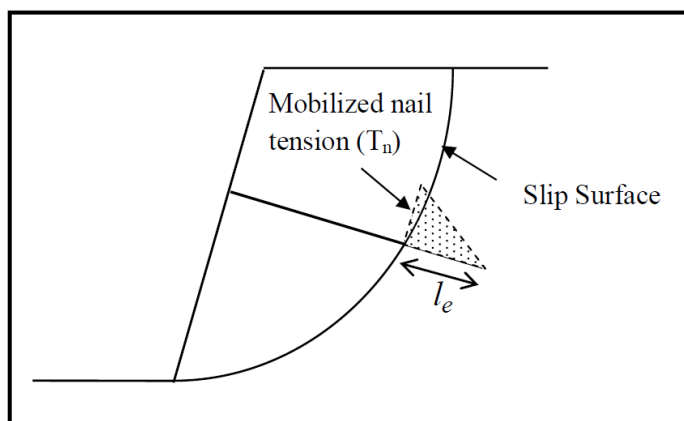


Fig. 5.2.1: schema del principio di funzionamento di un chiodo rispetto ad una generica superficie di rottura

Premesso quanto sopra, sono state calcolate le singole resistenze al taglio τ roccia-boiacca per ogni unità geotecnica utilizzando cautelativamente i soli valori di coesione.

Per il coefficiente di sbulbamento è stato adottato cautelativamente un valore di 1. I risultati di tali calcolazioni vengono di seguito riportati e sono stati inseriti nelle verifiche come riportato nei tabulati in allegato.

CALCOLO GEOTECNICO RESISTENZA A TRAZIONE CHIODO (NTC 2018)			
Diametro perforazione per l'alloggiamento chiodo ϕ_{perf} :		40 mm	
N.B: il calcolo viene eseguito trascurando cautelativamente la componente attritiva			
Unità geotecnica	C1		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	0 kPa	
Resistenza al trazione per metro lineare $\pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		0,00	kN/m
Unità geotecnica	C2a		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	18 kPa	
Resistenza al trazione per metro lineare $\pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		2,26	kN/m
Unità geotecnica	C2b		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	150 kPa	
Resistenza al trazione per metro lineare $\pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		18,85	kN/m
Unità geotecnica	C3		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	350 kPa	
Resistenza al trazione per metro lineare $\pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		43,98	kN/m
		RIASSUNTO RESISTENZE	
	C1	0,00	kN/m
	C2a	2,26	kN/m
	C2b	18,85	kN/m
	C3	43,98	kN/m

Fig. 5.2.2: calcolo resistenze geotecniche boiaccia/roccia con perforazione 40 mm

CALCOLO GEOTECNICO RESISTENZA A TRAZIONE CHIODO (NTC 2018)			
Diametro perforazione per l'alloggiamento chiodo ϕ_{perf} :		90 mm	
N.B: il calcolo viene eseguito trascurando cautelativamente la componente attritiva			
Unità geotecnica	C1		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	0 kPa	
Resistenza al taglio per metro lineare $\tau \pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		0,00	kN/m
Unità geotecnica	C2a		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	18 kPa	
Resistenza al taglio per metro lineare $\tau \pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		5,09	kN/m
Unità geotecnica	C2b		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	150 kPa	
Resistenza al taglio per metro lineare $\tau \pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		42,41	kN/m
Unità geotecnica	C3		
	attrito ϕ'	0 °	
	coesione c'	350 kPa	
Resistenza al taglio per metro lineare $\tau \pi \phi_{\text{perf}} \times c'$		98,96	kN/m
		RIASSUNTO RESISTENZE	
	C1	0,00	kN/m
	C2a	5,09	kN/m
	C2b	42,41	kN/m
	C3	98,96	kN/m

Fig. 5.2.3: calcolo resistenze geotecniche boiaccia/roccia con perforazione 90 mm

Definita l'interazione geotecnica roccia/chiodo, sulla base del modello geotecnico sono state eseguite le verifiche di progetto introducendo una resistenza meccanica dei chiodi a trazione/taglio secondo gli schemi in seguito riportati ed introducendo un fattore di sicurezza parziale di 1.3 sullo sfilamento del chiodo.

Trattandosi del consolidamento di un pendio naturale, in base alle NTC 2018 le condizioni più gravose da verificare si presentano in campo sismico sia con azione verticale positiva che negativa.

Nelle figure seguenti vengono riportati gli esiti delle verifiche.

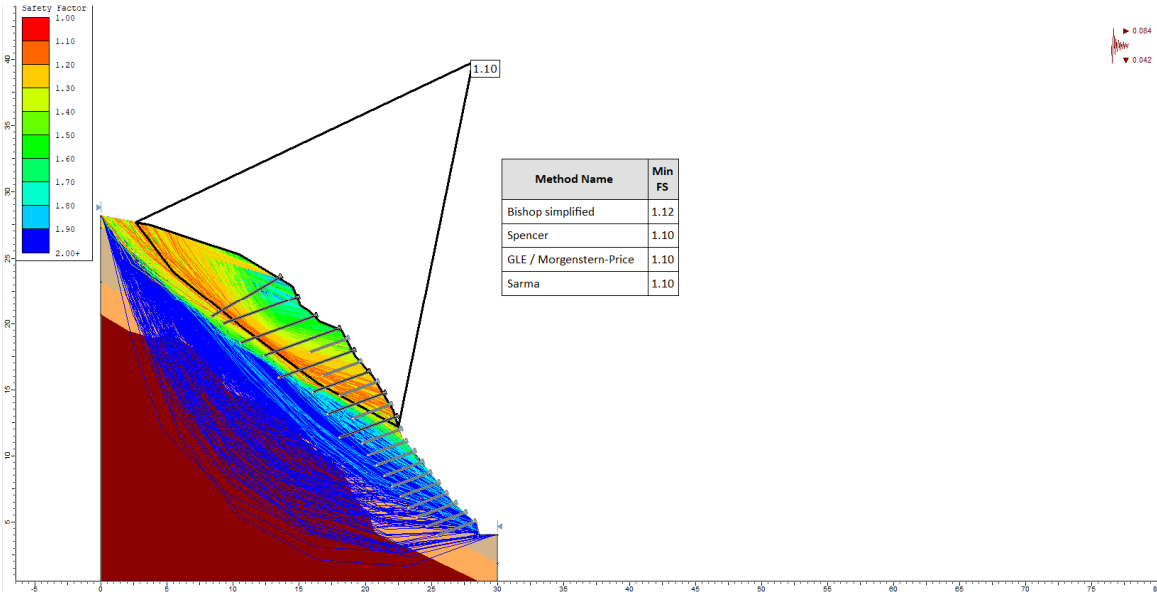


Fig. 5.2.4: verifica stabilità TS1 con +kv

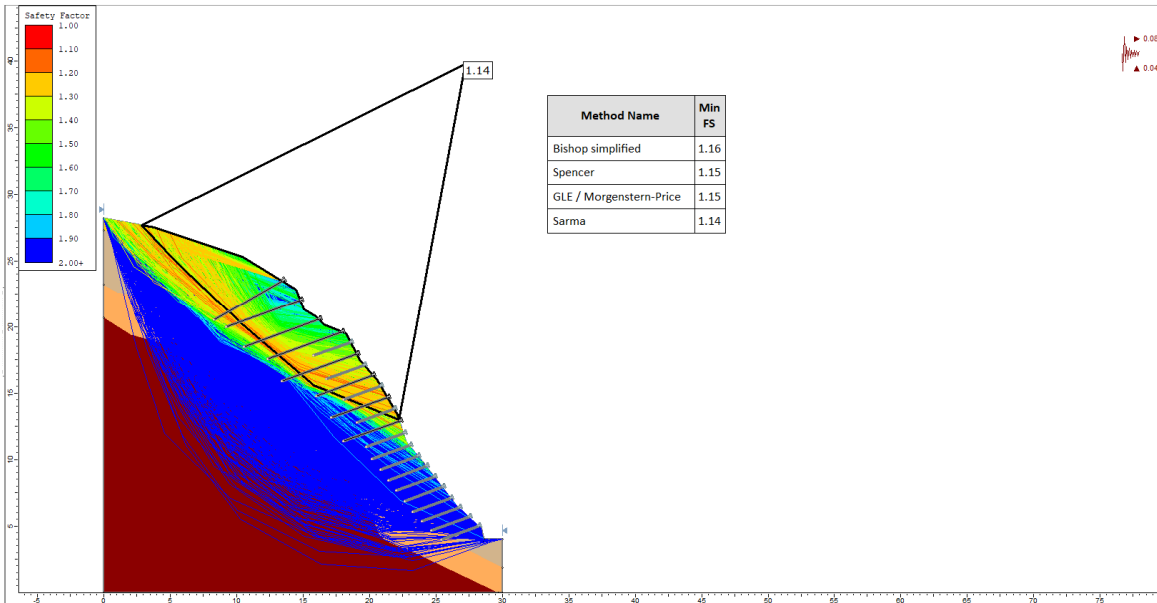


Fig. 5.2.5: verifica stabilità TS1 con -kv

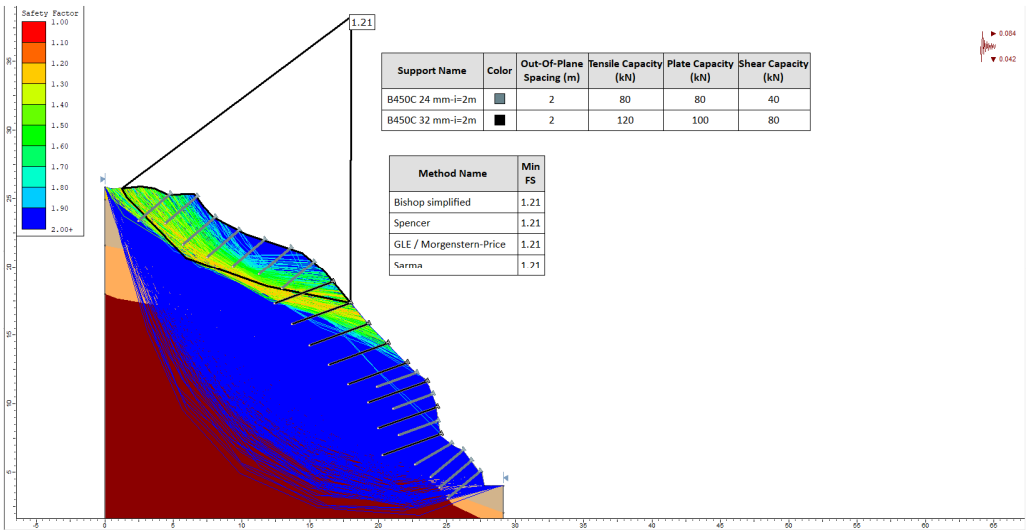


Fig. 5.2.6: verifica stabilità TS2 con +kv

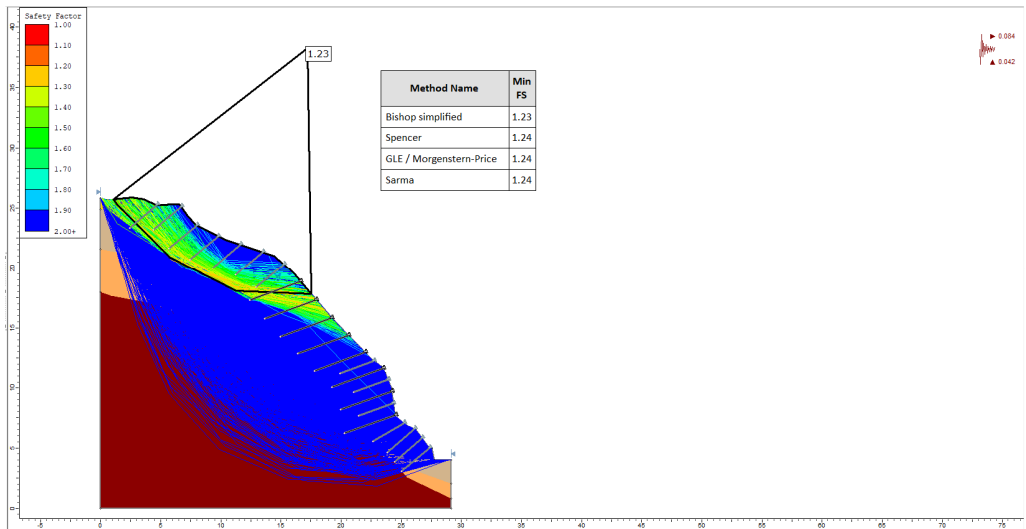


Fig. 5.2.7: verifica stabilità TS2 con -kv

Pur partendo cautelativamente da una condizione di prossimo collasso (back analysis), tutte le verifiche eseguite hanno evidenziato un fattore di sicurezza minimo di 1.10. Tale valore risulta adeguato all'intervento in esame, considerato anche che la normativa non impone un fattore minimo di sicurezza γ_R .

6) Relazione di calcolo delle strutture

6.1) Verifiche strutturali dei chiodi

Nel presente paragrafo viene verificata l'idoneità strutturale delle resistenze dei chiodi adottati nei calcoli geotecnici.

VERIFICA STRUTTURALE CHIODO (D.M. 17/01/2018)		
TIPOLOGIA CHIODO		tipo B450C
diámetro nominale chiodo	ϕ_{nom}	24 mm
area sezione chiodo	A	452,389 mm ²
diámetro nominale filettatura	ϕ_f	24 mm
diámetro medio di perforazione	ϕ_p	40 mm
tensione a rottura	f_{tr}	450 N/mm ²
tensione a snervamento	f_{yk}	540 N/mm ²
AZIONI DI PROGETTO DA CALCOLO GEOTECNICO		
azione max. di trazione	$F_{t,ED}$	80,00 kN
azione max. di taglio	$F_{v,ED}$	40,00 kN
azione max. di trazione chiodo/piastra	R_{tdp}	80,00 kN
azione max. di pullout chiodo-boiacca	$F_{p,D,c-b}$	43,98 kN/m
VERIFICA TRAZIONE/TAGLIO		
1) verifica resistenza a trazione		
Calcolo resistenza a trazione	$F_{t,RD}$	
$F_{t,RD} = 0,6 f_{tr} A / \gamma_{M2} =$		97,72 kN
con $\gamma_{M2} = 1,25$		
Esiti verifica a trazione		VERIFICATO
2) verifica resistenza a taglio		
Calcolo resistenza a taglio	$F_{v,RD}$	
$F_{t,RD} = 0,6 f_{tr} A / \gamma_{M2} =$		97,72 kN
con $\gamma_{M2} = 1,25$		
Esiti verifica a taglio		VERIFICATO
3) verifica resistenza combinata taglio/trazione		
Condizione imposta		
$(F_{v,ED}/F_{v,RD}) + (F_{t,ED}/1,4 F_{t,RD}) < 1$		
verifica		
$(F_{v,ED}/F_{v,RD}) + (F_{t,ED}/1,4 F_{t,RD}) =$		0,994
Esiti verifica trazione/taglio		VERIFICATO
VERIFICA SFILAMENTO BOIACCA-ACCIAIO		
τ_{b-a} (Norme AICAP) =		1500 kPa
Calcolo resistenza allo sfilamento		
$R_{b-a} = \pi \phi_{nom} \tau_{b-a} =$		113,10 kN/m
Condizione imposta		
$R_{b-a} > F_{p,D,c-b}$		
Esiti verifica sfilamento boiacca-acciaio		VERIFICATO
VERIFICA TRAZIONE CHIODO/PIASTRA		
Forza di snervamento caratteristica del chiodo/piastra F_{yk}		
$F_{yk} = \pi (\phi_f/2)^2 \times f_{yk} =$		244,29 kN
Forza di snervamento di calcolo del chiodo F_{yd}		
$F_{yd} = F_{yk}/\gamma_s =$		212,43 kN
con $\gamma_s =$	1,15	
$F_{yd} > R_{tdp}$		VERIFICATO

Fig. 6.1.1: verifica strutturale chiodo Tipo 1

VERIFICA STRUTTURALE CHIODO (D.M. 17/01/2018)		
TIPOLOGIA CHIODO		B450C
diametro nominale chiodo	ϕ_{nom}	32 mm
area sezione chiodo	A	804,248 mm ²
diametro nominale filettatura	ϕ_f	32 mm
diametro medio di perforazione	ϕ_p	90 mm
tensione a rottura	f_{tr}	450 N/mm ²
tensione a snervamento	f_{yk}	540 N/mm ²
AZIONI DI PROGETTO DA CALCOLO GEOTECNICO		
azione max. di trazione	$F_{t,ED}$	120,00 kN
azione max. di taglio	$F_{v,ED}$	80,00 kN
azione max. di trazione chiodo/piastra	R_{tdp}	100,00 kN
azione max. di pullout chiodo-boiacca	$F_{p,D,c-b}$	98,96 kN/m
VERIFICA TRAZIONE/TAGLIO		
1) verifica resistenza a trazione		
Calcolo resistenza a trazione	$F_{t,RD}$	
$F_{t,RD} = 0,6 f_{tr} A / \gamma_{M2} =$		173,72 kN
con $\gamma_{M2} = 1,25$		
Esiti verifica a trazione		VERIFICATO
2) verifica resistenza a taglio		
Calcolo resistenza a taglio	$F_{v,RD}$	
$F_{t,RD} = 0,6 f_{tr} A / \gamma_{M2} =$		173,72 kN
con $\gamma_{M2} = 1,25$		
Esiti verifica a taglio		VERIFICATO
3) verifica resistenza combinata taglio/trazione		
Condizione imposta		
$(F_{v,ED}/F_{v,RD}) + (F_{t,ED}/1,4 F_{t,RD}) < 1$		
verifica		
$(F_{v,ED}/F_{v,RD}) + (F_{t,ED}/1,4 F_{t,RD}) =$		0,954
Esiti verifica trazione/taglio		VERIFICATO
VERIFICA SFILAMENTO BOIACCA-ACCIAIO		
τ_{b-a} (Norme AICAP) =		1500 kPa
Calcolo resistenza allo sfilamento		
$R_{b-a} = \pi \phi_{nom} \tau_{b-a} =$		150,80 kN/m
Condizione imposta		
$R_{b-a} > F_{p,D,c-b}$		
Esiti verifica sfilamento boiacca-acciaio		VERIFICATO
VERIFICA TRAZIONE CHIODO/PIASTRA		
Forza di snervamento caratteristica del chiodo/piastra F_{yk}		
$F_{yk} = \pi (\phi_f/2)^2 \times f_{yk} =$		434,29 kN
Forza di snervamento di calcolo del chiodo F_{yd}		
$F_{yd} = F_{yk}/\gamma_s =$		377,65 kN
con $\gamma_s =$	1,15	
$F_{yd} > R_{tdp}$		VERIFICATO

Fig. 6.1.2: verifica strutturale chiodo Tipo 2 e Tipo 3

6.2) Valutazione sull'idoneità del paramento in rete e funi

Il sistema di rinforzo del paramento è costituito da una maglia quadrata con interasse dei chiodi i_{chiodo} di 2 m con chiodo centrale nei tratti più critici.

Resistenze singoli elementi

Rete: resistenza ultima a trazione $NRk_{\text{rete}} = 50 \text{ kN/m}$

Fune AMZ $\phi 12$: carico di rottura $NRk_{\text{fune}} = 84.1 \text{ kN}$

Resistenza del sistema

$$R_{\text{rete armata}} = (i_{\text{chiodo}} \times NRk_{\text{rete}} + n^{\circ} \text{ funi} \times NRk_{\text{fune}} \cos \beta) = (2 \times 50 + 2 \times 84.1 \cos 45^{\circ}) = 219.36 \text{ kN/m}$$

Adottando un coefficiente di riduzione della resistenza meccanica cautelativo pari a 2^1 , ottengo una resistenza di progetto Rd_{maglia} pari a 109.68 kN.

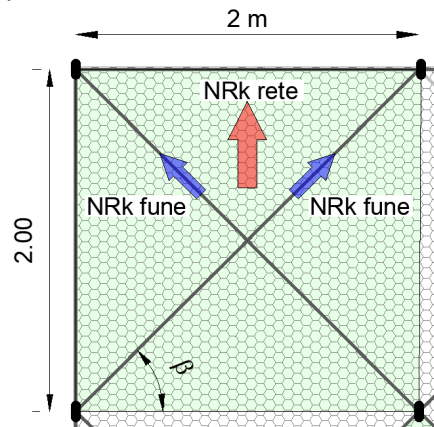


Fig. 6.2.1: schema sistema paramento

Calcolo cautelativo delle spinte all'interno della maglia

Viene eseguita una stima cautelativa delle azioni spingenti sulla rete armata ipotizzando una spinta attiva di singoli elementi lapidei "R" su parete verticale e trascurando la coesione.

$$\text{Parametri geotecnici: } \gamma = 24 \text{ kN/mc} \quad \varphi = 35^{\circ} \quad c=0 \text{ kPa} \quad k_a = \tan^2 (45 - \varphi/2) = 0.27$$

$$\text{Spinta attiva } P_a^2 = 0.5 \times \gamma \times h^2 \times k_a = 0.5 \times 24 \times 2^2 \times 0.27 = 12.96 \text{ kN/m}$$

$$P_{a \text{ maglia}} = 2 \times P_a = 12.96 \times 2 = 25.92 \text{ kN per l'intera maglia.}$$

Da cui:

$$Rd_{\text{maglia}} / P_{a \text{ maglia}} = 109.68 / 25.92 = 4.23 \quad \text{VERIFICATO}$$

¹ La bibliografia consente l'adozione di un fattore di riduzione di 1.3.

² Si ricorda che le sollecitazioni relative alla stabilità globale e quindi alle spinte compressive del sistema sono sostenute dalle chiodature.

Deformazione della rete

Per valutare la deformazione della rete vengono utilizzati gli esiti delle prove di laboratorio eseguiti dalla Maccaferri per la rete a doppia torsione prevista in progetto (fonte Maccaferri) su una maglia 3x3 m (più di due volte più grande). Come si evince dal grafico, per una sollecitazione di 26 kN la deformazione è pari a circa 33 cm, valore ampiamente accettabile per l'intervento. Considerato che nella realtà è presente il sistema di funi a croce e nelle zone più critiche anche il chiodo centrale la deformazione attesa sarà ben inferiore.

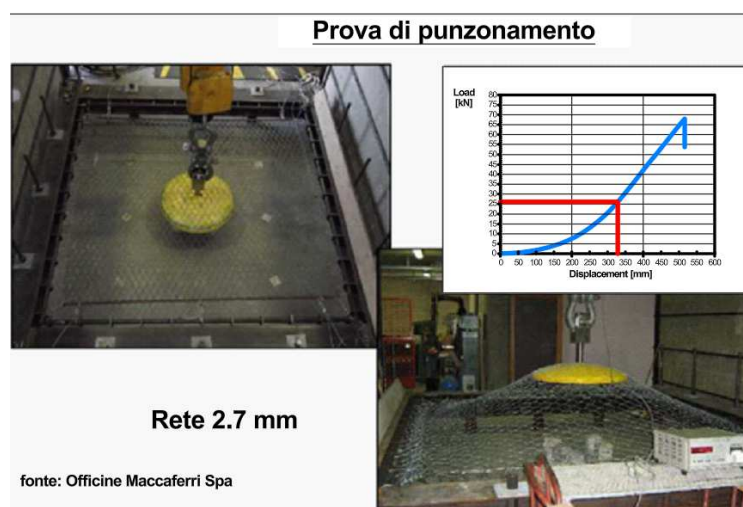


Fig. 6.2.2: prove di laboratorio su rete doppia torsione sottoposta a prova di punzonamento (fonte Maccaferri)

7) *Giudizio di accettabilità dei risultati*

Gran parte delle calcolazioni sugli elementi strutturali (chiodi) sono stati eseguiti con foglio excel i cui esiti sono facilmente valutabili per la semplicità del calcolo. In merito al calcolo geotecnico, l'elevata affidabilità del software utilizzato (ritenuto tra i migliori a livello mondiale) e l'utilizzo di parametri da back analysis, consente di considerare ampiamente accettabili le calcolazioni effettuate.

8) Relazione sui materiali

CHiodo

Chiodo Tipo 1 (barra B450C ϕ . 24 mm - ϕ medio perf 40 mm
acciaio B450C $f_{tr} \geq 450$ MPa- $f_{yk} \geq 540$ MPa
cemento 32.5R $a/c=0.4-0.5$ (da verificare in base all'antiritiro)
additivo antiritiro (% da concordare con la DL in base a ST)

Chiodo Tipo 2 e Tipo 3 (barra B450C ϕ . 32 mm - ϕ perf 90 mm
acciaio B450C $f_{tr} \geq 450$ MPa- $f_{yk} \geq 540$ MPa
cemento 32.5R $a/c=0.4-0.5$ (da verificare in base all'antiritiro)
additivo antiritiro (% da concordare con la DL in base a ST)

GOLFARE

acciaio zincato

FUNE AMZ (UNI EN 12385-4) classe 7x19

filo in acciaio resistenza nominale 1770 N/mm²
 ϕ 12 carico di rottura 84,1 kN

RETE DOPPIA TORSIONE (UNI-EN 10223-3) accoppiata industrialmente a geostuoia in PP da 12 mm o filo inox da 0.7 mm

resistenza ultima a trazione 50 kN/m
filo in acciaio trafilato carico di rottura > 380 ; < 550 N/mm²
allungamento minimo 10%
 ϕ 2.70 mm (UNI-EN 10218)
trattamento lega eutettica di Zn- Al (5%) - Classe A
maglia esagonale 8x10 cm

9) *Piano di manutenzione*

Il presente elaborato, redatto ai sensi dell'art. 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207 e s.m.i., rappresenta il "piano di manutenzione" relativo alle opere, ovvero il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma le procedure dell'attività di manutenzione al fine di mantenere nel tempo la funzionalità dell'intervento, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico dei vari manufatti. Vista la natura delle opere e la mancanza di impianti tecnologici non si rende necessaria la redazione di un manuale d'uso, bensì di un programma di manutenzione atto a prevedere un sistema di controlli e di interventi, nonché le cadenze temporali per la loro esecuzione, al fine di consentire un corretto e duraturo funzionamento delle opere. Il presente documento sarà sottoposto (al termine della realizzazione dell'intervento ed a cura del direttore dei lavori) al controllo ed alla verifica di validità, sulla base degli eventuali aggiornamenti che si saranno resi necessari per le particolarità emerse durante l'esecuzione dei lavori. Il documento dovrà comunque essere aggiornato continuamente dal gestore finale, soprattutto in occasione di interventi di rilevante importanza. Un controllo visivo di carattere generale ed a garanzia del buono stato delle varie opere realizzate dovrà comunque essere eseguito in seguito ad eventi sismici ed altri eventi naturali rilevanti come forti piogge o incendi. Le seguenti indicazioni sono da ritenersi valide per tutte le tipologie di interventi presenti nel presente esecutivo.

9.1) *Livello minimo delle prestazioni*

La rete metallica a doppia torsione deve aderire perfettamente alla scarpata, garantendo la difesa attiva delle porzioni di terreno potenzialmente instabile. La rete assieme al sistema di funi di cucitura previsti devono entrare correttamente in funzione nel caso in cui si verificano dei detensionamenti locali di terreno o dell'ammasso roccioso. La chiodatura deve agire come punto di ancoraggio del sistema e non deve subire fenomeni di sfilamento. I picchetti devono costituire elemento di fissaggio superficiale della rete sia ai fini estetici, per mascherarne la presenza una volta cresciuta la vegetazione, e sia al fine di mantenere continuità con il terreno.

9.2) *Anomalie riscontrabili*

Perdita di aderenza alla scarpata.

Corrosione elementi metallici.

Perdita di tensione.

Perdita efficienza funi di cucitura e perimetrali.

Perdita di elasticità delle funi.

Perdita di efficienza delle asole di fissaggio in fune.

Perdita di stabilità dell'ancoraggio.

9.3) Controlli e frequenza

Controllo visivo da valle per verificare l'integrità delle maglie di rete e lo stato di aderenza alla scarpata – MENSILE primi tre mesi, ANNUALE successivamente.

Controllo in scarpata per verificare l'integrità delle reti e delle funi, lo stato di aderenza alla scarpata, lo stato dei chiodi e delle piastre di placcaggio. Controllo di morsetti, bullonerie, cavi ancoraggio, ecc. – QUINQUENNALE.

9.4) Azioni in caso di riscontrate anomalie

Tutte le valutazioni ed azioni devono essere svolte da tecnici o personale competente.

Perdita di aderenza localizzata della rete alla scarpata: rifissaggio o aggiunta di picchetti e tasselli e verifica delle cause.

Corrosione elementi metallici: asportazione eventuali parti ossidate e trattamento con anticorrosivi.

Perdita di tensione: ritesatura e verifica delle cause.

Perdita efficienza funi perimetrali: ritesatura, verifica delle cause ed eventuale sostituzione.

Perdita di elasticità delle funi: ritesatura, verifica delle cause ed eventuale sostituzione.

Perdita di efficienza delle asole di fissaggio in fune: ritesatura e rifissaggio morsetti, verifica delle cause ed eventuale sostituzione singoli elementi.

Perdita di stabilità dell'ancoraggio: verifica delle cause ed eventuale sostituzione singoli elementi.

9.5) Previsione sostituzione elementi

Sostituzione singoli elementi metallici– QUANDO OCCORRA.

Sostituzione totale delle reti e dei chiodi quando per vetustà, ossidazione od altro, le stesse non possano più assolvere al compito loro assegnato – CINQUANTENNALE.

Allegati

Slide Analysis Information

FVGStrade-SR409-TS1

Project Summary

File Name: FVGStrade-SR409-Subida-sez1.slmd - verifiche statiche - RA-sez.1-verifica BA
 Slide Modeler Version: 7.038
 Project Title: FVGStrade-SR409-TS1
 Analysis: verifica back analisys
 Author: geol. Pinzani
 Company: Studio Pinzani
 Date Created: 27/03/2026

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Left to Right
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
 GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
 Spencer
 Sarma

Number of slices: 50
 Tolerance: 0.005
 Maximum number of iterations: 75
 Check malpha < 0.2: Yes
 Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
 Initial trial value of FS: 1
 Steffensen Iteration: Yes
 Sarma Interslice Strength Option: Computed Average Value






Surface Options

Surface Type:	Non-Circular Path Search
Number of Surfaces:	5000
Pseudo-Random Surfaces:	Enabled
Convex Surfaces Only:	Disabled
Segment Length:	Auto Defined
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined
Upper Angle:	Auto Defined
Lower Angle:	Auto Defined

Seismic

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

Material Properties

Property	Muro in pietra	C1	C2a-A	C2b-A	C3-A
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21	19	21	22	23
Cohesion [kPa]	50	1	18	150	350
Friction Angle [deg]	35	33	25	35	35
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.016430
Axis Location:	16.519, 29.019
Left Slip Surface Endpoint:	9.535, 25.609
Right Slip Surface Endpoint:	15.056, 21.386
Resisting Moment:	280.366 kN-m
Driving Moment:	275.835 kN-m
Total Slice Area:	3.41907 m2
Surface Horizontal Width:	5.52126 m
Surface Average Height:	0.619256 m

Method: spencer

FS	1.007480
Axis Location:	31.079, 32.130
Left Slip Surface Endpoint:	9.311, 25.683
Right Slip Surface Endpoint:	23.176, 10.847
Resisting Moment:	13346.4 kN-m
Driving Moment:	13247.4 kN-m
Resisting Horizontal Force:	434.748 kN
Driving Horizontal Force:	431.522 kN
Total Slice Area:	42.3541 m2
Surface Horizontal Width:	13.8649 m
Surface Average Height:	3.05478 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.011110
Axis Location:	31.079, 32.130
Left Slip Surface Endpoint:	9.311, 25.683
Right Slip Surface Endpoint:	23.176, 10.847
Resisting Moment:	13375 kN-m
Driving Moment:	13228 kN-m
Resisting Horizontal Force:	435.02 kN
Driving Horizontal Force:	430.24 kN
Total Slice Area:	42.3541 m2
Surface Horizontal Width:	13.8649 m
Surface Average Height:	3.05478 m

Method: sarma

FS	1.011020
Axis Location:	31.079, 32.130
Left Slip Surface Endpoint:	9.311, 25.683
Right Slip Surface Endpoint:	23.176, 10.847
Total Slice Area:	42.3541 m2
Surface Horizontal Width:	13.8649 m
Surface Average Height:	3.05478 m

Global Minimum Coordinates

Method: bishop simplified

X	Y
9.53516	25.6094
9.55349	25.5794
15.0564	21.3862

Method: spencer

X	Y
9.31081	25.6827
12.9848	20.1112
17.6314	14.9854
23.1757	10.847

Method: gle/morgenstern-price

X	Y
9.31081	25.6827
12.9848	20.1112
17.6314	14.9854
23.1757	10.847

Method: sarma

X	Y
9.31081	25.6827
12.9848	20.1112
17.6314	14.9854
23.1757	10.847

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
0	0
29.7041	0
30	0
30	1.84867
30	4
28.6018	4
28.4018	5
28.2018	5
26.5909	6.50642
24.0317	9.78167
22.7769	11.3433
22.1158	13.4018
20.5802	15.9729
19.2407	17.5392
18.2148	19.5057
16.6076	20.1466
15.8466	20.8737
15.0717	21.347
14.4825	22.8586
10.4564	25.3081
6.65618	26.5508
3.80715	27.504
-4e-016	28.2146
-8.88178e-016	27.2912
-7.63278e-016	23.2213
-8.88178e-016	20.6928

Material Boundary



X	Y
-8.88178e-016	27.2912
5.66959	26.0076
12.3174	22.7293
15.0717	21.347

Material Boundary

X	Y
-7.63278e-016	23.2213
0.0746826	23.1613
1.01195	22.618
2.13435	22.4277
3.31318	22.5668
5.51168	22.3143
7.73084	20.4522
9.47668	19.7392
10.708	19.5463
11.292	19.0563
11.8049	17.4538
14.2284	15.7299
15.7394	15.5014
16.9596	14.8866
18.925	14.0004
21.114	12.2079
21.8404	10.2272
22.8009	8.52563
24.1448	6.97784
25.7431	4.65262
26.8813	3.5012
30	1.84867

Material Boundary

X	Y
-8.88178e-016	20.6928
2.04883	19.426
3.96004	18.8838
5.29492	19.1569
7.75075	17.6823
9.62706	14.8584
12.5732	13.7574
13.4236	13.7957
14.3451	13.0225
15.2758	11.1801
18.2828	8.83379
19.0963	6.95697
20.3294	5.36942
20.7401	4.2494
21.5278	3.76678
23.7132	2.83966
29.7041	0

Material Boundary

X	Y
28.2018	5
28.2018	3.742
28.613	3.742
28.6018	4

Slide Analysis Information

FVGStrade-SR409-TS1

Project Summary

File Name: FVGStrade-SR409-Subida-sez1.slmd - verifiche sismiche - RA-sez.1-verifica progetto +kv
 Slide Modeler Version: 7.038
 Project Title: FVGStrade-SR409-TS1
 Analysis: verifica progetto-sismica +kv
 Author: geol. Pinzani
 Company: Studio Pinzani
 Date Created: 27/03/2026

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Left to Right
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
 Name: NTC 2018 sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1
Coefficient of shearing resistance	1
Undrained strength	1
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1.3
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
Spencer
Sarma

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes
Sarma Interslice Strength Option: Computed Average Value

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: Auto Defined
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined






Seismic

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.084
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.042

Material Properties





Property	Muro in pietra	C1	C2a-A	C2b-A	C3-A
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21	19	21	22	23
Cohesion [kPa]	50	1	18	150	350
Friction Angle [deg]	35	33	25	35	35
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

B450C 24 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 80 kN
 Plate Capacity: 80 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 40 kN

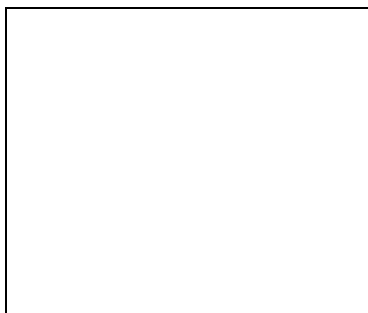
Bond Strength Dependency:





Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	2.26
 C2b-A	18.85
 C3-A	37.7

B450C 32 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 120 kN
 Plate Capacity: 100 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 80 kN

Bond Strength Dependency:



Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	5.09
 C2b-A	42.41
 C3-A	84.82

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.115520
Axis Location:	27.192, 39.769
Left Slip Surface Endpoint:	2.824, 27.688
Right Slip Surface Endpoint:	22.237, 13.026
Resisting Moment:	28392 kN-m
Driving Moment:	25451.8 kN-m
Passive Support Moment:	8497.63 kN-m
Total Slice Area:	72.4251 m ²
Surface Horizontal Width:	19.4127 m
Surface Average Height:	3.7308 m

Method: spencer

FS	1.103730
Axis Location:	28.116, 39.831
Left Slip Surface Endpoint:	2.628, 27.724
Right Slip Surface Endpoint:	22.509, 12.176
Resisting Moment:	32325.4 kN-m
Driving Moment:	29287.4 kN-m
Resisting Horizontal Force:	930.82 kN
Driving Horizontal Force:	843.34 kN
Passive Support Moment:	10576.9 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	281.419 kN
Total Slice Area:	78.5727 m ²
Surface Horizontal Width:	19.8812 m
Surface Average Height:	3.95212 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.102200
Axis Location:	28.116, 39.831
Left Slip Surface Endpoint:	2.628, 27.724
Right Slip Surface Endpoint:	22.509, 12.176
Resisting Moment:	32196.8 kN-m
Driving Moment:	29211.5 kN-m
Resisting Horizontal Force:	930.78 kN
Driving Horizontal Force:	844.477 kN
Passive Support Moment:	10576.9 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	281.419 kN
Total Slice Area:	78.5727 m ²
Surface Horizontal Width:	19.8812 m
Surface Average Height:	3.95212 m

Method: sarma

FS	1.097730
Axis Location:	27.192, 39.769
Left Slip Surface Endpoint:	2.824, 27.688
Right Slip Surface Endpoint:	22.237, 13.026
Passive Support Moment:	8497.63 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	221.917 kN
Total Slice Area:	72.4251 m ²
Surface Horizontal Width:	19.4127 m
Surface Average Height:	3.7308 m

Global Minimum Coordinates**Method: bishop simplified**

X	Y
2.82384	27.6876
5.51702	24.8364
10.5503	20.0897
15.8157	15.6019
22.2366	13.0256

Method: spencer

X	Y
2.62811	27.7241
5.48519	23.9365
10.8601	19.5804
16.4247	15.4694
22.5093	12.1765

Method: gle/morgenstern-price

X	Y
2.62811	27.7241
5.48519	23.9365
10.8601	19.5804
16.4247	15.4694
22.5093	12.1765

Method: sarma

X	Y
2.82384	27.6876
5.51702	24.8364
10.5503	20.0897
15.8157	15.6019
22.2366	13.0256

List Of Coordinates**External Boundary**

X	Y
0	0
29.7041	0
30	0
30	1.84867
30	4
28.6018	4
28.4018	5
28.2018	5
26.5909	6.50642
24.0317	9.78167
22.7769	11.3433
22.1158	13.4018
20.5802	15.9729
19.2407	17.5392
18.2148	19.5057
16.6076	20.1466
15.8466	20.8737
15.0717	21.347
14.4825	22.8586
10.4564	25.3081
6.65618	26.5508
3.80715	27.504
-4e-016	28.2146
-8.88178e-016	27.2912
-7.63278e-016	23.2213
-8.88178e-016	20.6928

Material Boundary

X	Y
-8.88178e-016	27.2912
5.66959	26.0076
12.3174	22.7293
15.0717	21.347

Material Boundary

--

X	Y
-7.63278e-016	23.2213
0.0746826	23.1613
1.01195	22.618
2.13435	22.4277
3.31318	22.5668
5.51168	22.3143
7.73084	20.4522
9.47668	19.7392
10.708	19.5463
11.292	19.0563
11.8049	17.4538
14.2284	15.7299
15.7394	15.5014
16.9596	14.8866
18.925	14.0004
21.114	12.2079
21.8404	10.2272
22.8009	8.52563
24.1448	6.97784
25.7431	4.65262
26.8813	3.5012
30	1.84867

Material Boundary

X	Y
-8.88178e-016	20.6928
2.04883	19.426
3.96004	18.8838
5.29492	19.1569
7.75075	17.6823
9.62706	14.8584
12.5732	13.7574
13.4236	13.7957
14.3451	13.0225
15.2758	11.1801
18.2828	8.83379
19.0963	6.95697
20.3294	5.36942
20.7401	4.2494
21.5278	3.76678
23.7132	2.83966
29.7041	0

Material Boundary

X	Y
28.2018	5
28.2018	3.7
28.619	3.7
28.6018	4

Slide Analysis Information

FVGStrade-SR409-TS1

Project Summary

File Name: FVGStrade-SR409-Subida-sez1.slmd - verifiche sismiche - RA-sez.1-verifica progetto -kv
 Slide Modeler Version: 7.038
 Project Title: FVGStrade-SR409-TS1
 Analysis: verifica progetto-sismica -kv
 Author: geol. Pinzani
 Company: Studio Pinzani
 Date Created: 27/03/2026

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Left to Right
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
 Name: NTC 2018 sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1
Coefficient of shearing resistance	1
Undrained strength	1
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1.3
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
Spencer
Sarma

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes
Sarma Interslice Strength Option: Computed Average Value

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: Auto Defined
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined






Seismic

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.084
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.042

Material Properties





Property	Muro in pietra	C1	C2a-A	C2b-A	C3-A
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21	19	21	22	23
Cohesion [kPa]	50	1	18	150	350
Friction Angle [deg]	35	33	25	35	35
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

B450C 24 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 80 kN
 Plate Capacity: 80 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 40 kN

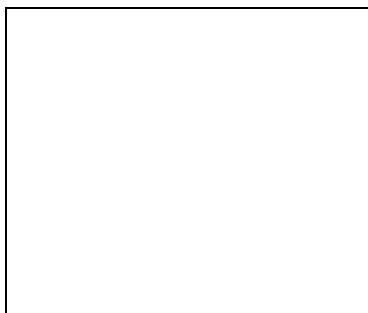
Bond Strength Dependency:





Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	2.26
 C2b-A	18.85
 C3-A	37.7

B450C 32 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 120 kN
 Plate Capacity: 100 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 80 kN

Bond Strength Dependency:



Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	5.09
 C2b-A	42.41
 C3-A	84.82

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.162040
Axis Location:	27.192, 39.769
Left Slip Surface Endpoint:	2.824, 27.688
Right Slip Surface Endpoint:	22.237, 13.026
Resisting Moment:	27404.4 kN-m
Driving Moment:	23583 kN-m
Passive Support Moment:	8497.63 kN-m
Total Slice Area:	72.4251 m ²
Surface Horizontal Width:	19.4127 m
Surface Average Height:	3.7308 m

Method: spencer

FS	1.148930
Axis Location:	27.192, 39.769
Left Slip Surface Endpoint:	2.824, 27.688
Right Slip Surface Endpoint:	22.237, 13.026
Resisting Moment:	27196.4 kN-m
Driving Moment:	23671.1 kN-m
Resisting Horizontal Force:	802.233 kN
Driving Horizontal Force:	698.245 kN
Passive Support Moment:	8497.63 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	221.917 kN
Total Slice Area:	72.4251 m ²
Surface Horizontal Width:	19.4127 m
Surface Average Height:	3.7308 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.150890
Axis Location:	28.116, 39.831
Left Slip Surface Endpoint:	2.628, 27.724
Right Slip Surface Endpoint:	22.509, 12.176
Resisting Moment:	31210.3 kN-m
Driving Moment:	27118.3 kN-m
Resisting Horizontal Force:	898.287 kN
Driving Horizontal Force:	780.512 kN
Passive Support Moment:	10576.9 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	281.419 kN
Total Slice Area:	78.5727 m ²
Surface Horizontal Width:	19.8812 m
Surface Average Height:	3.95212 m

Method: sarma

FS	1.143010
Axis Location:	27.192, 39.769
Left Slip Surface Endpoint:	2.824, 27.688
Right Slip Surface Endpoint:	22.237, 13.026
Passive Support Moment:	8497.63 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	221.917 kN
Total Slice Area:	72.4251 m ²
Surface Horizontal Width:	19.4127 m
Surface Average Height:	3.7308 m

Global Minimum Coordinates**Method: bishop simplified**

X	Y
2.82384	27.6876
5.51702	24.8364
10.5503	20.0897
15.8157	15.6019
22.2366	13.0256

Method: spencer

X	Y
2.82384	27.6876
5.51702	24.8364
10.5503	20.0897
15.8157	15.6019
22.2366	13.0256

Method: gle/morgenstern-price

X	Y
2.62811	27.7241
5.48519	23.9365
10.8601	19.5804
16.4247	15.4694
22.5093	12.1765

Method: sarma

X	Y
2.82384	27.6876
5.51702	24.8364
10.5503	20.0897
15.8157	15.6019
22.2366	13.0256

List Of Coordinates**External Boundary**

X	Y
0	0
29.7041	0
30	0
30	1.84867
30	4
28.6018	4
28.4018	5
28.2018	5
26.5909	6.50642
24.0317	9.78167
22.7769	11.3433
22.1158	13.4018
20.5802	15.9729
19.2407	17.5392
18.2148	19.5057
16.6076	20.1466
15.8466	20.8737
15.0717	21.347
14.4825	22.8586
10.4564	25.3081
6.65618	26.5508
3.80715	27.504
-4e-016	28.2146
-8.88178e-016	27.2912
-7.63278e-016	23.2213
-8.88178e-016	20.6928

Material Boundary

X	Y
-8.88178e-016	27.2912
5.66959	26.0076
12.3174	22.7293
15.0717	21.347

Material Boundary

--

X	Y
-7.63278e-016	23.2213
0.0746826	23.1613
1.01195	22.618
2.13435	22.4277
3.31318	22.5668
5.51168	22.3143
7.73084	20.4522
9.47668	19.7392
10.708	19.5463
11.292	19.0563
11.8049	17.4538
14.2284	15.7299
15.7394	15.5014
16.9596	14.8866
18.925	14.0004
21.114	12.2079
21.8404	10.2272
22.8009	8.52563
24.1448	6.97784
25.7431	4.65262
26.8813	3.5012
30	1.84867

Material Boundary

X	Y
-8.88178e-016	20.6928
2.04883	19.426
3.96004	18.8838
5.29492	19.1569
7.75075	17.6823
9.62706	14.8584
12.5732	13.7574
13.4236	13.7957
14.3451	13.0225
15.2758	11.1801
18.2828	8.83379
19.0963	6.95697
20.3294	5.36942
20.7401	4.2494
21.5278	3.76678
23.7132	2.83966
29.7041	0

Material Boundary

X	Y
28.2018	5
28.2018	3.7
28.619	3.7
28.6018	4

Slide Analysis Information

FVGStrade

Project Summary

File Name: FVGStrade-SR409-Subida-sez3.slmd - verifiche statiche - RA-sez.1-verifica BA
 Slide Modeler Version: 7.038
 Project Title: FVGStrade
 Analysis: verifica back analisys
 Author: geol. Pinzani
 Company: Studio Pinzani
 Date Created: 27/03/2026

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Left to Right
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
 GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
 Spencer
 Sarma

Number of slices: 50
 Tolerance: 0.005
 Maximum number of iterations: 75
 Check malpha < 0.2: Yes
 Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
 Initial trial value of FS: 1
 Steffensen Iteration: Yes
 Sarma Interslice Strength Option: Computed Average Value






Surface Options

Surface Type:	Non-Circular Path Search
Number of Surfaces:	5000
Pseudo-Random Surfaces:	Enabled
Convex Surfaces Only:	Disabled
Segment Length:	Auto Defined
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined
Upper Angle:	Auto Defined
Lower Angle:	Auto Defined

Seismic

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

Material Properties

Property	Muro in pietra	C1	C2a-A	C2b-A	C3-A
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21	19	21	22	23
Cohesion [kPa]	50	1	18	150	350
Friction Angle [deg]	35	33	25	35	35
Ru Value	0	0	0.2	0.1	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	0.940529
Axis Location:	32.549, 25.056
Left Slip Surface Endpoint:	13.952, 21.177
Right Slip Surface Endpoint:	24.494, 7.851
Resisting Moment:	6838.04 kN-m
Driving Moment:	7270.41 kN-m
Total Slice Area:	26.2368 m2
Surface Horizontal Width:	10.5418 m
Surface Average Height:	2.48883 m

Method: spencer

FS	0.937762
Axis Location:	32.549, 25.056
Left Slip Surface Endpoint:	13.952, 21.177
Right Slip Surface Endpoint:	24.494, 7.851
Resisting Moment:	6851.07 kN-m
Driving Moment:	7305.76 kN-m
Resisting Horizontal Force:	245.389 kN
Driving Horizontal Force:	261.675 kN
Total Slice Area:	26.2368 m2
Surface Horizontal Width:	10.5418 m
Surface Average Height:	2.48883 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	0.941567
Axis Location:	32.549, 25.056
Left Slip Surface Endpoint:	13.952, 21.177
Right Slip Surface Endpoint:	24.494, 7.851
Resisting Moment:	6865.79 kN-m
Driving Moment:	7291.88 kN-m
Resisting Horizontal Force:	246 kN
Driving Horizontal Force:	261.267 kN
Total Slice Area:	26.2368 m2
Surface Horizontal Width:	10.5418 m
Surface Average Height:	2.48883 m

Method: sarma

FS	0.943457
Axis Location:	32.549, 25.056
Left Slip Surface Endpoint:	13.952, 21.177
Right Slip Surface Endpoint:	24.494, 7.851
Total Slice Area:	26.2368 m2
Surface Horizontal Width:	10.5418 m
Surface Average Height:	2.48883 m

Global Minimum Coordinates

Method: bishop simplified

X	Y
13.9525	21.177
15.7766	16.81
20.0474	12.245
24.4943	7.85144

Method: spencer

X	Y
13.9525	21.177
15.7766	16.81
20.0474	12.245
24.4943	7.85144

Method: gle/morgenstern-price

X	Y
13.9525	21.177
15.7766	16.81
20.0474	12.245
24.4943	7.85144

Method: sarma

X	Y
13.9525	21.177
15.7766	16.81
20.0474	12.245
24.4943	7.85144

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
0	0
29.139	0
29.139	0.836602
29.139	2.03383
29.139	4
27.7408	4
27.5408	5
27.3408	5
26.19	6.5476
25.5004	6.86857
24.5271	7.63151
24.1739	10.0003
23.6819	11.2708
23.3673	11.7566
22.5643	12.3513
19.4252	15.5819
15.9725	19.6982
14.4064	21.0265
10.3625	22.3669
7.90439	23.6288
7.16436	24.4508
6.53581	25.3377
4.59187	25.3021
3.62062	25.7263
2.61712	25.8794
0.52498	25.7008
0	25.8504
0	24.9363
0	21.5876
0	17.9973

Material Boundary

--

X	Y
0	24.9363
6.23345	24.9294
7.63227	23.2613
13.842	20.2644
15.9725	19.6982

Material Boundary

X	Y
0	21.5876
1.61126	21.2771
2.8557	22.289
4.25813	22.2619
5.70733	20.6619
6.92554	20.2867
8.82827	19.2991
9.69282	18.0478
11.6654	18.0303
13.9804	16.6653
14.5284	17.122
16.48	15.8875
16.9813	14.9913
17.7444	14.0662
18.4354	13.4912
19.2918	13.0256
19.9501	12.2642
21.0627	10.3234
21.8052	9.64716
22.8649	7.49268
23.2975	5.97116
24.7891	4.65585
25.9944	3.20352
29.139	2.03383

Material Boundary

X	Y
0	17.9973
0.851689	17.6619
4.50677	17.0204
9.70225	14.6741
13.4535	12.5972
18.9233	9.56864
21.7535	7.55704
22.6324	5.07295
23.5956	4.29641
24.2852	3.97541
25.5093	2.5947
29.139	0.836602

Material Boundary

--	--

X	Y
27.3408	5
27.3408	3.73804
27.7653	3.73804
27.7408	4

Slide Analysis Information

FVGStrade-SR409-TS1

Project Summary

File Name: FVGStrade-SR409-Subida-sez3.slmd - verifiche sismiche - RA-sez.1-verifica progetto +kv
 Slide Modeler Version: 7.038
 Project Title: FVGStrade-SR409-TS1
 Analysis: verifica progetto-sismica +kv
 Author: geol. Pinzani
 Company: Studio Pinzani
 Date Created: 27/03/2026

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Left to Right
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
 Name: NTC 2018 sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1
Coefficient of shearing resistance	1
Undrained strength	1
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1.3
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
Spencer
Sarma

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes
Sarma Interslice Strength Option: Computed Average Value

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: Auto Defined
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined






Seismic

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.084
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.042

Material Properties





Property	Muro in pietra	C1	C2a-A	C2b-A	C3-A
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21	19	21	22	23
Cohesion [kPa]	50	1	18	150	350
Friction Angle [deg]	35	33	25	35	35
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0.2	0.1	0

Support Properties

B450C 24 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 80 kN
 Plate Capacity: 80 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 40 kN

Bond Strength Dependency:





Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	2.26
 C2b-A	18.85
 C3-A	37.7

B450C 32 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 120 kN
 Plate Capacity: 100 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 80 kN

Bond Strength Dependency:

--	--

Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	5.09
 C2b-A	42.41
 C3-A	84.82

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.212960
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Resisting Moment:	11853.7 kN-m
Driving Moment:	9772.55 kN-m
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Method: spencer

FS	1.213480
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Resisting Moment:	11805.2 kN-m
Driving Moment:	9728.46 kN-m
Resisting Horizontal Force:	504.018 kN
Driving Horizontal Force:	415.351 kN
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	38.1469 kN
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.212980
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Resisting Moment:	11815.3 kN-m
Driving Moment:	9740.67 kN-m
Resisting Horizontal Force:	504.048 kN
Driving Horizontal Force:	415.544 kN
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	38.1469 kN
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Method: sarma

FS	1.214530
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	38.1469 kN
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Global Minimum Coordinates**Method: bishop simplified**

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

Method: spencer

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

Method: gle/morgenstern-price

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

Method: sarma

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

List Of Coordinates**External Boundary**

X	Y
0	0
29.139	0
29.139	0.836602
29.139	2.03383
29.139	4
27.7408	4
27.5408	5
27.3408	5
26.19	6.5476
25.5004	6.86857
24.5271	7.63151
24.1739	10.0003
23.6819	11.2708
23.3673	11.7566
22.5643	12.3513
19.4252	15.5819
15.9725	19.6982
14.4064	21.0265
10.3625	22.3669
7.90439	23.6288
7.16436	24.4508
6.53581	25.3377
4.59187	25.3021
3.62062	25.7263
2.61712	25.8794
0.52498	25.7008
0	25.8504
0	24.9363
0	21.5876
0	17.9973

Material Boundary

X	Y
0	24.9363
6.23345	24.9294
7.63227	23.2613
13.842	20.2644
15.9725	19.6982

Material Boundary

X	Y
0	21.5876
1.61126	21.2771
2.8557	22.289
4.25813	22.2619
5.70733	20.6619
6.92554	20.2867
8.82827	19.2991
9.69282	18.0478
11.6654	18.0303
13.9804	16.6653
14.5284	17.122
16.48	15.8875
16.9813	14.9913
17.7444	14.0662
18.4354	13.4912
19.2918	13.0256
19.9501	12.2642
21.0627	10.3234
21.8052	9.64716
22.8649	7.49268
23.2975	5.97116
24.7891	4.65585
25.9944	3.20352
29.139	2.03383

Material Boundary

X	Y
0	17.9973
0.851689	17.6619
4.50677	17.0204
9.70225	14.6741
13.4535	12.5972
18.9233	9.56864
21.7535	7.55704
22.6324	5.07295
23.5956	4.29641
24.2852	3.97541
25.5093	2.5947
29.139	0.836602

Material Boundary

X	Y
27.3408	5
27.3408	3.73804
27.7653	3.73804
27.7408	4

Slide Analysis Information

FVGStrade-SR409-TS1

Project Summary

File Name: FVGStrade-SR409-Subida-sez3.slmd - verifiche sismiche - RA-sez.1-verifica progetto -kv
 Slide Modeler Version: 7.038
 Project Title: FVGStrade-SR409-TS1
 Analysis: verifica progetto-sismica -kv
 Author: geol. Pinzani
 Company: Studio Pinzani
 Date Created: 27/03/2026

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Failure Direction: Left to Right
 Data Output: Standard
 Maximum Material Properties: 20
 Maximum Support Properties: 20

Design Standard

Selected Type: Eurocode 7 (User Defined)
 Name: NTC 2018 sismica

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1
Coefficient of shearing resistance	1
Undrained strength	1
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1.3
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)
Spencer
Sarma

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes
Sarma Interslice Strength Option: Computed Average Value

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Path Search
Number of Surfaces: 5000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Segment Length: Auto Defined
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined
Upper Angle: Auto Defined
Lower Angle: Auto Defined






Seismic

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.084
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.042

Material Properties





Property	Muro in pietra	C1	C2a-A	C2b-A	C3-A
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	21	19	21	22	23
Cohesion [kPa]	50	1	18	150	350
Friction Angle [deg]	35	33	25	35	35
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0.2	0.1	0

Support Properties

B450C 24 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 80 kN
 Plate Capacity: 80 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 40 kN

Bond Strength Dependency:





Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	2.26
 C2b-A	18.85
 C3-A	37.7

B450C 32 mm-i=2m

Support Type: Soil Nail
 Force Application: Passive
 Out-of-Plane Spacing: 2 m
 Tensile Capacity: 120 kN
 Plate Capacity: 100 kN
 Default Bond Strength: 0 kN/m
 and Material Dependent
 Shear Capacity: 80 kN

Bond Strength Dependency:

--	--

Material	Bond Strength (kN/m)
 C1	0
 C2a-A	5.09
 C2b-A	42.41
 C3-A	84.82

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.234950
Axis Location:	17.219, 38.239
Left Slip Surface Endpoint:	1.087, 25.749
Right Slip Surface Endpoint:	17.532, 17.839
Resisting Moment:	11399.6 kN-m
Driving Moment:	9230.84 kN-m
Passive Support Moment:	998.14 kN-m
Total Slice Area:	49.808 m ²
Surface Horizontal Width:	16.445 m
Surface Average Height:	3.02876 m

Method: spencer

FS	1.237000
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Resisting Moment:	11205 kN-m
Driving Moment:	9058.22 kN-m
Resisting Horizontal Force:	477.914 kN
Driving Horizontal Force:	386.35 kN
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	38.1469 kN
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Method: gle/morgenstern-price

FS	1.236760
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Resisting Moment:	11216.8 kN-m
Driving Moment:	9069.47 kN-m
Resisting Horizontal Force:	477.966 kN
Driving Horizontal Force:	386.466 kN
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	38.1469 kN
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Method: sarma

FS	1.238860
Axis Location:	17.990, 38.262
Left Slip Surface Endpoint:	1.233, 25.761
Right Slip Surface Endpoint:	17.937, 17.356
Passive Support Moment:	1037.56 kN-m
Passive Horizontal Support Force:	38.1469 kN
Total Slice Area:	47.6614 m ²
Surface Horizontal Width:	16.7035 m
Surface Average Height:	2.85338 m

Global Minimum Coordinates**Method: bishop simplified**

X	Y
1.08694	25.7488
1.32227	25.3632
5.71909	20.9195
11.2851	18.0739
17.532	17.839

Method: spencer

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

Method: gle/morgenstern-price

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

Method: sarma

X	Y
1.23331	25.7613
1.57321	25.1697
5.91644	20.6737
11.8061	18.5785
17.9368	17.3564

List Of Coordinates**External Boundary**

X	Y
0	0
29.139	0
29.139	0.836602
29.139	2.03383
29.139	4
27.7408	4
27.5408	5
27.3408	5
26.19	6.5476
25.5004	6.86857
24.5271	7.63151
24.1739	10.0003
23.6819	11.2708
23.3673	11.7566
22.5643	12.3513
19.4252	15.5819
15.9725	19.6982
14.4064	21.0265
10.3625	22.3669
7.90439	23.6288
7.16436	24.4508
6.53581	25.3377
4.59187	25.3021
3.62062	25.7263
2.61712	25.8794
0.52498	25.7008
0	25.8504
0	24.9363
0	21.5876
0	17.9973

Material Boundary

X	Y
0	24.9363
6.23345	24.9294
7.63227	23.2613
13.842	20.2644
15.9725	19.6982

Material Boundary

X	Y
0	21.5876
1.61126	21.2771
2.8557	22.289
4.25813	22.2619
5.70733	20.6619
6.92554	20.2867
8.82827	19.2991
9.69282	18.0478
11.6654	18.0303
13.9804	16.6653
14.5284	17.122
16.48	15.8875
16.9813	14.9913
17.7444	14.0662
18.4354	13.4912
19.2918	13.0256
19.9501	12.2642
21.0627	10.3234
21.8052	9.64716
22.8649	7.49268
23.2975	5.97116
24.7891	4.65585
25.9944	3.20352
29.139	2.03383

Material Boundary

X	Y
0	17.9973
0.851689	17.6619
4.50677	17.0204
9.70225	14.6741
13.4535	12.5972
18.9233	9.56864
21.7535	7.55704
22.6324	5.07295
23.5956	4.29641
24.2852	3.97541
25.5093	2.5947
29.139	0.836602

Material Boundary

X	Y
27.3408	5
27.3408	3.73804
27.7653	3.73804
27.7408	4