

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA897**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N.Granieri  
Dott. Ing. F.Durastanti  
Dott. Ing. V.Truffini  
Dott. Arch. A.Bracchini  
Dott. Ing. L.Nani

Dott. Ing. M.Abram  
Dott. Ing. F.Pambianco  
Dott. Ing. M.Briganti Botta  
Dott. Ing. L.Gagliardini  
Dott. Geol. G.Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G.Guiducci  
Dott. Ing. A.Signorelli  
Dott. Ing. E.Moscatelli  
Dott. Ing. A.Bela

Dott. Ing. G.Lucibello  
Dott. Arch. G.Guastella  
Dott. Geol. M.Leonardi  
Dott. Ing. G.Parente



Dott. Arch. E.A.E.Crimi  
Dott. Ing. M.Panfilì  
Dott. Arch. P.Ghirelli  
Dott. Ing. D.Pelle

Dott. Ing. L.Ragnacci  
Dott. Arch. A.Strati  
Archeol. M.G.Liseno



Dott. Ing. D.Carlaccini  
Dott. Ing. S.Sacconi  
Dott. Ing. C.Consorti

Dott. Ing. F.Aloe  
Dott. Ing. A.Salvemini



Dott. Ing. V.Rotisciani  
Dott. Ing. G.Pulli  
Dott. Ing. F.Macchioni

Dott. Ing. G.Verini Supplizi  
Dott. Ing. V.Piunno  
Geom. C.Sugaroni



Dott. Ing. P.Agnello

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



**GEOTECNICA**

**Relazione interventi di stabilizzazione tratti in frana**

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T03GE00GETRE02A				
L0408Z	E	2101	CODICE ELAB. T03GE00GETRE02			A	-
A	Emissione		Giu 2021	C.Consorti	D. Carlaccini	N.Granieri	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>FRANA L3_1: RICOSTRUZIONE CINEMATICA ED IDRAULICA.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>FRANA L3_2: RICOSTRUZIONE CINEMATICA ED IDRAULICA.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>FRANA L3-2: ANALISI A RITROSO (BACK ANALYSIS).....</b>	<b>8</b>
5.1	SCENARIO 1 .....	9
5.2	SCENARIO 2 .....	10
5.3	SINTESI RISULTATI DELLE BACK ANALYSIS .....	10
<b>6</b>	<b>FRANA L3-2: MODELLO GEOTECNICO.....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>FRANA L3-2: DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE .....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>FRANA L3-2: VERIFICHE DI STABILITA' .....</b>	<b>14</b>
8.1	CRITERIO DI VERIFICA .....	14
8.2	ANALISI NUMERICHE IN PRESENZA DEGLI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE.....	15
8.2.1	SEZIONE 1.....	15
8.2.2	SEZIONE 2.....	18
8.2.3	SEZIONE 3.....	21
8.2.4	CONCLUSIONI.....	25
<b>9</b>	<b>FRANA L3-2: PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>26</b>
9.1	DESCRIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....	26
9.2	STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO .....	27
9.3	FREQUENZE DI LETTURA .....	29
<b>10</b>	<b>APPENDICE .....</b>	<b>30</b>
10.1	BACK ANALYSIS .....	30
10.1.1	Scenario 1 .....	30
10.1.2	Scenario 2 .....	33
10.2	ANALISI DI STABILITÀ.....	37
10.2.1	Sezione 1.....	37
10.2.2	Sezione 2.....	53
10.2.3	Sezione 3.....	71

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato riguarda lo studio geotecnico e gli interventi di stabilizzazione previsti in corrispondenza dei corpi di frana L3\_1 e L3\_2 individuati nel Lotto 3 (ex lotti 5 e 6) dallo studio geologico.

La frana L3\_1, secondo la ricostruzione di PD interferiva con il Viadotto Piano delle Rose tra le progressive km 1+420 e 1+500 (attuali progressive del PE) in corrispondenza dell'asse destro; , ma essendo di estensione limitata non erano previsti interventi specifici poiché gli scavi per le opere di fondazione del viadotto è stato spostato planimetricamente, in ottemperanza ad una specifica richiesta del CIPE, la frana non risulta più interferente con l'opera in oggetto e pertanto non sono stati previsti nemmeno interventi di sbancamento.

La frana L3\_2 si colloca tra le progressive km 5+220÷5+320 asse destro. Per la stabilizzazione del tratto è prevista la realizzazione di una paratia tirantata; a protezione dell'erosione superficiale, è previsto inoltre l'utilizzo della tecnologia dei prati a radicazione profonda.

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nel progetto è stato fatto riferimento alle seguenti Normative ed Istruzioni:

- D.M. 14/01/2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le Costruzioni" (pubblicato sulla G.U. n. 29 – Suppl. Ordinario n.30 – del 4 febbraio 2008).
- Circolare n.617 del 02.02.200 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (pubblicato sulla G.U. n. 42 – Suppl. Ordinario n. 8 – del 20 febbraio 2018).
- Circolare 21/01/2019 "Istruzione C.S.LL.PP. per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- Decreto Ministero Lavori Pubblici 11/03/1988 – "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 30483 del 24/09/1988 – D.M. 11.3.88. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."

### 3 FRANA L3\_1: RICOSTRUZIONE CINEMATICA ED IDRAULICA

La frana L3\_1 è ubicata tra le pk km 1+420 e 1+500, presso la zona Piana delle Rose, in destra idrografica del Vallone Fiumarello.

Il versante ha una medio-bassa acclività ed è costituito, in successione, dalla formazione del Calcere di base (Mg), dalla formazione del Tellaro (Mm) e dalla formazione di Carlentini (Mv) (per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica generale, elaborato T03GE00GETRE01).

La frana si presenta di limitata estensione e non mostra indizi di attività recente. Si tratta di un colamento di limitata estensione areale che ha coinvolto i termini superficiali degradati del Calcere di base (Mg) e la cui direzione di movimento è verso sud, a basso angolo di inclinazione rispetto all'asse del tracciato, caratterizzato da una lunghezza di circa 55 m, una larghezza di circa 35 m ed un dislivello di circa 30 m.

Nel PD il volume in frana veniva in gran parte asportato dagli scavi della pila P1 Sx. A protezione degli scavi della pila del Viadotto era prevista un'opera di sostegno provvisoria con la duplice funzione di limitare gli scavi e contenere il corpo di frana che vi gravava a monte.

In tale livello di progettazione, l'allargamento delle campate del viadotto delle Rose, giustificata da esigenze di tipo paesaggistico (vedi prescrizione CIPE con. 116) ha determinato lo spostamento della pila nr. 1 in carreggiata sinistra in una posizione esterna rispetto all'area interessata dal dissesto in oggetto, come invece avveniva nella configurazione del Progetto Definitivo. Tenuto conto dell'eliminazione dell'interferenza e delle limitate dimensioni (in termini di volume e di superficie) di tale dissesto, non si ritiene necessario prevedere alcun intervento di stabilizzazione.

La Figura 1 riporta uno stralcio della carta geomorfologica, dal quale è possibile vedere l'ubicazione del dissesto in esame in relazione al viadotto.

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

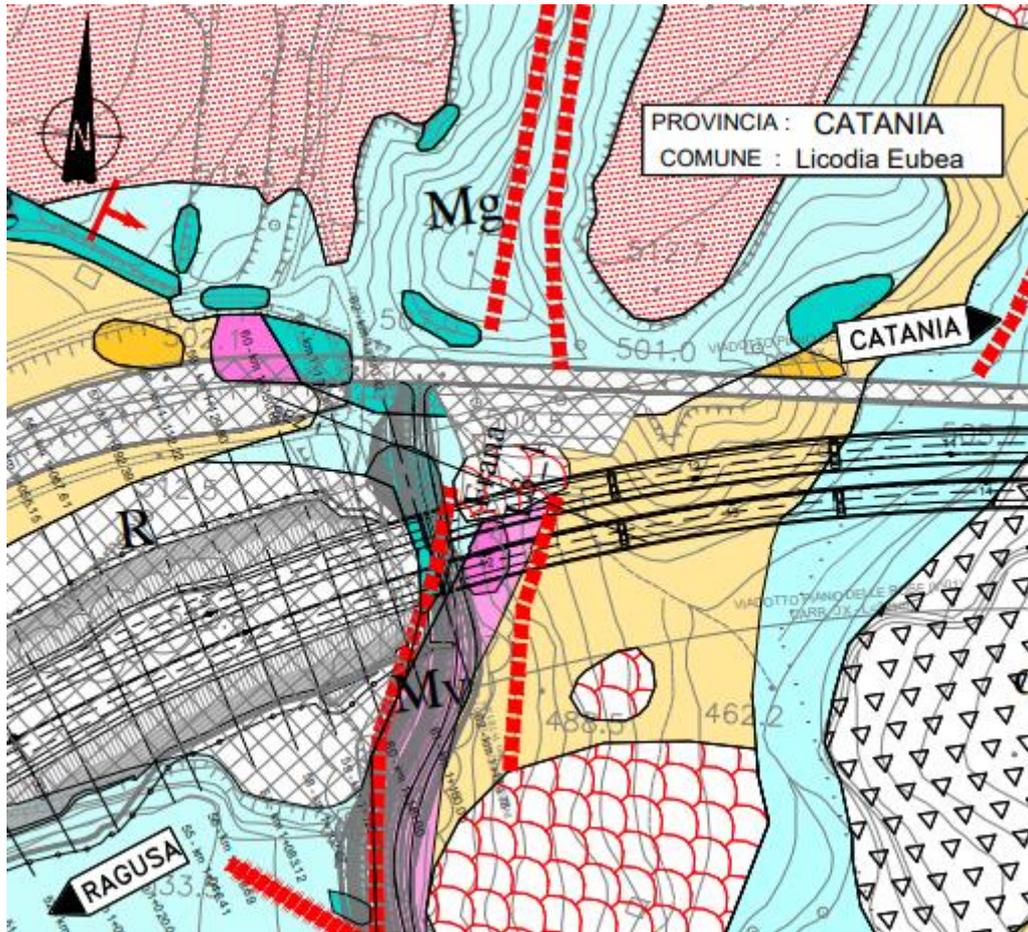


Figura 1. Stralcio della planimetria geomorfologica con l'indicazione della frana L3\_1.

In Figura 2 si riporta uno stralcio della sezione geologica Sez. 1, da cui è possibile individuare lo spessore del terreno coinvolto e l'ubicazione della strada in oggetto rispetto al corpo di frana.

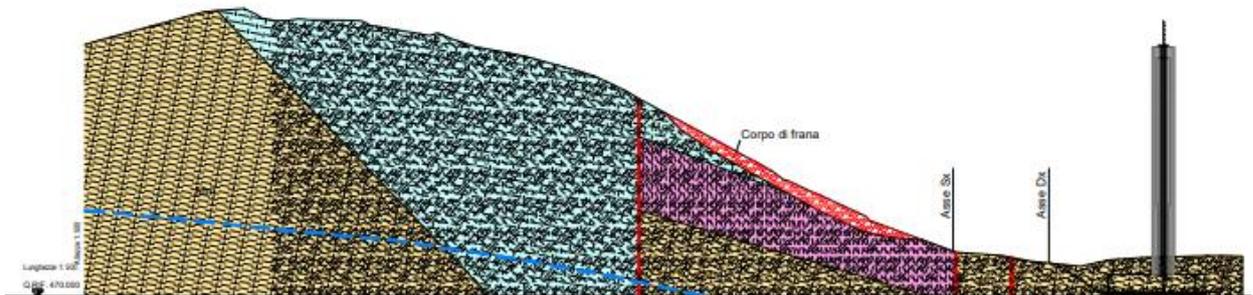


Figura 2. Sezione trasversale, ricostruzione cinematica del dissesto L3\_1.

## 4 FRANA L3\_2: RICOSTRUZIONE CINEMATICA ED IDRAULICA

La frana L3\_2 è ubicata tra le progressive km 5+220 e 5+320, presso la Vizzini scalo, in adiacenza alla esistente S.S.514 di Chiaramonte.

La frana è attualmente classificata attiva; si tratta di un movimento roto-traslazionale la cui direzione del movimento è sostanzialmente ortogonale all'asse del tracciato. La Figura 4 riporta uno stralcio della carta geomorfologica, dal quale è possibile vedere l'ubicazione del dissesto in esame.

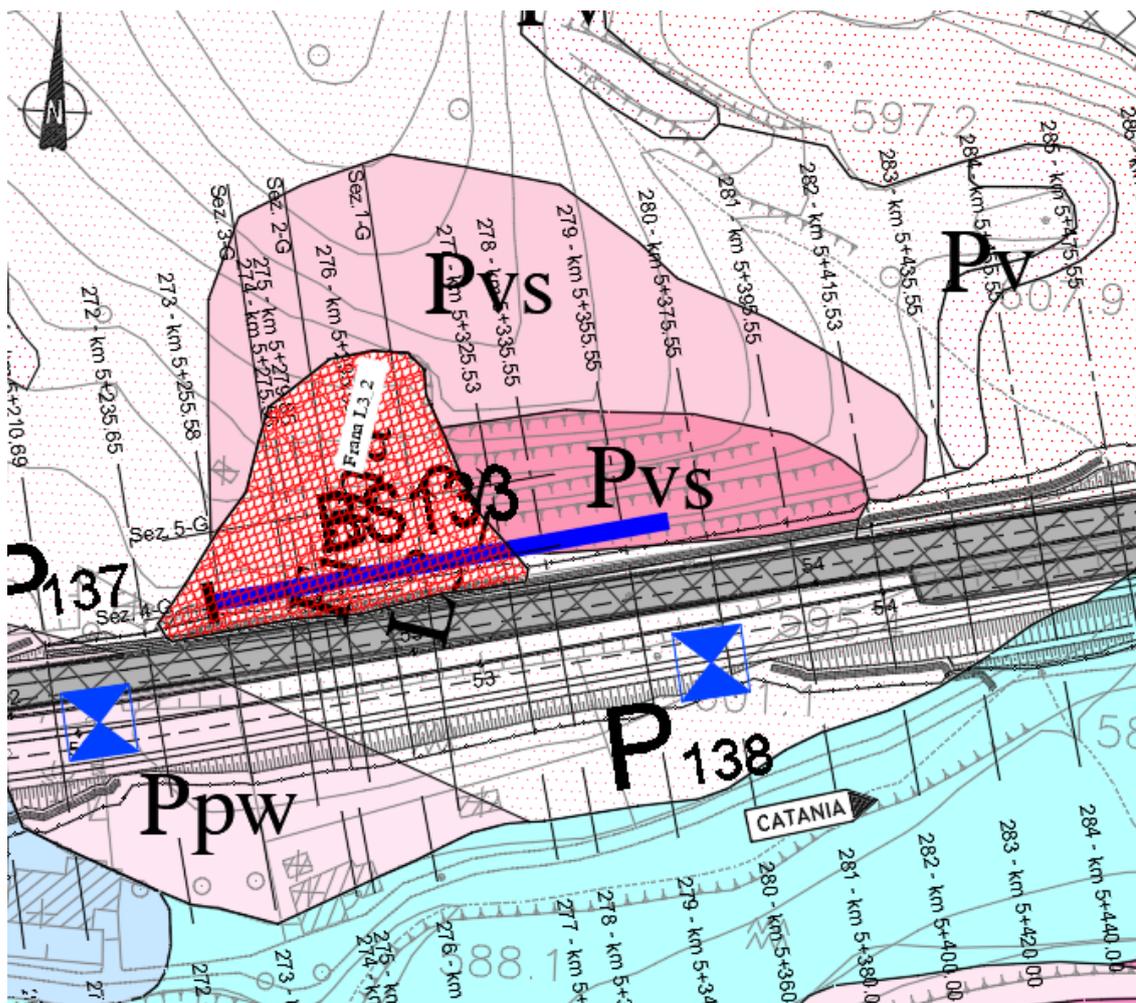


Figura 3. Stralcio della planimetria geomorfologica con l'indicazione della frana L3\_2.

Nell'area in questione, in fase di progettazione definitiva non sono state eseguite indagini dirette; l'unica indagine presente è uno stendimento sismico a rifrazione in onde  $p$  (BS133), la cui traccia è all'incirca parallela all'asse stradale e ubicata qualche metro a monte del muro esistente (cfr. Figura 3 - planimetria ubicazione delle indagini).

Dal rilievo di campagna eseguito in fase di progettazione definitiva è stato possibile individuare la nicchia di distacco, il piede e in generale l'intero perimetro del dissesto (cfr. Figura 4). Nella sezione trasversale di maggiore ampiezza, la frana si estende fino a circa 65 m a monte del ciglio della strada.

Il versante naturale ha una pendenza media rispetto all'orizzontale pari a 20°.

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

Dalle sezioni geologiche si nota che il movimento interessa principalmente la formazione Pvs, presente in questo tratto nella sua *facies* a grana fine (Pvs-GF); solo al piede si incontra per una minima parte la formazione Pv.

Non si hanno informazioni dirette circa la posizione della falda nell'area in dissesto; dal profilo geologico nell'intorno del tratto in questione, la superficie libera della falda sembrerebbe poter essere molto profonda, tuttavia nel documento relativo alle monografie delle frane viene citato uno stato di "saturazione" del corpo di frana, collegato al quale si manifestano delle riattivazioni locali del dissesto, come quello di modeste dimensioni (10 m x 10 m) che lesionò il fosso di guardia situato sopra il muro esistente. Così come si cita una cattiva gestione delle acque superficiali che ha comportato un'erosione generalizzata del versante.

Tenendo conto del perimetro del dissesto, dell'inclinazione media del versante, della posizione del piede della frana, la ricostruzione cinematica del dissesto ha portato ad uno spessore massimo dell'ordine di 5-6 m (cfr. sezioni geologiche di progetto e Figura 4).

A valle del pendio, allo stato attuale, è presente un muro di sostegno a gravità pressappoco in corrispondenza del ciglio della sede stradale attuale.

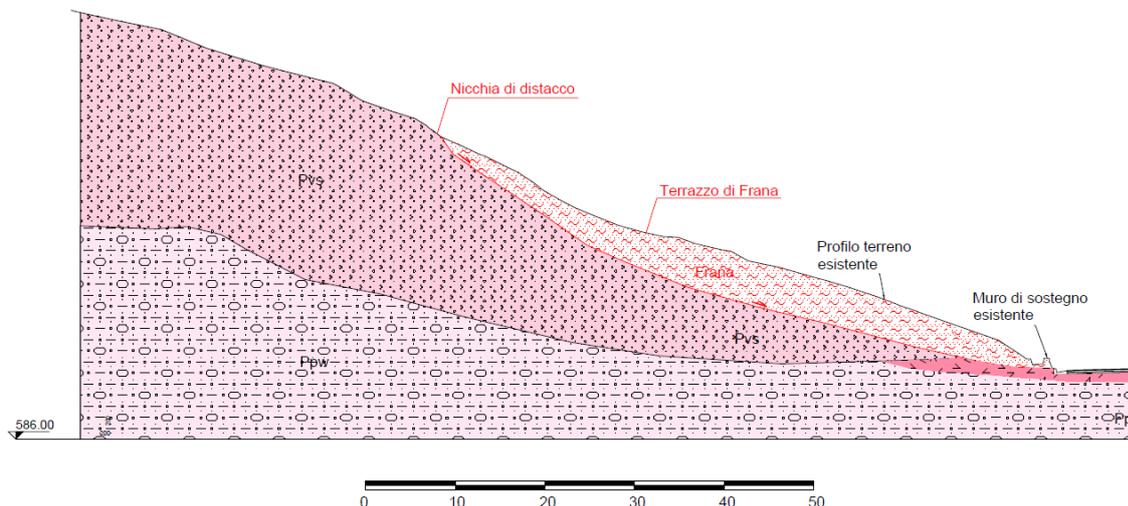


Figura 4. Sezione trasversale, ricostruzione cinematica del dissesto L3\_2\_sezione geologica 2-G.

Il progetto stradale in questo tratto prevede di impiegare la sede stradale esistente come carreggiata sinistra e di realizzare la nuova carreggiata destra allargando l'attuale sede stradale a valle; le operazioni di realizzazione dell'opera, pertanto, non comporteranno interferenze dirette con il dissesto.

## 5 FRANA L3-2: ANALISI A RITROSO (*BACK ANALYSIS*)

Le analisi di stabilità per la ricostruzione del fenomeno sono state eseguite nell'ipotesi di problema piano con i tradizionali metodi dell'equilibrio limite globale, schematizzando il terreno come un mezzo rigido-plastico e adottando il criterio di rottura di *Mohr-Coulomb*. Le analisi sono state eseguite con il metodo delle strisce, nel quale la porzione di terreno delimitato dalla generica superficie di scorrimento e dalla superficie topografica è suddivisa in un certo numero di conci in modo da valutare, seppur in modo approssimato e discreto, la distribuzione della tensione efficace normale e della corrispondente resistenza a taglio lungo la superficie di scorrimento; in dettaglio, si è utilizzato il metodo di *Bishop* (1955). Tutte le analisi sono state effettuate con il codice di calcolo numerico *Slide*, distribuito dalla *RocScience*.

Le analisi sono state effettuate in condizioni drenate (parametri definiti in tensioni efficaci).

In relazione allo spessore del materiale coinvolto ed alla posizione dell'opera di sostegno prevista al piede della frana, è stata considerata maggiormente rappresentativa per lo studio del dissesto in oggetto la sezione alla pk km 5+275 circa (riferito all'asse destro) - (cfr. Sezione 2 - Figura 7) ; in corrispondenza di tale sezione sono state quindi eseguite le *back analysis* per la definizione dei parametri meccanici operativi lungo la superficie di scorrimento, i cui risultati sono stati poi estesi per lo studio di stabilità di altre due sezioni.

Le analisi a ritroso sono state eseguite considerando due scenari, definiti sulla base delle conoscenze attuali del regime di pressioni interstiziali. In particolare, come detto dal profilo geologico nell'area in frana la falda risulta essere molto profonda: tale configurazione viene proposta nello Scenario 1 (assenza di falda sulla superficie di scorrimento). Tenuto conto, invece, della natura dei terreni, costituiti da una prevalente fazione coesiva e della morfologia del versante, che presenta una geometria dolce senza salti di pendenza, viene ritenuto ragionevole ipotizzare che la rottura del terreno possa essere dovuta alla saturazione del corpo di frana. Per simulare quest'ultima condizione, vengono assunti livelli di falda prossimi al piano campagna. Tale condizione viene riportata nello Scenario 2.

In virtù delle considerazioni sopra esposte, i due scenari di analisi vengono di seguito sintetizzati:

- Scenario 1: terreno asciutto, assenza di falda;
- Scenario 2: falda a pochi metri dal piano campagna.

Le analisi a ritroso sono state eseguite ricercando il valore dell'angolo d'attrito operativo,  $\varphi'_{op}$ , per il quale lungo la superficie di scorrimento ricostruita si ottiene un coefficiente di sicurezza, *FS*, pari a 1.

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

**5.1 SCENARIO 1**

Lo scenario 1, che rappresenta la condizione di pendio asciutto, fornisce un valore dell'angolo d'attrito operativo pari a 18.7°, compatibilmente con la morfologia del pendio che presenta una pendenza molto dolce, prossima ai 20°. In Figura 5 si riporta il modello di calcolo utilizzato e l'output grafico dell'analisi di stabilità.

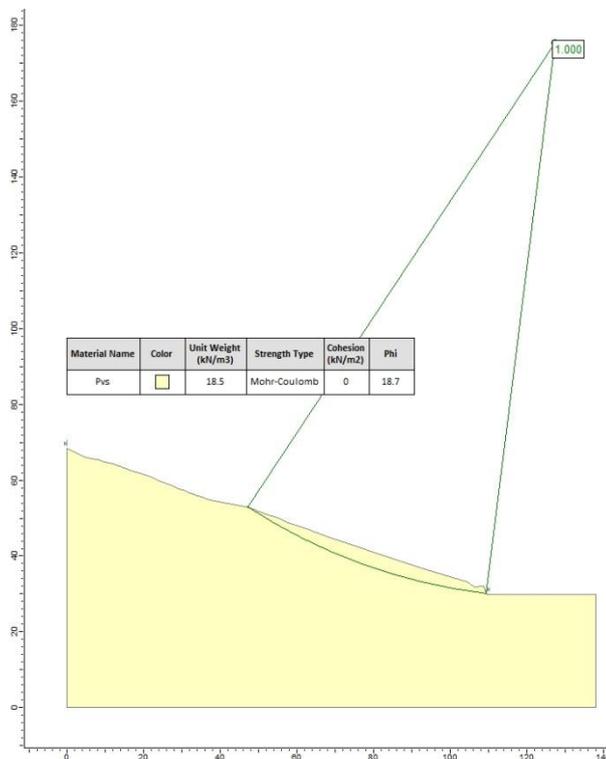


Figura 5. Back analysis\_Scenario 1.

## 5.2 SCENARIO 2

Lo scenario 2 rappresenta la condizione per cui lungo la superficie di scorrimento le pressioni interstiziali sono diverse da zero; in particolare, il livello di falda è assunto a -1.5 m da p.c. (Figura 6). L'analisi fornisce un valore dell'angolo d'attrito operativo pari a 26.5°.

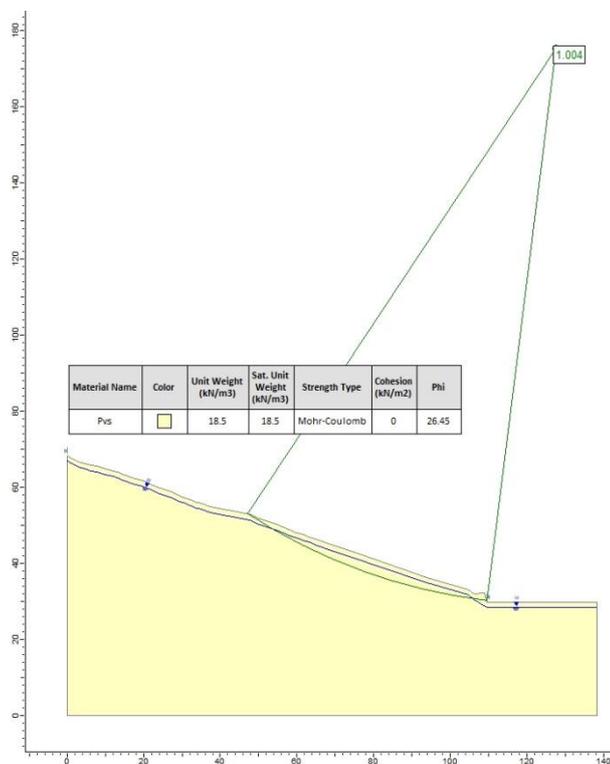


Figura 6. Back analysis\_Scenario 2.

## 5.3 SINTESI RISULTATI DELLE BACK ANALYSIS

Si riporta una tabella di sintesi dei risultati dei due scenari proposti.

Tabella 1: Angolo d'attrito operativo ottenuto da back analysis.

Scenario	$\phi'_{op}$ (°)
1	18.7
2	26.5

## 6 FRANA L3-2: MODELLO GEOTECNICO

Il corpo di frana interessa la formazione *Pvs*, costituita da depositi sedimentari intercalati alle vulcaniti. Nella tratta in oggetto si presenta in prevalenza la frazione fine della formazione. Nella tabella seguente è riportata la sintesi del modello geotecnico ottenuto dall'interpretazione di tutte le prove disponibili, valido per le zone in cui questo litotipo non è interessato da dissesti (per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica generale, elaborato T03GE00GETRE01A).

Tabella 2: Modello geotecnico litotipo *Pvs*-GG nei tratti in cui non è interessato da dissesti.

unità geologica	unità geotecnica	z (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	c <sub>u</sub> (kPa)	E (MPa)	OCR (-)
Pvs depositi sedimentari intercalati alle vulcaniti	Pvs-GF depositi argillosi	0 ÷ 5	17 ÷ 19	25 ÷ 30	25 ÷ 30	150 ÷ 250	20	15
		5 ÷ 10						5 ÷ 15
		10 ÷ 15					5 ÷ 100	5 ÷ 10
		>15						5

L'angolo operativo agente lungo la superficie di scorrimento è stato definito mediante l'analisi a ritroso (cfr. Capitolo 5) e risulta compreso tra 18.5 e 26.5°, valori compatibili con la tipologia di materiale in questione.

## 7 FRANA L3-2: DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI STABILIZZAZIONE

L'intervento di stabilizzazione proposto consiste nella realizzazione, in corrispondenza del muro esistente, di una paratia costituita da pali trivellati in cls di diametro  $D = 800$  mm e lunghezza  $L = 12$  m ad interasse  $i = 1$  m, tirantata con un unico ordine di tiranti posto in corrispondenza del cordolo. A protezione dall'erosione superficiale del terreno a monte della paratia, inoltre, è stato previsto l'utilizzo della tecnologia delle piante a radicazione profonda per una striscia di larghezza 30 m circa a monte dell'opera di sostegno, ad esclusione del tratto in cui verrà realizzato il fosso di guardia ( $L=5$ m).

L'opera di sostegno e i tiranti hanno lo scopo di offrire un'azione stabilizzante nei confronti del dissesto in esame, tale da arrivare ad avere gli opportuni coefficienti di sicurezza sulla superficie di scorrimento sia in condizioni statiche, sia in condizioni sismiche.

La verifica di stabilità del corpo di frana viene condotta con riferimento alle 3 sezioni trasversali tracciate in Figura 7.

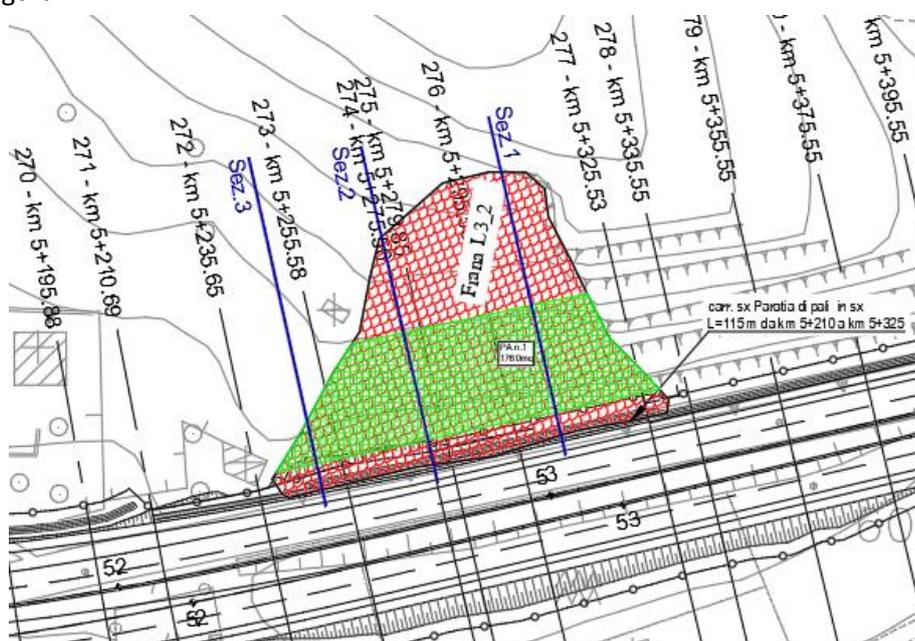


Figura 7. Stralcio della planimetria di intervento.

In particolare, le tre sezioni tracciate sono considerate rappresentative dei seguenti tratti (Figura 8):

- Sezione A: da pk 5+239 a pk 5+265 circa
- Sezione B: da pk 5+265 a pk 5+295 circa
- Sezione C: da pk 5+295 a pk 5+336 circa

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

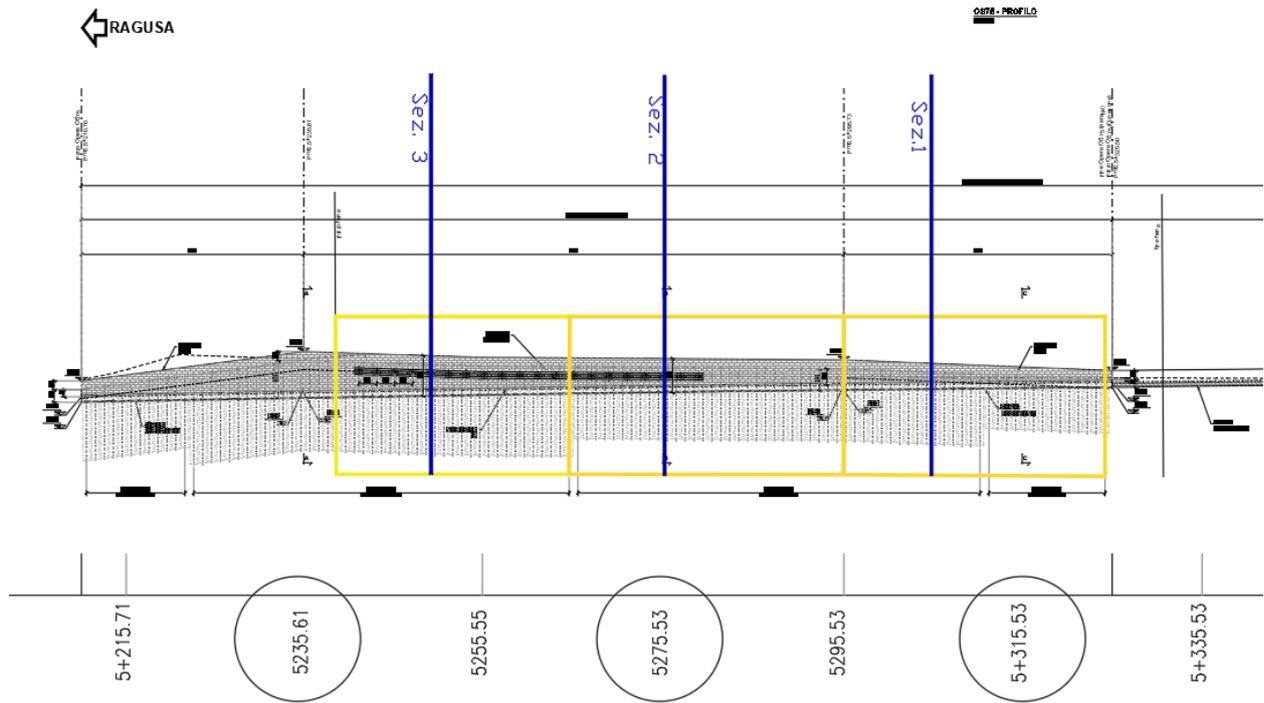


Figura 8. Sviluppata dell'opera di sostegno prevista in corrispondenza del dissesto L3\_2.

## 8 FRANA L3-2: VERIFICHE DI STABILITA'

### 8.1 CRITERIO DI VERIFICA

In aderenza alle prescrizioni della normativa "Norme Tecniche delle costruzioni" del 14/01/2008 [NTC08], la valutazione del coefficiente di sicurezza dei pendii naturali, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile ( $\tau_j$ ) e la tensione di taglio agente ( $\tau$ ) lungo la superficie di scorrimento, deve essere eseguita impiegando sia i parametri geotecnici, congruenti con i caratteri del cinematiso atteso o accertato (parametri da analisi a ritroso), sia le azioni presi con il loro valore caratteristico.

L'adeguatezza del margine di sicurezza raggiunto per effetto degli interventi di stabilizzazione deve essere giustificato dal progettista. Nello specifico, nel caso in esame si è scelto di dimensionare gli interventi di stabilizzazione in modo tale da avere un coefficiente di sicurezza almeno pari a FS=1.05 in condizioni sismiche e 1.2 in condizioni statiche.

Le analisi in presenza di sisma possono essere effettuate adottando il metodo pseudo-statico, in cui l'azione sismica è rappresentata da una azione statica equivalente proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno instabile; le componenti orizzontali e verticali di tale forza possono esprimersi come  $Fh=k_h W$  e  $Fv=k_v W$ , dove il coefficiente  $k_h$  è legato all'accelerazione di picco dalla relazione:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} = \beta_m \cdot \frac{S_s \cdot S_T \cdot a_g}{g}, \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

con

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento;
- $\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- $S_s$  = coefficiente che tiene conto della amplificazione stratigrafica;
- $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è assunto pari a:

$\beta = 0.28$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV);

Nella tabella seguente si riportano i valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica, definite per il sito di riferimento e per la specifica tipologia di opera:

Tabella 3 \_ Riepilogo grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica.

Vita Nominale $V_N$	Classe d'uso	$CU$	$V_R$	$a_g/g$	Cat. sottosuolo	$S_T$	$F_0$	$S_s$	$a_{\max}/g$	$\beta$	$k_h$	$k_v$
[anni]	[-]	[-]	[anni]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
50	IV	2	100	0.369	B	1.0	2.441	1.054	0.389	0.28	0.109	$\pm 0.054$

## 8.2 ANALISI NUMERICHE IN PRESENZA DEGLI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE

Nel presente capitolo si riportano gli esiti delle verifiche di stabilità eseguite sulla superficie di scorrimento in presenza degli interventi di stabilizzazione per le 3 sezioni di studio.

Il contributo stabilizzante offerto dal sistema costituito dalla "paratia + eventuali tiranti" è stato simulato come una forza esterna orizzontale con punto di applicazione posto a due terzi dell'altezza dello spessore del materiale in frana in corrispondenza della verticale dell'asse dei pali. Il valore della forza determinata con l'analisi numerica (azione resistente  $R$ , tale da garantire un coefficiente di sicurezza di progetto pari a 1.2 in condizioni statiche e 1.05 in condizioni sismiche) viene poi applicato come azione esterna sull'opera di sostegno (con pressione a distribuzione triangolare), successivamente dimensionata in funzione delle sollecitazioni indotte. L'opera di sostegno, infatti, deve anche essere in grado di garantire il contrasto necessario a raggiungere i coefficienti di sicurezza di progetto. Pertanto, l'opera di sostegno viene dimensionata considerando una stratigrafia composta da materiale di frana, con angolo d'attrito pari all'angolo d'attrito operativo, per uno spessore che va dalla testa della paratia fino alla superficie di scorrimento; sotto la superficie di scorrimento si considerano i litotipi presenti come da sezioni geologiche di progetto (essenzialmente  $Ppw$ ), le cui caratteristiche fisiche e meccaniche sono indicate nella relazione geotecnica.

Il dimensionamento e le verifiche in condizioni di SLE vengono eseguiti considerando le sollecitazioni agenti sulla paratia per effetto del dislivello di terreno presente tra monte e valle.

### 8.2.1 SEZIONE 1

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati delle analisi effettuate in condizioni statiche e sismiche per entrambi gli scenari precedentemente descritti.

Tabella 4 \_Sezione 1: Forza stabilizzante esterna ottenuta dalle analisi di stabilità.

	Configurazione	$R$ (kN/m)	FS
Scenario 1 (falda assente)	Caso statico	<b>190.5</b>	1.20
	Caso sismico (vs basso)	489.8	1.05
	Caso sismico (vs alto)	486.9	1.05
Scenario 2	Caso statico	179.1	1.20
	Caso sismico (vs basso)	452.4	1.05
	Caso sismico (vs alto)	<b>512.2</b>	1.05

In sintesi, in corrispondenza della sezione 1, le azioni maggiori si ottengono per la condizione statiche in assenza di falda (scenario 1) e per la condizioni sismiche in presenza di falda (scenario 2); si riportano di seguito i valori delle sollecitazioni massime da utilizzare per il dimensionamento strutturale dell'opera per i due stati limite statico (SLU) e sismico (SLV):

- SLU:  $R_{st} = 190.5$  kN/m;
- SLV:  $R_{sys} = 512.2$  kN/m.

Nei paragrafi seguenti sono riportati gli output grafici delle analisi effettuate, con l'indicazione dei valori delle azioni stabilizzanti  $R$  necessarie a garantire i coefficienti di sicurezza  $FS$  minimi.

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

8.2.1.1 Scenario 1

Pe lo scenario 1, le analisi sono state eseguite in assenza di falda, e forniscono i seguenti risultati in termini di azione resistente **R**:

- in condizioni statiche ( $FS_{min} = 1.2$ ) risulta  $R_{st} = 190.5$  kN/m (Figura 9);
- in condizioni sismiche ( $FS_{min} = 1.05$ ) risulta  $R_{sys} = 489.8$  kN/m (Figura 10), corrispondente al caso di sisma rivolto verso il basso ( $kv^+$ ).

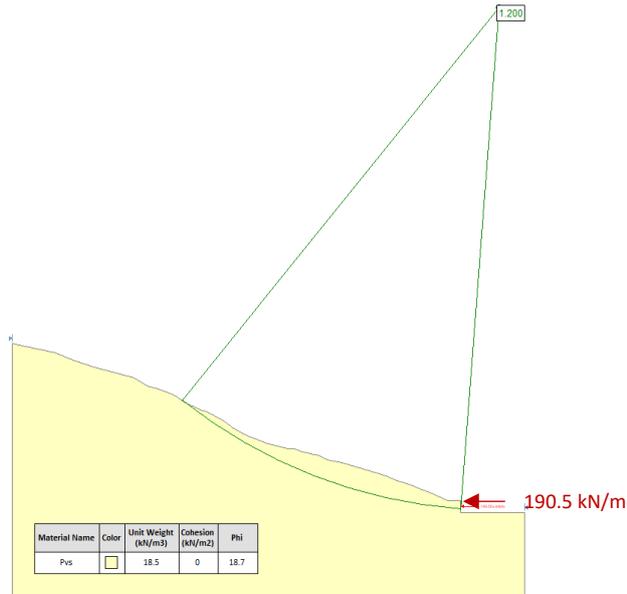


Figura 9. Sezione 1 - Scenario 1\_Caso statico – Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

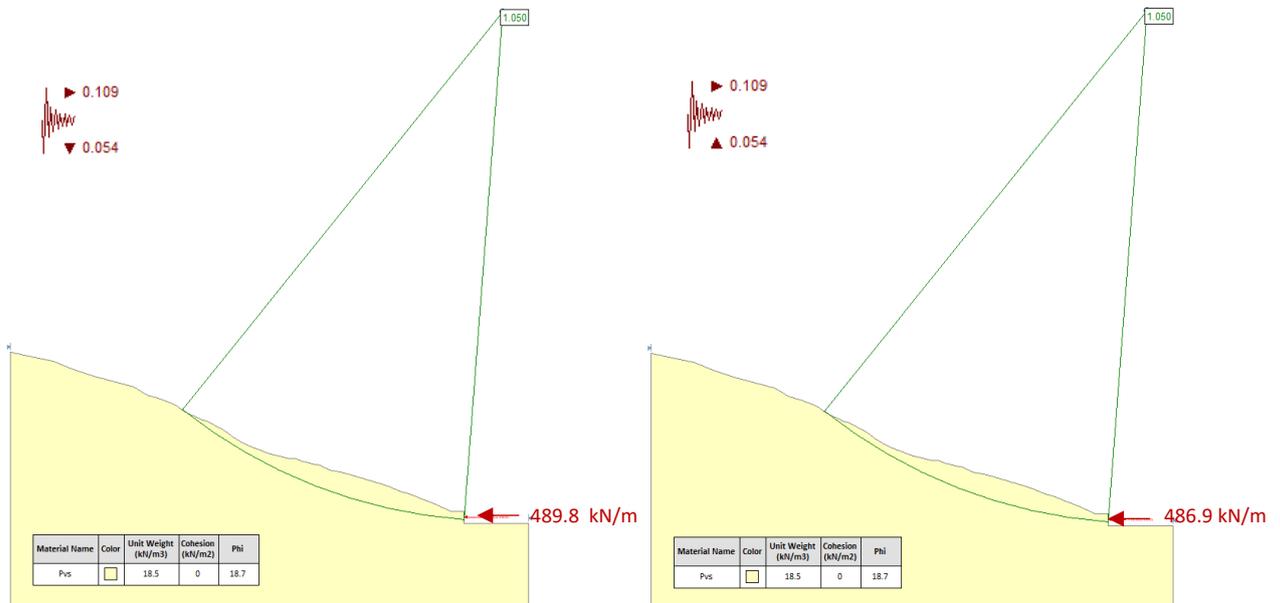


Figura 10. Sezione 1 - Scenario 1\_Caso sismico (a sx: verso il basso; a dx: verso l'alto) – Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

8.2.1.2 Scenario 2

Pe lo scenario 2, le analisi sono state eseguite considerando la falda nella stessa configurazione riportata nella *back analysis* (cfr. Figura 6), quindi in assenza di eventuali interventi di drenaggio in corrispondenza della paratia, e forniscono i seguenti risultati in termini di azione resistente **R**:

- in condizioni statiche ( $FS_{min} = 1.2$ ) risulta  $R_{st} = 179.1$  kN/m (Figura 11);
- in condizioni sismiche ( $FS_{min} = 1.05$ ) risulta  $R_{sys} = 512.2$  kN/m (Figura 12), corrispondente al caso di sisma rivolto verso l'alto (*kv*).

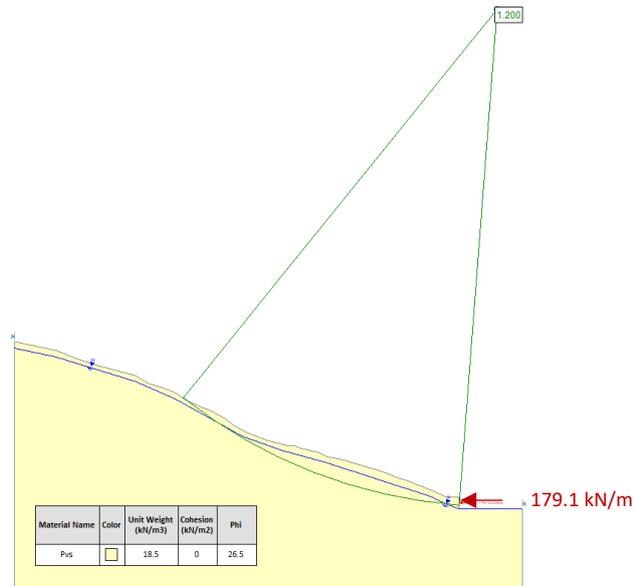


Figura 11. Sezione 1- Scenario 2\_ caso statico - Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

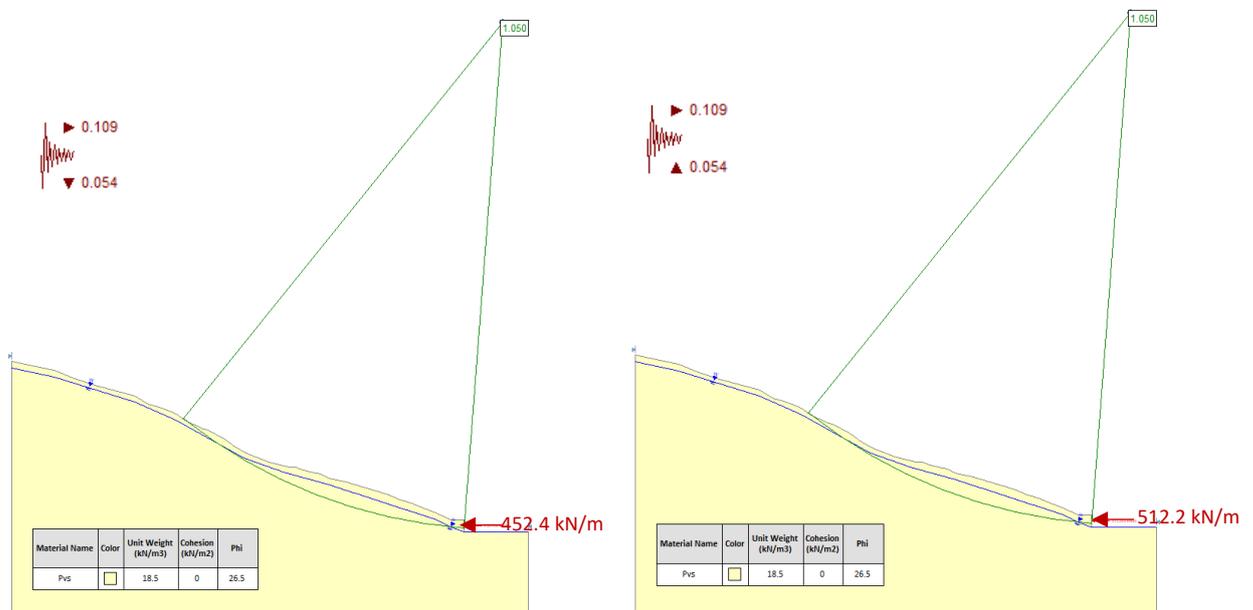


Figura 12. Sezione 1 - Scenario 2\_ Caso sismico (a sx: verso il basso; a dx: verso l'alto) - Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

**8.2.2 SEZIONE 2**

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati delle analisi effettuate in condizioni statiche e sismiche per entrambi gli scenari precedentemente descritti.

Tabella 5 \_Sezione 2: Forza stabilizzante esterna ottenuta dalle analisi di stabilita.

	Configurazione	R (kN/m)	FS
Scenario 1 (falda assente)	Caso statico	<b>182.2</b>	1.2
	Caso sismico (vs basso)	<b>430</b>	1.05
	Caso sismico (vs alto)	425	1.05
Scenario 2	Caso statico	138.6	1.2
	Caso sismico (vs basso)	361.1	1.05
	Caso sismico (vs alto)	406.3	1.05

In sintesi, in la condizione dimensionante è rappresentata dallo scenario 1; pertanto, per il dimensionamento dell'opera in corrispondenza della sezione 2, si riportano le seguenti sollecitazioni massime determinate per i due stati limite statico (SLU) e sismico (SLV):

- SLU:  $R_{st} = 182.2$  kN/m;
- SLV:  $R_{sys} = 430$  kN/m.

Nei paragrafi seguenti sono riportati gli output grafici delle analisi effettuate, con l'indicazione dei valori delle azioni stabilizzanti **R** necessarie a garantire i coefficienti di sicurezza **FS** minimi.

**8.2.2.1 Scenario 1**

Per lo scenario 1, le analisi sono state eseguite in assenza di falda, e forniscono i seguenti risultati in termini di azione resistente **R**:

- in condizioni statiche ( $FS_{min} = 1.2$ ) risulta  $R_{st} = 182.2$  kN/m (Figura 13);
- in condizioni sismiche ( $FS_{min} = 1.05$ ) risulta  $R_{sys} = 430$  kN/m (Figura 14), corrispondente al caso di sisma rivolto verso il basso ( $kv^+$ ).

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

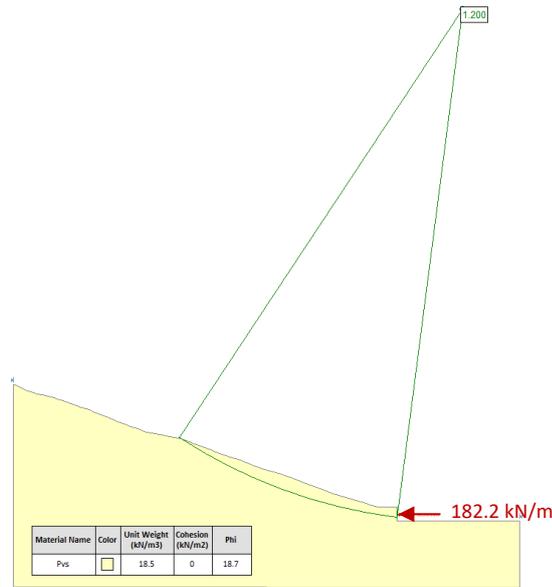


Figura 13. Sezione 2 - Scenario 1\_caso statico – Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

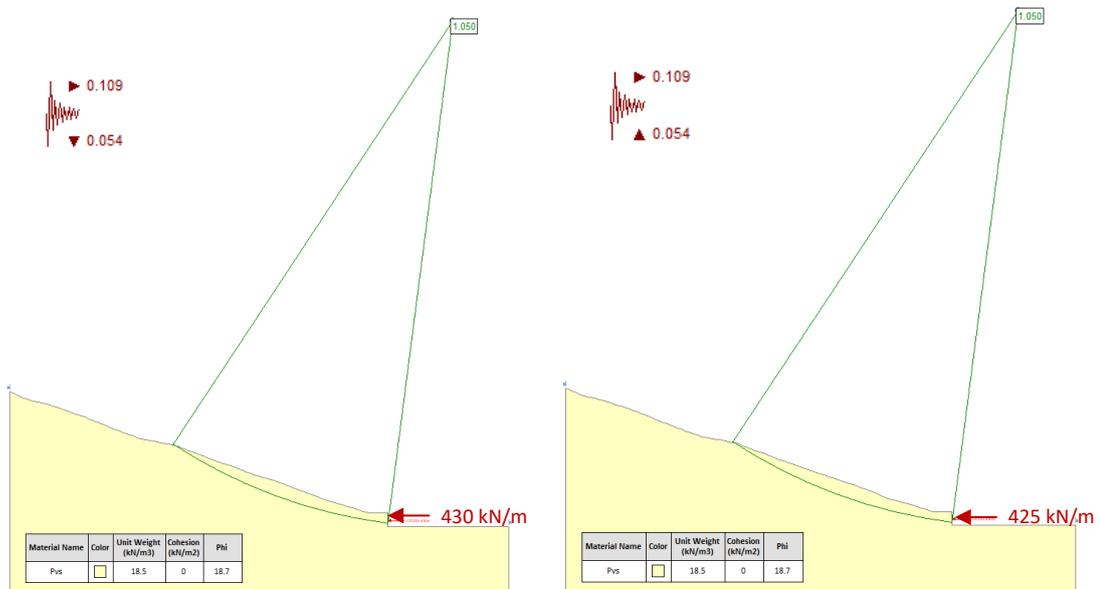


Figura 14. Sezione 2 - Scenario 1\_Caso sismico (a sx: verso il basso; a dx: verso l'alto) – Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

### 8.2.2.2 Scenario 2

Per lo scenario 2, le analisi sono state eseguite considerando la falda nella stessa configurazione riportata nella *back analysis* (cfr. Figura 6), quindi in assenza di eventuali interventi di drenaggio in corrispondenza della paratia, e forniscono i seguenti risultati in termini di azione resistente **R**:

- in condizioni statiche ( $FS_{min} = 1.2$ ) risulta  $R_{st} = 138.6$  kN/m (Figura 15);
- in condizioni sismiche ( $FS_{min} = 1.05$ ) risulta  $R_{sys} = 406.8$  kN/m (Figura 16), corrispondente al caso di sisma rivolto verso l'alto ( $kv$ ).

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

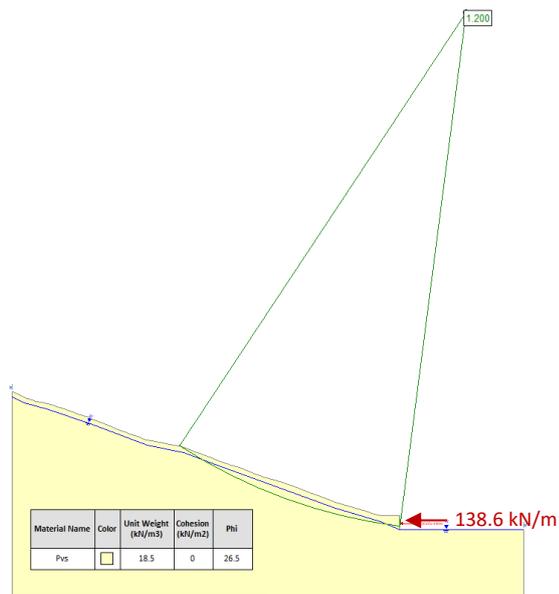


Figura 15. Sezione 2 - Scenario 2\_caso statico - Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

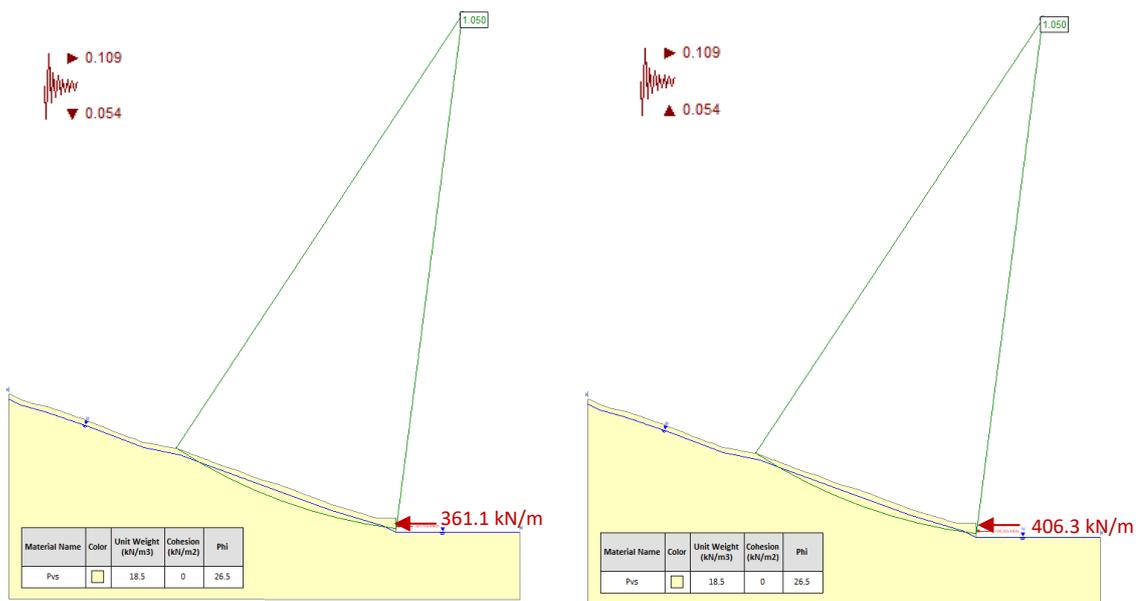


Figura 16. Sezione 2 - Scenario 2\_ Caso sismico (a sx: verso il basso; a dx: verso l'alto) - Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

### 8.2.3 SEZIONE 3

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati delle analisi effettuate in condizioni statiche e sismiche per entrambi gli scenari precedentemente descritti.

Tabella 6 \_Sezione 3: Forza stabilizzante esterna ottenuta dalle analisi di stabilita.

	R (kN/m)		FS
	Caso statico		
Scenario 1	Caso statico	<b>89</b>	1.2
	Caso sismico (vs basso)	<b>223.4</b>	1.05
	Caso sismico (vs alto)	221.1	1.05
Scenario 2	Caso statico	0	1.2
	Caso sismico (vs basso)	76.55	1.05
	Caso sismico (vs alto)	101.4	1.05

In sintesi, la condizione dimensionante è rappresentata dallo scenario 1; pertanto, per il dimensionamento dell'opera in corrispondenza della sezione 3, si riportano le seguenti sollecitazioni massime determinate per i due stati limite statico (SLU) e sismico (SLV):

- SLU:  $R_{st}=89$  kN/m;
- SLV:  $R_{sys}=223.4$  kN/m.

#### 8.2.3.1 Scenario 1

Per lo scenario 1, le analisi sono state eseguite in assenza di falda, e forniscono i seguenti risultati in termini di azione resistente **R**:

- in condizioni statiche ( $FS_{min} = 1.2$ ) risulta  $R_{st} = 89$  kN/m (Figura 17);
- in condizioni sismiche ( $FS_{min} = 1.05$ ) risulta  $R_{sys} = 233.4$  kN/m (Figura 18), corrispondente al caso di sisma rivolto verso il basso ( $kv^+$ ).

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

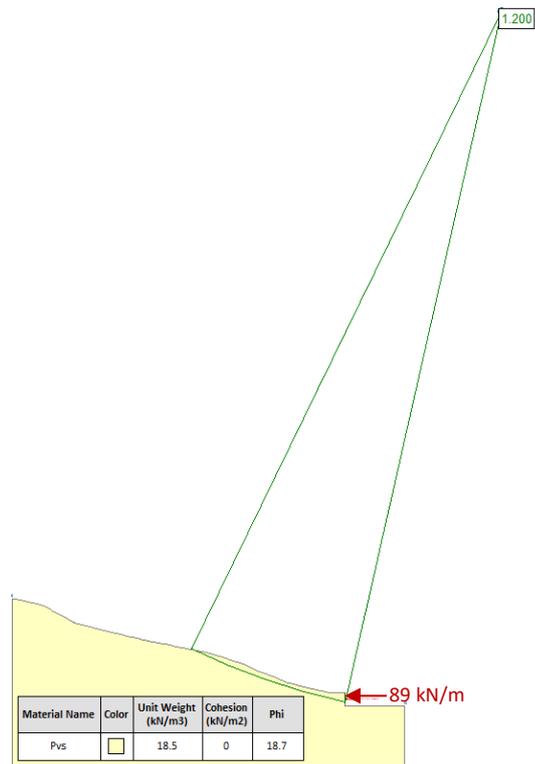


Figura 17. Sezione 3 - Scenario 1\_caso statico – Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

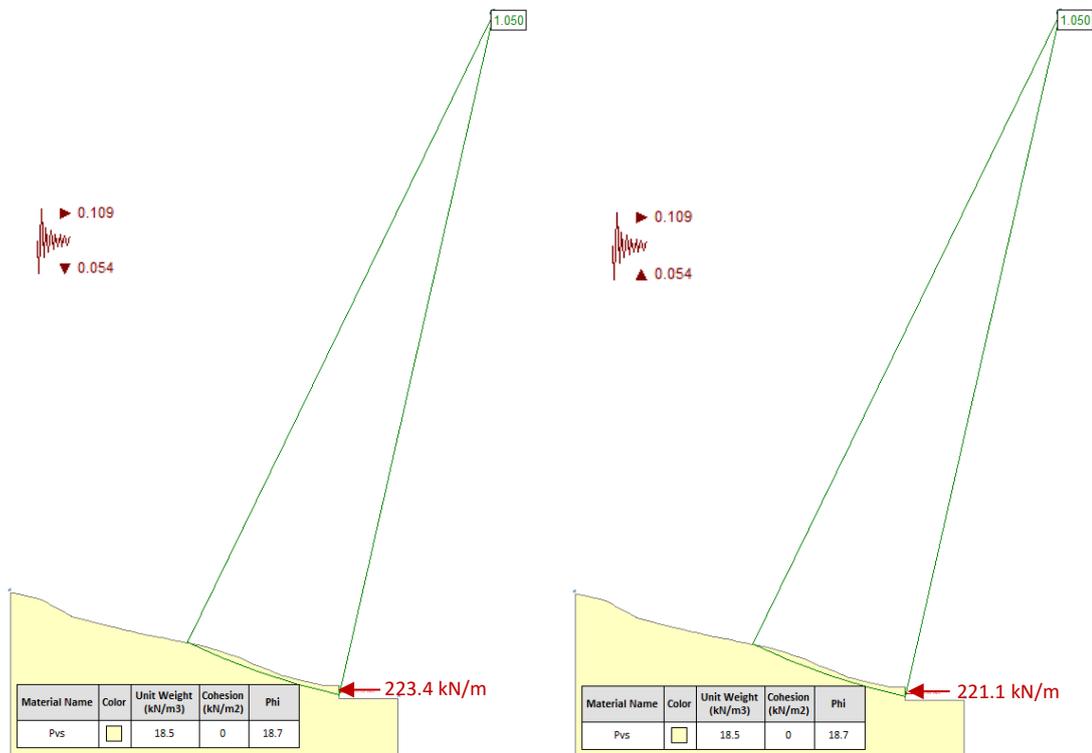


Figura 18. Sezione 3 - Scenario 1\_Caso sismico (a sx: verso il basso; a dx: verso l'alto) – Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

**8.2.3.2 Scenario 2**

Per lo scenario 2, le analisi sono state eseguite considerando la falda nella stessa configurazione riportata nella *back analysis* (cfr. Figura 6), quindi in assenza di eventuali interventi di drenaggio in corrispondenza della paratia, e forniscono i seguenti risultati in termini di azione resistente **R**:

Come si può notare, in condizioni statiche il coefficiente di sicurezza assume un valore ben più alto del minimo di progetto anche in assenza di forze esterne stabilizzanti ( $FS=1.271$  - Figura 19); in condizioni sismiche, invece, si raggiunge il coefficiente di sicurezza minimo di progetto ( $FS=1.05$ ) per un valore di  $R_{sys} = 101.4$  kN/m per la condizione  $kv$  (Figura 20).

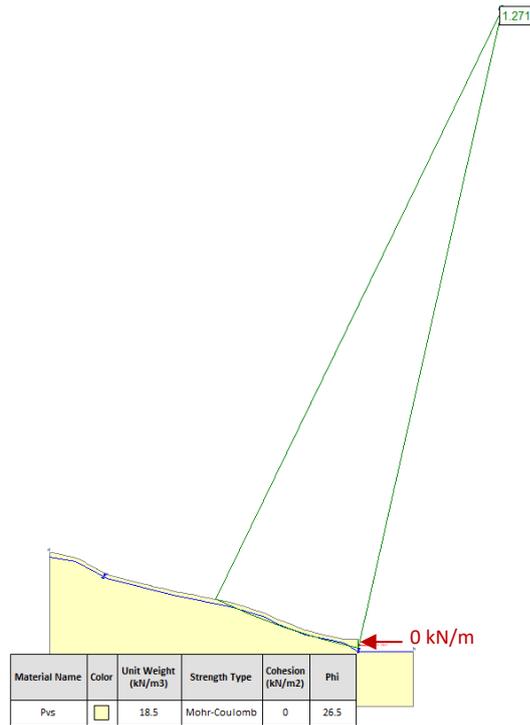


Figura 19. Sezione 3 - Scenario 2\_Caso statico - Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

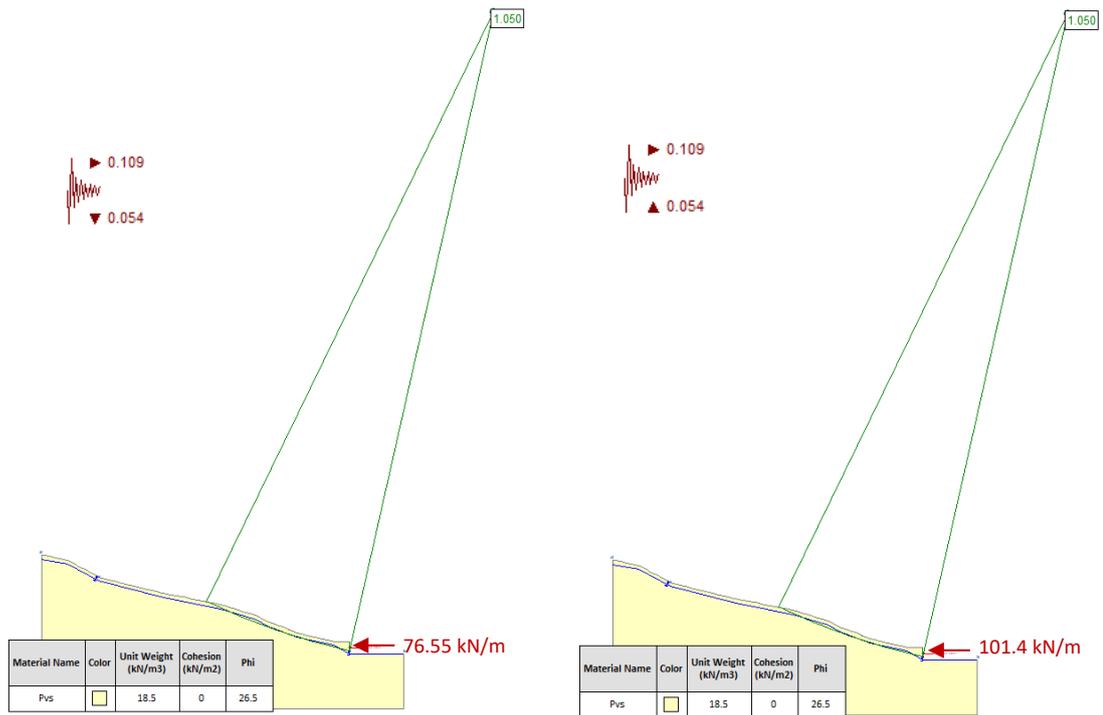


Figura 20. Sezione 3 - Scenario 2\_ Caso sismico (a sx: verso il basso; a dx: verso l'alto) - Determinazione dell'azione resistente orizzontale (R).

#### **8.2.4 CONCLUSIONI**

Nei paragrafi precedenti, in corrispondenza di 3 sezioni di studio (valide per i corrispondenti tratti di applicazione) e con riferimento a 2 possibili scenari (scenario 1: assenza di falda; scenario 2: falda prossima al piano campagna) sono riportati i risultati delle analisi di stabilità ovvero i valori delle azioni resistenti necessarie a garantire i coefficienti di sicurezza minimi definiti in condizioni statiche ( $FS = 1.2$ ) e sismiche ( $FS = 1.05$ ). Con riferimento a tali azioni va condotto il dimensionamento strutturale dell'opera di sostegno, secondo i criteri descritti.

## 9 FRANA L3-2: PIANO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio è finalizzato al controllo degli spostamenti e delle sollecitazioni sugli elementi strutturali della paratia di pali tirantata prevista come intervento di stabilizzazione della frana L3\_2 e del versante coinvolto dal dissesto.

In generale, il piano di monitoraggio prevede la posa in opera e la lettura programmata di apposite strumentazioni costituite da mire ottiche (prismi), celle di carico, inclinometri e piezometri.

### 9.1 DESCRIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio proposto per il versante prevede il controllo degli aspetti deformativi e dei livelli di falda nel tempo, mediante:

- 1 inclinometro da installare a monte della paratia (Sez.210\_Gi);
- 1 piezometro da installare in prossimità della paratia in corrispondenza del sondaggio geognostico Sez.211\_Gp;

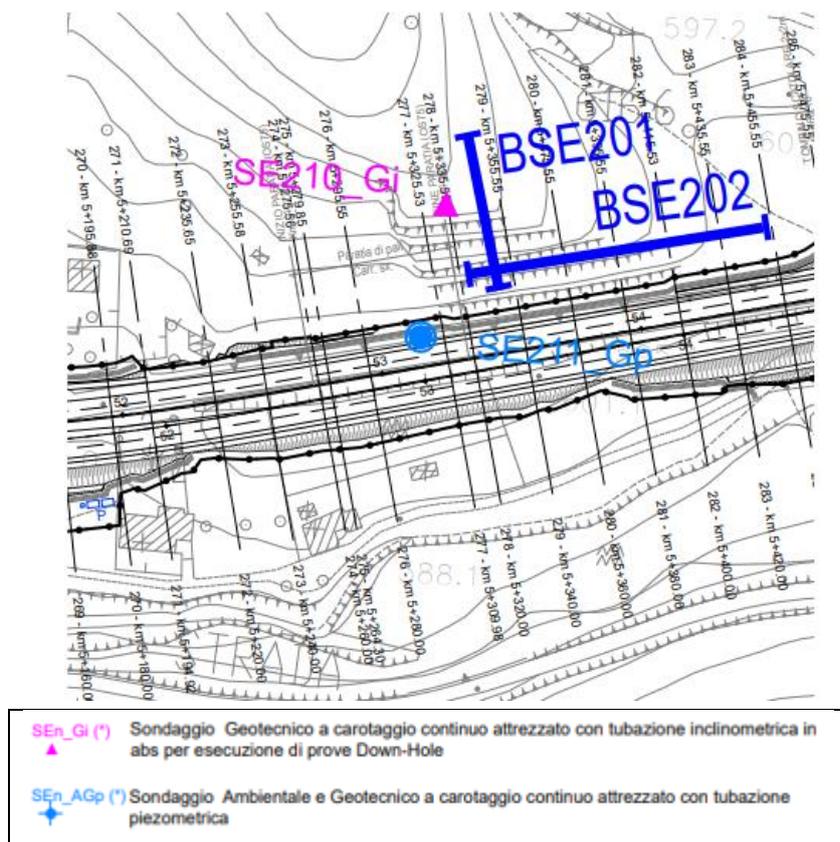


Figura 21. Planimetria con ubicazione della strumentazione di monitoraggio.

Il monitoraggio proposto per la paratia prevede il controllo degli aspetti deformativi e tensionali dell'opera, ed in particolare:

- il controllo topografico del tratto fuori terra della paratia, mediante mire ottiche (MO) installate sul cordolo di testa;

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Il controllo tensionale degli ancoraggi, mediante celle di carico toroidali (CT).

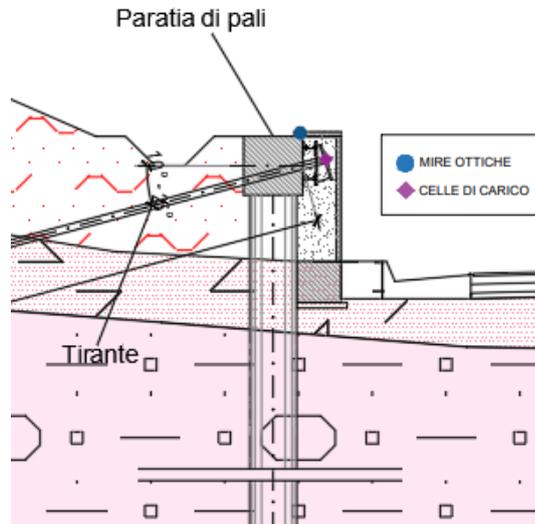


Figura 22. Sezione della paratia con ubicazione della strumentazione di monitoraggio.

## 9.2 STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO

Per la misura degli spostamenti orizzontali della paratia verranno utilizzate mire ottiche (MO) costituite da prismi da installare ogni 20 m lungo il perimetro longitudinale della paratia; in totale saranno predisposti n.5 prismi. Il rilievo avverrà mediante stazione totale di precisione, da ubicare in posizione tale da visualizzare tutta la strumentazione installata, possibilmente materializzando una postazione fissa (pilastrino in cemento) sulla quale alloggiare lo strumento ad ogni rilievo.

Alle mire ottiche ubicate su versante e strutture dovranno essere aggiunte altre 2 mire (prismi) installate in posizioni esterne alla paratia e non direttamente coinvolte dalle operazioni di scavo a valle della stessa, da utilizzare come sistemi di riferimento fissi nell'interpretazione dei risultati. L'ubicazione di tali mire ottiche andrà definita in sito, tenendo conto della accessibilità (visibilità strumentale) da parte della strumentazione di lettura.

Per il controllo dello stato tensionale dei tiranti verranno installate 3 celle di carico toroidali (CT) di tipo idraulico. Le celle in oggetto sono composte da un corpo in acciaio *inox* di forma toroidale al cui interno è ricavata una camera di pressione; la camera di pressione viene messa sottovuoto con olio disareato. La lettura del carico sarà automatizzata mediante l'installazione, al posto del manometro, di un trasduttore elettrico; i trasduttori di ogni cella verranno poi collegati ad una centralina di acquisizione dati (*Datalogger*), ubicata in testa alla paratia (in modo da non essere interessata nelle operazioni di scavo) ed opportunamente protetta ed alimentata.

Il *Datalogger* verrà programmato per l'acquisizione e l'elaborazione delle misure praticamente in continuo e per l'invio dei dati *real time* ad un server dedicato; il *Datalogger* sarà anche predisposto per l'invio di segnalazioni (ad esempio mediante SMS) nel caso di raggiungimento delle soglie di allerta ed allarme definite (vedi capitolo successivo).

Nella figura seguente è riportata l'immagine di una cella di carico installata in testa al tirante di ancoraggio di una paratia.

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**



Fig. 9.1: Esempio di cella di carico toroidale installata in testa ad un tirante attivo a trefoli.

Nella tabella seguente viene riportato un riepilogo della strumentazione prevista dal presente programma di monitoraggio.

Ubicazione	Strumenti	Mire ottiche (prismi)	Celle di carico	Inclinometri *	Piezometri *
Paratia		5	3	-	-
Versante			-	1 (L = 30 m)	1 (L = 30 m)
Esterni all'area oggetto di intervento (prismi di riferimento)		2	-	-	-
<b>TOTALI</b>		7	3	1	1

Alla strumentazione elencata in tabella va aggiunta una stazione totale per il rilievo topografico dei prismi ed un *data logger* (o centralina di acquisizione) per l'acquisizione in automatico delle misure delle celle di carico, da installare in testa alle paratie, compresi i cavi di collegamento dalle celle al *data logger*.

### 9.3 FREQUENZE DI LETTURA

La lettura della strumentazione verrà eseguita secondo la seguente frequenza minima.

In funzione dei risultati del monitoraggio, in qualsiasi momento, il programma delle letture in corso d'opera potrà subire modifiche, intensificando ad esempio la frequenza delle letture nel caso si registrassero anomalie o valori prossimi ai valori di soglia definiti.

#### Mire ottiche

- lettura di zero, effettuata al momento dell'installazione;
- n. 1 lettura dopo l'installazione del livello di ancoraggio previsto e prima della successiva fase di scavo;
- n. 1 lettura al termine della fase di scavo;
- 1 lettura al mese (cadenza periodica) per tutta la durata delle lavorazioni delle attività di cantiere;
- 1 lettura ogni 3 mesi per i due anni successivi alla messa in esercizio del tratto.

Oltre alle letture indicate nel programma sopra indicato, legato alle fasi di realizzazione esecutiva, si prevede di eseguire una lettura al mese anche nei periodi di fermo lavori.

#### Celle di carico (per ciascuna cella)

Tenuto conto che il sistema di acquisizione avverrà automaticamente ed in continuo, sarà fondamentale registrare la variazione dello stato tensionale di tutte le principali fasi esecutive.

Inoltre, si specifica che prima dell'inizio delle acquisizioni (a seguito dell'installazione e prima di iniziare la successiva fase di scavo) dovrà essere effettuata la taratura e la verifica della strumentazione.

#### Inclinometri

Le letture inclinometriche verranno eseguite con la seguente frequenza:

- lettura di zero, effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo necessario per la presa del getto di cementazione del tubo, pari almeno a 48 ore);
- n. 1 lettura dopo l'installazione del livello di ancoraggio;
- n. 1 lettura al termine della fase di scavo;
- n.1 al mese per tutta la durata del cantiere;
- n.1 ogni 3 mesi per i due anni successivi alla messa in esercizio del tratto.

Oltre alle letture indicate nel programma sopra indicato, legato alla realizzazione di definite fasi esecutive, potranno essere richieste letture integrative ogni qual volta se ne ravveda la necessità, in funzione dei risultati delle altre strumentazioni.

#### Piezometri

Le letture piezometriche verranno eseguite con la seguente frequenza:

- lettura di zero, effettuata al momento dell'installazione;
- n. 1 lettura al mese.
- n.1 ogni 3 mesi per i due anni successivi alla messa in esercizio del tratto.

## 10 APPENDICE

### 10.1 BACK ANALYSIS

#### 10.1.1 Scenario 1

##### *Slide Analysis Information*

##### *SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

##### *Project Summary*

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

##### *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*

---

##### *Analysis Methods Used*

- Bishop simplified
  
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

##### *Groundwater Analysis*

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9,81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

##### *Random Numbers*

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

##### *Surface Options*

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Material	Property	Distribution	Mean	Min	Max
Pvs	Phi	Normal	18.7	3.7	58.7

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.000160
- Center: 127.443, 175.452
- Radius: 146.621
- Left Slip Surface Endpoint: 47.007, 52.865
- Right Slip Surface Endpoint: 109.504, 29.933
- Resisting Moment=170398 kN-m
- Driving Moment=170371 kN-m

Valid / Invalid Surface

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

- Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.00016

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
--------------	-----------	-------------	---------------	---------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------	--------------------------	---------------------	-------------------------------

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

1	2.49991	19.7656	Pvs	0	18.7	2.19827	2.19862	6.49555	0	6.49555
2	2.49991	47.7124	Pvs	0	18.7	5.34815	5.34901	15.803	0	15.803
3	2.49991	72.9163	Pvs	0	18.7	8.23574	8.23706	24.3353	0	24.3353
4	2.49991	97.2045	Pvs	0	18.7	11.0606	11.0624	32.6825	0	32.6825
5	2.49991	112.444	Pvs	0	18.7	12.8873	12.8894	38.0799	0	38.0799
6	2.49991	131.859	Pvs	0	18.7	15.2195	15.2219	44.9711	0	44.9711
7	2.49991	150.817	Pvs	0	18.7	17.528	17.5308	51.7925	0	51.7925
8	2.49991	163.072	Pvs	0	18.7	19.0805	19.0836	56.3799	0	56.3799
9	2.49991	171.04	Pvs	0	18.7	20.1459	20.1491	59.5281	0	59.5281
10	2.49991	181.864	Pvs	0	18.7	21.5604	21.5638	63.7073	0	63.7073
11	2.49991	192.65	Pvs	0	18.7	22.9855	22.9892	67.9188	0	67.9188
12	2.49991	200.386	Pvs	0	18.7	24.0595	24.0633	71.092	0	71.092
13	2.49991	202.662	Pvs	0	18.7	24.4842	24.4881	72.3467	0	72.3467
14	2.49991	202.175	Pvs	0	18.7	24.5753	24.5792	72.6162	0	72.6162
15	2.49991	199.447	Pvs	0	18.7	24.3908	24.3947	72.0709	0	72.0709
16	2.49991	194.449	Pvs	0	18.7	23.9222	23.926	70.6863	0	70.6863
17	2.49991	187.212	Pvs	0	18.7	23.1688	23.1725	68.4602	0	68.4602
18	2.49991	177.772	Pvs	0	18.7	22.1301	22.1336	65.3909	0	65.3909
19	2.49991	166.315	Pvs	0	18.7	20.8248	20.8281	61.5339	0	61.5339
20	2.49991	157.222	Pvs	0	18.7	19.8004	19.8036	58.507	0	58.507
21	2.49991	148.089	Pvs	0	18.7	18.7579	18.7609	55.4267	0	55.4267
22	2.49991	136.862	Pvs	0	18.7	17.4353	17.4381	51.5185	0	51.5185
23	2.49991	123.561	Pvs	0	18.7	15.8309	15.8334	46.7778	0	46.7778
24	2.49991	90.3916	Pvs	0	18.7	11.6471	11.649	34.4156	0	34.4156
25	2.49991	75.5127	Pvs	0	18.7	9.78533	9.7869	28.9142	0	28.9142

*List Of Coordinates*

**External Boundary**

X	Y
0	0
138.127	-
138.127	0.0130752
109.554	29.785
108.794	32.0487
106.242	31.9803
104.604	33.1247
93.9682	36.2224
80.1419	41.0556
75.6588	42.627
72.3098	43.6826
68.9607	44.7383
64.6313	46.4063
63.1788	46.9376
61.7368	47.3968
59.8268	48.0514
57.8915	48.7383
54.8365	50.0626
52.696	50.7383
50.1858	51.7593
47.6594	52.7383
37.3776	54.7383

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

34.3092	55.8648
33.9389	56.0083
32.2405	56.6667
30.2959	57.3505
29.1813	57.7383
28.6687	57.9562
27.3326	58.5244
26.9243	58.7383
24.3353	59.7383
21.9118	60.7383
21.463	60.9751
19.6052	61.6378
17.2151	62.4618
14.8369	63.3137
13.178	63.8671
12.0089	64.2506
9.8397	64.8981
8.63171	65.2138
7.67538	65.4594
6.20915	65.7383
4.51465	66.2462
2.99392	66.7383
0.442386	68.0448
0.00646231	68.268

## 10.1.2 Scenario 2

### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

#### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Steffensen Iteration: Yes

**Groundwater Analysis**

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

**Random Numbers**

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

**Surface Options**

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

**Material Properties**

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.45
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

**Probabilistic Analysis Input**

**General Settings**

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

**Variables**

Material	Property	Distribution	Mean	Min	Max
Pvs	Phi	Normal	26.45	6.45	66.45

**Global Minimums**

**Method: bishop simplified**

- FS: 1.004170
- Center: 127.443, 175.452

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Radius: 146.621
- Left Slip Surface Endpoint: 47.007, 52.865
- Right Slip Surface Endpoint: 109.504, 29.933
- Resisting Moment=171082 kN-m
- Driving Moment=170371 kN-m

**Valid / Invalid Surfaces**

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.00417

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.49991	19.7656	Pvs	0	26.45	2.96914	2.98152	5.9931	0	5.9931
2	2.49991	47.7124	Pvs	0	26.45	7.24389	7.2741	14.6215	0	14.6215
3	2.49991	72.9163	Pvs	0	26.45	10.9296	10.9752	22.729	0.668038	22.061
4	2.49991	97.2045	Pvs	0	26.45	12.7658	12.819	31.6979	5.93069	25.7672
5	2.49991	112.444	Pvs	0	26.45	14.0701	14.1288	37.4166	9.01677	28.3998
6	2.49991	131.859	Pvs	0	26.45	15.6026	15.6677	44.7435	13.2499	31.4936
7	2.49991	150.817	Pvs	0	26.45	17.1186	17.19	51.9587	17.4051	34.5536
8	2.49991	163.072	Pvs	0	26.45	18.2569	18.333	56.7283	19.8773	36.851
9	2.49991	171.04	Pvs	0	26.45	19.05	19.1294	59.9779	21.5262	38.4517
10	2.49991	181.864	Pvs	0	26.45	20.0395	20.1231	64.3116	23.8625	40.4491
11	2.49991	192.65	Pvs	0	26.45	21.0566	21.1444	68.6525	26.1504	42.5021
12	2.49991	200.386	Pvs	0	26.45	21.8102	21.9011	71.9066	27.8837	44.0229
13	2.49991	202.662	Pvs	0	26.45	22.2187	22.3114	73.1222	28.2743	44.8479
14	2.49991	202.175	Pvs	0	26.45	22.3715	22.4648	73.3265	28.1703	45.1562
15	2.49991	199.447	Pvs	0	26.45	22.3426	22.4358	72.6904	27.5925	45.0979
16	2.49991	194.449	Pvs	0	26.45	22.126	22.2183	71.1929	26.5321	44.6608
17	2.49991	187.212	Pvs	0	26.45	21.7198	21.8104	68.8379	24.9972	43.8407
18	2.49991	177.772	Pvs	0	26.45	21.1223	21.2104	65.6295	22.9948	42.6347
19	2.49991	166.315	Pvs	0	26.45	20.3592	20.4441	61.6261	20.5315	41.0946
20	2.49991	157.222	Pvs	0	26.45	19.7502	19.8326	58.5008	18.6354	39.8654
21	2.49991	148.089	Pvs	0	26.45	19.1408	19.2206	55.3334	16.6983	38.6351
22	2.49991	136.862	Pvs	0	26.45	18.3409	18.4174	51.3372	14.3169	37.0203
23	2.49991	123.561	Pvs	0	26.45	17.3482	17.4205	46.5123	11.4955	35.0168
24	2.49991	90.3916	Pvs	0	26.45	14.9933	15.0558	33.906	3.64264	30.2633
25	2.49991	75.5127	Pvs	0	26.45	14.0426	14.1012	28.3446	0	28.3446

**List Of Coordinates**

**Water Table**

X	Y
0.00690164	66.768
0.442825	66.5448
2.99436	65.2383
4.51508	64.7462

**External Boundary**

X	Y
0	0
138.127	-0.0130752
138.127	29.785
109.554	29.785

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

6.20959	64.2383
7.67582	63.9594
8.63215	63.7138
9.84014	63.3981
12.0093	62.7506
13.1785	62.3671
14.8373	61.8137
17.2156	60.9618
19.6057	60.1378
21.4634	59.4751
21.9123	59.2383
24.3357	58.2383
26.9247	57.2383
27.3331	57.0244
28.6692	56.4562
29.1818	56.2383
30.2964	55.8505
32.2409	55.1667
33.9394	54.5083
34.3097	54.3648
37.378	53.2383
47.6599	51.2383
50.1863	50.2593
52.6965	49.2383
54.8369	48.5626
57.8919	47.2383
59.8272	46.5514
61.7372	45.8968
63.1793	45.4376
64.6317	44.9063
68.9612	43.2383
72.3102	42.1826
75.6592	41.127
80.1424	39.5556
93.9686	34.7224
104.605	31.6247
106.243	30.4803
107.927	29.339
109.554	28.285
138.127	28.285

108.794	32.0487
106.242	31.9803
104.604	33.1247
93.9682	36.2224
80.1419	41.0556
75.6588	42.627
72.3098	43.6826
68.9607	44.7383
64.6313	46.4063
63.1788	46.9376
61.7368	47.3968
59.8268	48.0514
57.8915	48.7383
54.8365	50.0626
52.696	50.7383
50.1858	51.7593
47.6594	52.7383
37.3776	54.7383
34.3092	55.8648
33.9389	56.0083
32.2405	56.6667
30.2959	57.3505
29.1813	57.7383
28.6687	57.9562
27.3326	58.5244
26.9243	58.7383
24.3353	59.7383
21.9118	60.7383
21.463	60.9751
19.6052	61.6378
17.2151	62.4618
14.8369	63.3137
13.178	63.8671
12.0089	64.2506
9.8397	64.8981
8.63171	65.2138
7.67538	65.4594
6.20915	65.7383
4.51465	66.2462
2.99392	66.7383
0.442386	68.0448
0.00646231	68.268

## 10.2 ANALISI DI STABILITÀ

### 10.2.1 Sezione 1

#### 10.2.1.1 Scenario 1

- Condizioni statiche

#### *Slide Analysis Information*

#### *SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

#### *Project Summary*

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### *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*

---

#### *Analysis Methods Used*

- Bishop simplified
  
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### *Groundwater Analysis*

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### *Random Numbers*

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### *Surface Options*

---

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

**Loading**

- 1 Line Load present

**Line Load: Line Load**

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 190.5

**Material Properties**

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

**Probabilistic Analysis Input**

**General Settings**

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

**Variables**

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	190.5	180.5	690.5	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 190.50

**Global Minimums**

**Method: bishop simplified**

- FS: 1.200000
- Center: 117.097, 142.554

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Radius: 122.132
- Left Slip Surface Endpoint: 40.851, 47.146
- Right Slip Surface Endpoint: 107.771, 20.779
- Left Slope Intercept: 40.851 47.146
- Right Slope Intercept: 107.771 22.930
- Resisting Moment=182135 kN-m
- Driving Moment=151780 kN-m

**Valid / Invalid Surfaces**

**Method: bishop simplified**

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.2

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.67678	15.9977	Pvs	0	18.7	1.3829	1.65948	4.90274	0	4.90274
2	2.67678	55.0871	Pvs	0	18.7	4.80992	5.7719	17.0524	0	17.0524
3	2.67678	88.8483	Pvs	0	18.7	7.8321	9.39852	27.7667	0	27.7667
4	2.67678	108.374	Pvs	0	18.7	9.64075	11.5689	34.1788	0	34.1788
5	2.67678	102.375	Pvs	0	18.7	9.18683	11.0242	32.5699	0	32.5699
6	2.67678	105.703	Pvs	0	18.7	9.56542	11.4785	33.9119	0	33.9119
7	2.67678	122.577	Pvs	0	18.7	11.1826	13.4191	39.6451	0	39.6451
8	2.67678	141.492	Pvs	0	18.7	13.0096	15.6115	46.1223	0	46.1223
9	2.67678	171.506	Pvs	0	18.7	15.8894	19.0673	56.3317	0	56.3317
10	2.67678	205.098	Pvs	0	18.7	19.1423	22.9707	67.864	0	67.864
11	2.67678	236.119	Pvs	0	18.7	22.1966	26.6359	78.6923	0	78.6923
12	2.67678	254.873	Pvs	0	18.7	24.1284	28.9541	85.5413	0	85.5413
13	2.67678	266.72	Pvs	0	18.7	25.4241	30.5089	90.1346	0	90.1346
14	2.67678	266.438	Pvs	0	18.7	25.5691	30.6829	90.6487	0	90.6487
15	2.67678	280.632	Pvs	0	18.7	27.1102	32.5322	96.1121	0	96.1121
16	2.67678	283.611	Pvs	0	18.7	27.5772	33.0926	97.7677	0	97.7677
17	2.67678	281.865	Pvs	0	18.7	27.5842	33.101	97.7927	0	97.7927
18	2.67678	276.091	Pvs	0	18.7	27.1913	32.6296	96.3998	0	96.3998
19	2.67678	262.045	Pvs	0	18.7	25.9707	31.1649	92.0726	0	92.0726
20	2.67678	239.433	Pvs	0	18.7	23.878	28.6536	84.6535	0	84.6535
21	2.67678	215.808	Pvs	0	18.7	21.6556	25.9867	76.7744	0	76.7744
22	2.67678	186.524	Pvs	0	18.7	18.8324	22.5989	66.7655	0	66.7655
23	2.67678	151.578	Pvs	0	18.7	15.3983	18.4779	54.5905	0	54.5905
24	2.67678	110.155	Pvs	0	18.7	11.2588	13.5105	39.915	0	39.915
25	2.67678	100.704	Pvs	0	18.7	10.3558	12.427	36.7139	0	36.7139

**List Of Coordinates**

**External Boundary**

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

X	Y
123.273	0
123.273	20
107.771	20
107.771	21.489
107.771	22.93
104.771	22.93
100.816	24.6703
97.5728	25.969
95.2681	26.8506
92.4999	27.8506
89.9712	28.8506
87.7181	29.6017
82.9301	31.0363
79.3281	32.0892
75.736	32.8506
75.363	33.0013
73.6173	33.9741
72.6701	34.1037
69.5746	34.8506
67.749	35.5188
66.111	35.6066
61.1397	36.8506
56.2008	38.8506
55.9425	39.001
55.1148	39.4117
53.59	40.2815
52.6305	40.8506
51.5309	41.7205
50.0115	42.7317
49.8748	42.8506
49.4384	43.0266
48.512	43.4872
47.0536	44.2144
46.3259	44.5783
45.5976	44.8506
44.8137	45.21
43.3779	45.8956
42.1075	46.4522
41.2283	46.8506
40.4681	47.446
39.8833	47.8506
39.6597	48.0802
38.4141	48.8506
34.9168	50.0067
32.5144	50.8506
29.1779	52.8506
24.4991	54.0182
19.7387	55.3314
14.8612	56.867
10.1277	58.8506
3.12179	60.3162
0	61.0318
0	0

---

## RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Condizioni sismiche

### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

##### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
  
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.109
- Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0545
- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 489.8

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	489.8	479.8	989.8	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 489.80

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.049720
- Center: 117.097, 142.554

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Radius: 122.132
- Left Slip Surface Endpoint: 40.851, 47.146
- Right Slip Surface Endpoint: 107.771, 20.779
- Left Slope Intercept: 40.851 47.146
- Right Slope Intercept: 107.771 22.930
- Resisting Moment=189605 kN-m
- Driving Moment=180624 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.04972

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.67678	15.9977	Pvs	0	18.7	1.62371	1.70444	5.03554	0	5.03554
2	2.67678	55.0871	Pvs	0	18.7	5.65422	5.93535	17.5353	0	17.5353
3	2.67678	88.8483	Pvs	0	18.7	9.21751	9.6758	28.5859	0	28.5859
4	2.67678	108.374	Pvs	0	18.7	11.3586	11.9234	35.2262	0	35.2262
5	2.67678	102.375	Pvs	0	18.7	10.8356	11.3743	33.604	0	33.604
6	2.67678	105.703	Pvs	0	18.7	11.2939	11.8554	35.0252	0	35.0252
7	2.67678	122.577	Pvs	0	18.7	13.2166	13.8737	40.9882	0	40.9882
8	2.67678	141.492	Pvs	0	18.7	15.3912	16.1565	47.7322	0	47.7322
9	2.67678	171.506	Pvs	0	18.7	18.8164	19.752	58.3548	0	58.3548
10	2.67678	205.098	Pvs	0	18.7	22.6901	23.8183	70.3679	0	70.3679
11	2.67678	236.119	Pvs	0	18.7	26.335	27.6444	81.6721	0	81.6721
12	2.67678	254.873	Pvs	0	18.7	28.6535	30.0781	88.8619	0	88.8619
13	2.67678	266.72	Pvs	0	18.7	30.2195	31.722	93.7187	0	93.7187
14	2.67678	266.438	Pvs	0	18.7	30.4191	31.9315	94.3375	0	94.3375
15	2.67678	280.632	Pvs	0	18.7	32.2812	33.8862	100.112	0	100.112
16	2.67678	283.611	Pvs	0	18.7	32.8662	34.5003	101.927	0	101.927
17	2.67678	281.865	Pvs	0	18.7	32.9033	34.5392	102.042	0	102.042
18	2.67678	276.091	Pvs	0	18.7	32.4628	34.0769	100.676	0	100.676
19	2.67678	262.045	Pvs	0	18.7	31.0326	32.5755	96.2402	0	96.2402
20	2.67678	239.433	Pvs	0	18.7	28.5568	29.9766	88.562	0	88.562
21	2.67678	215.808	Pvs	0	18.7	25.9212	27.21	80.3886	0	80.3886
22	2.67678	186.524	Pvs	0	18.7	22.5615	23.6833	69.9693	0	69.9693
23	2.67678	151.578	Pvs	0	18.7	18.4634	19.3814	57.2596	0	57.2596
24	2.67678	110.155	Pvs	0	18.7	13.5117	14.1835	41.9032	0	41.9032
25	2.67678	100.704	Pvs	0	18.7	12.4389	13.0574	38.5766	0	38.5766

List Of Coordinates

External Boundary

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

X	Y
123.273	0
123.273	20
107.771	20
107.771	21.489
107.771	22.93
104.771	22.93
100.816	24.6703
97.5728	25.969
95.2681	26.8506
92.4999	27.8506
89.9712	28.8506
87.7181	29.6017
82.9301	31.0363
79.3281	32.0892
75.736	32.8506
75.363	33.0013
73.6173	33.9741
72.6701	34.1037
69.5746	34.8506
67.749	35.5188
66.111	35.6066
61.1397	36.8506
56.2008	38.8506
55.9425	39.001
55.1148	39.4117
53.59	40.2815
52.6305	40.8506
51.5309	41.7205
50.0115	42.7317
49.8748	42.8506
49.4384	43.0266
48.512	43.4872
47.0536	44.2144
46.3259	44.5783
45.5976	44.8506
44.8137	45.21
43.3779	45.8956
42.1075	46.4522
41.2283	46.8506
40.4681	47.446
39.8833	47.8506
39.6597	48.0802
38.4141	48.8506
34.9168	50.0067
32.5144	50.8506
29.1779	52.8506
24.4991	54.0182
19.7387	55.3314
14.8612	56.867
10.1277	58.8506
3.12179	60.3162
0	61.0318
0	0

### 10.2.1.2 Scenario 2

- Condizioni statiche

#### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

##### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
  
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 179.1

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.5
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	179.1	169.1	679.1	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 179.10

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.200030
- Center: 117.097, 142.554
- Radius: 122.132
- Left Slip Surface Endpoint: 40.851, 47.146

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Right Slip Surface Endpoint: 107.771, 20.779
- Left Slope Intercept: 40.851 47.146
- Right Slope Intercept: 107.771 22.930
- Resisting Moment=183797 kN-m
- Driving Moment=153160 kN-m

**Valid / Invalid Surfaces**

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.20003

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.67678	15.9977	Pvs	0	26.5	1.87754	2.25311	4.51903	0	4.51903
2	2.67678	55.0871	Pvs	0	26.5	6.55394	7.86492	15.7746	0	15.7746
3	2.67678	88.8483	Pvs	0	26.5	10.6642	12.7973	25.8068	0.139424	25.6673
4	2.67678	108.374	Pvs	0	26.5	12.2173	14.6611	32.4949	3.08909	29.4058
5	2.67678	102.375	Pvs	0	26.5	10.9736	13.1687	31.4675	5.05507	26.4124
6	2.67678	105.703	Pvs	0	26.5	11.1088	13.3309	33.0138	6.27613	26.7376
7	2.67678	122.577	Pvs	0	26.5	11.4914	13.79	39.4769	11.8183	27.6586
8	2.67678	141.492	Pvs	0	26.5	12.4307	14.9172	46.4235	16.5043	29.9192
9	2.67678	171.506	Pvs	0	26.5	15.1023	18.1232	56.7169	20.3675	36.3494
10	2.67678	205.098	Pvs	0	26.5	18.2302	21.8768	68.2835	24.4055	43.878
11	2.67678	236.119	Pvs	0	26.5	20.9971	25.1972	79.209	28.6712	50.5378
12	2.67678	254.873	Pvs	0	26.5	22.4454	26.9351	86.2184	32.195	54.0234
13	2.67678	266.72	Pvs	0	26.5	23.2468	27.8969	90.9509	34.9985	55.9524
14	2.67678	266.438	Pvs	0	26.5	22.8937	27.4731	91.5806	36.478	55.1026
15	2.67678	280.632	Pvs	0	26.5	24.9614	29.9544	96.8058	36.7268	60.079
16	2.67678	283.611	Pvs	0	26.5	25.7599	30.9126	98.3092	36.308	62.0012
17	2.67678	281.865	Pvs	0	26.5	26.1533	31.3848	98.1838	35.2356	62.9482
18	2.67678	276.091	Pvs	0	26.5	26.2243	31.47	96.6413	33.5223	63.119
19	2.67678	262.045	Pvs	0	26.5	25.3574	30.4296	92.2115	31.1793	61.0322
20	2.67678	239.433	Pvs	0	26.5	23.4817	28.1787	84.7341	28.2166	56.5175
21	2.67678	215.808	Pvs	0	26.5	21.6594	25.9919	76.7744	24.6429	52.1315
22	2.67678	186.524	Pvs	0	26.5	19.2122	23.0552	66.7076	20.466	46.2416
23	2.67678	151.578	Pvs	0	26.5	16.3067	19.5685	54.4709	15.2225	39.2484
24	2.67678	110.155	Pvs	0	26.5	14.3324	17.1993	39.5779	5.08124	34.4966
25	2.67678	100.704	Pvs	0	26.5	15.0817	18.0985	36.3001	0	36.3001

**List Of Coordinates**

External Boundary

Water Table

X	Y
123.273	0

X	Y
0	59.5318

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

123.273	20
107.771	20
107.771	21.489
107.771	22.93
104.771	22.93
100.816	24.6703
97.5728	25.969
95.2681	26.8506
92.4999	27.8506
89.9712	28.8506
87.7181	29.6017
82.9301	31.0363
79.3281	32.0892
75.736	32.8506
75.363	33.0013
73.6173	33.9741
72.6701	34.1037
69.5746	34.8506
67.749	35.5188
66.111	35.6066
61.1397	36.8506
56.2008	38.8506
55.9425	39.001
55.1148	39.4117
53.59	40.2815
52.6305	40.8506
51.5309	41.7205
50.0115	42.7317
49.8748	42.8506
49.4384	43.0266
48.512	43.4872
47.0536	44.2144
46.3259	44.5783
45.5976	44.8506
44.8137	45.21
43.3779	45.8956
42.1075	46.4522
41.2283	46.8506
40.4681	47.446
39.8833	47.8506
39.6597	48.0802
38.4141	48.8506
34.9168	50.0067
32.5144	50.8506
29.1779	52.8506
24.4991	54.0182
19.7387	55.3314
14.8612	56.867
10.1277	58.8506
3.12179	60.3162
0	61.0318
0	0

10.1277	57.3506
29.1779	51.3506
39.0369	46.9654
55.4791	37.7352
64.9603	34.3646
75.5628	31.3873
100.816	23.1703
105.271	20.9101
107.771	20
123.273	20

- Condizioni sismiche

---

## RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

##### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

**Loading**

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.109
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0545
- 1 Line Load present

**Line Load: Line Load**

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 512.2

**Material Properties**

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.5
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

**Probabilistic Analysis Input**

**General Settings**

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

**Variables**

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	512.2	502.2	1012.2	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 512.20

**Global Minimums**

**Method: bishop simplified**

- FS: 1.049990
- Center: 117.097, 142.554
- Radius: 122.132
- Left Slip Surface Endpoint: 40.851, 47.146
- Right Slip Surface Endpoint: 107.771, 20.779
- Left Slope Intercept: 40.851 47.146
- Right Slope Intercept: 107.771 22.930
- Resisting Moment=166797 kN-m

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Driving Moment=158856 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

- Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.04999

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.67678	15.9977	Pvs	0	26.5	1.96031	2.05831	4.12832	0	4.12832
2	2.67678	55.0871	Pvs	0	26.5	6.85272	7.19529	14.4315	0	14.4315
3	2.67678	88.8483	Pvs	0	26.5	11.1632	11.7212	23.6485	0.139424	23.509
4	2.67678	108.374	Pvs	0	26.5	12.7485	13.3858	29.9368	3.08909	26.8477
5	2.67678	102.375	Pvs	0	26.5	11.4196	11.9905	29.1042	5.05507	24.0492
6	2.67678	105.703	Pvs	0	26.5	11.5505	12.1279	30.6009	6.27613	24.3247
7	2.67678	122.577	Pvs	0	26.5	11.8526	12.4451	36.7795	11.8183	24.9612
8	2.67678	141.492	Pvs	0	26.5	12.7573	13.395	43.3704	16.5043	26.8661
9	2.67678	171.506	Pvs	0	26.5	15.5069	16.2821	53.0244	20.3675	32.6569
10	2.67678	205.098	Pvs	0	26.5	18.7397	19.6765	63.8704	24.4055	39.4649
11	2.67678	236.119	Pvs	0	26.5	21.5916	22.671	74.1421	28.6712	45.4709
12	2.67678	254.873	Pvs	0	26.5	23.0679	24.2211	80.7751	32.195	48.5801
13	2.67678	266.72	Pvs	0	26.5	23.8763	25.0699	85.2807	34.9985	50.2822
14	2.67678	266.438	Pvs	0	26.5	23.4891	24.6633	85.9451	36.478	49.4671
15	2.67678	280.632	Pvs	0	26.5	25.7002	26.985	90.8502	36.7268	54.1234
16	2.67678	283.611	Pvs	0	26.5	26.5814	27.9102	92.2872	36.308	55.9792
17	2.67678	281.865	Pvs	0	26.5	27.0483	28.4004	92.1979	35.2356	56.9623
18	2.67678	276.091	Pvs	0	26.5	27.1875	28.5466	90.7778	33.5223	57.2555
19	2.67678	262.045	Pvs	0	26.5	26.3413	27.6581	86.6528	31.1793	55.4735
20	2.67678	239.433	Pvs	0	26.5	24.4307	25.652	79.6664	28.2166	51.4498
21	2.67678	215.808	Pvs	0	26.5	22.5887	23.7179	72.2135	24.6429	47.5706
22	2.67678	186.524	Pvs	0	26.5	20.089	21.0933	62.7725	20.466	42.3065
23	2.67678	151.578	Pvs	0	26.5	17.1199	17.9757	51.2762	15.2225	36.0537
24	2.67678	110.155	Pvs	0	26.5	15.2664	16.0296	37.2317	5.08124	32.1504
25	2.67678	100.704	Pvs	0	26.5	16.2158	17.0264	34.1497	0	34.1497

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
123.273	0
123.273	20
107.771	20
107.771	21.489
107.771	22.93
104.771	22.93
100.816	24.6703

Water Table

X	Y
0	59.5318
10.1277	57.3506
29.1779	51.3506
39.0369	46.9654
55.4791	37.7352
64.9603	34.3646
75.5628	31.3873

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

97.5728	25.969
95.2681	26.8506
92.4999	27.8506
89.9712	28.8506
87.7181	29.6017
82.9301	31.0363
79.3281	32.0892
75.736	32.8506
75.363	33.0013
73.6173	33.9741
72.6701	34.1037
69.5746	34.8506
67.749	35.5188
66.111	35.6066
61.1397	36.8506
56.2008	38.8506
55.9425	39.001
55.1148	39.4117
53.59	40.2815
52.6305	40.8506
51.5309	41.7205
50.0115	42.7317
49.8748	42.8506
49.4384	43.0266
48.512	43.4872
47.0536	44.2144
46.3259	44.5783
45.5976	44.8506
44.8137	45.21
43.3779	45.8956
42.1075	46.4522
41.2283	46.8506
40.4681	47.446
39.8833	47.8506
39.6597	48.0802
38.4141	48.8506
34.9168	50.0067
32.5144	50.8506
29.1779	52.8506
24.4991	54.0182
19.7387	55.3314
14.8612	56.867
10.1277	58.8506
3.12179	60.3162
0	61.0318
0	0

100.816	23.1703
105.271	20.9101
107.771	20
123.273	20

## 10.2.2 Sezione 2

### 10.2.2.1 Scenario 1

- Condizioni statiche

#### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

#### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 182.2

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	182.2	172.2	492.2	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 182.20

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.200050
- Center: 127.366, 165.026
- Radius: 146.614
- Left Slip Surface Endpoint: 46.952, 42.432
- Right Slip Surface Endpoint: 108.780, 19.594

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Left Slope Intercept: 46.952 42.432
- Right Slope Intercept: 108.780 22.761
- Resisting Moment=175886 kN-m
- Driving Moment=146566 kN-m

**Valid / Invalid Surfaces**

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.20005

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.47314	22.1166	Pvs	0	18.7	2.13588	2.56316	7.57253	0	7.57253
2	2.47314	51.7364	Pvs	0	18.7	5.02971	6.0359	17.8323	0	17.8323
3	2.47314	75.0205	Pvs	0	18.7	7.34059	8.80907	26.0253	0	26.0253
4	2.47314	100.479	Pvs	0	18.7	9.8935	11.8727	35.0765	0	35.0765
5	2.47314	115.135	Pvs	0	18.7	11.4062	13.688	40.4395	0	40.4395
6	2.47314	133.359	Pvs	0	18.7	13.2906	15.9494	47.1206	0	47.1206
7	2.47314	151.348	Pvs	0	18.7	15.1715	18.2066	53.7892	0	53.7892
8	2.47314	165.947	Pvs	0	18.7	16.7301	20.077	59.315	0	59.315
9	2.47314	174.235	Pvs	0	18.7	17.6641	21.1978	62.6262	0	62.6262
10	2.47314	181.435	Pvs	0	18.7	18.4951	22.1951	65.5726	0	65.5726
11	2.47314	192.425	Pvs	0	18.7	19.7213	23.6666	69.92	0	69.92
12	2.47314	200.929	Pvs	0	18.7	20.7023	24.8438	73.3979	0	73.3979
13	2.47314	202.814	Pvs	0	18.7	21.0059	25.2081	74.474	0	74.474
14	2.47314	201.546	Pvs	0	18.7	20.9822	25.1797	74.3901	0	74.3901
15	2.47314	197.343	Pvs	0	18.7	20.6492	24.7801	73.2097	0	73.2097
16	2.47314	190.84	Pvs	0	18.7	20.0692	24.0841	71.1534	0	71.1534
17	2.47314	180	Pvs	0	18.7	19.0234	22.829	67.4455	0	67.4455
18	2.47314	163.315	Pvs	0	18.7	17.3452	20.8151	61.4953	0	61.4953
19	2.47314	156.548	Pvs	0	18.7	16.7077	20.0501	59.2352	0	59.2352
20	2.47314	151.538	Pvs	0	18.7	16.2513	19.5024	57.6172	0	57.6172
21	2.47314	144.068	Pvs	0	18.7	15.5245	18.6302	55.0405	0	55.0405
22	2.47314	129.945	Pvs	0	18.7	14.0697	16.8843	49.8826	0	49.8826
23	2.47314	113.825	Pvs	0	18.7	12.383	14.8602	43.9023	0	43.9023
24	2.47314	120.755	Pvs	0	18.7	13.1991	15.8396	46.796	0	46.796
25	2.47314	137.18	Pvs	0	18.7	15.0654	18.0792	53.4126	0	53.4126

**List Of Coordinates**

External Boundary

X	Y
143.612	-0.18268

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

143.491	18.8734
108.78	18.951
108.78	22.7614
106.28	22.7614
103.35	22.7614
101.628	23.3005
100.484	23.6898
100.062	23.8337
97.9916	24.5228
90.7824	26.5302
88.7453	27.362
86.9525	28.1686
84.2723	29.1142
84.1399	29.1686
83.0466	29.5807
81.4417	30.1686
80.8574	30.3711
79.7806	30.7772
78.7367	31.1686
76.9265	31.7731
75.951	32.1686
74.4131	32.6403
72.7267	33.1686
70.7164	33.7993
69.5182	34.1686
68.3946	34.6411
64.3625	36.1686
62.2943	36.8272
61.4352	37.1686
60.3843	37.4817
58.449	38.1686
56.8986	38.839
56.1523	39.1686
55.394	39.4929
53.2535	40.1686
50.7981	41.1686
50.5908	41.2484
48.2169	42.1686
47.5679	42.3044
46.8842	42.4458
43.1738	43.1686
42.6191	43.2768
37.9351	44.1686
37.5873	44.293
37.0482	44.4967
35.2106	45.1686
34.5229	45.4216
32.6133	46.1686
32.101	46.3372
31.6692	46.4956
29.7388	47.1686
28.7323	47.6059
27.8901	47.9547
27.4818	48.1686
26.5455	48.5379

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

24.8928	49.1686
23.6425	49.6943
22.4693	50.1686
22.0205	50.4054
21.3645	50.633
19.9348	51.1686
19.1993	51.3964
16.9772	52.1686
15.6946	52.643
14.7098	52.9731
14.143	53.1686
12.6717	53.6653
11.0411	54.1686
8.23288	54.8897
6.76665	55.1686
5.20094	55.6345
4.57703	55.8378
4.17766	55.9667
4.00045	56.0227
3.90047	56.054
3.55142	56.1686
2.71025	56.5894
1.61308	57.1686
0.911148	57.5373
0.0735229	57.7995
0	0

- Condizioni sismiche

*Slide Analysis Information*

*SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

**Project Summary**

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

**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**

**Analysis Methods Used**

- Bishop simplified

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9,81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.109
- Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.054
- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 430

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	430	420	740	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 430.00

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.049730
- Center: 127.366, 165.026
- Radius: 146.614
- Left Slip Surface Endpoint: 46.952, 42.432
- Right Slip Surface Endpoint: 108.780, 19.594
- Left Slope Intercept: 46.952 42.432
- Right Slope Intercept: 108.780 22.761
- Resisting Moment=182976 kN-m
- Driving Moment=174307 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.04973

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.47314	22.1166	Pvs	0	18.7	2.51627	2.6414	7.80367	0	7.80367
2	2.47314	51.7364	Pvs	0	18.7	5.93034	6.22526	18.3917	0	18.3917
3	2.47314	75.0205	Pvs	0	18.7	8.66198	9.09274	26.8633	0	26.8633
4	2.47314	100.479	Pvs	0	18.7	11.6837	12.2647	36.2345	0	36.2345
5	2.47314	115.135	Pvs	0	18.7	13.4804	14.1508	41.8067	0	41.8067
6	2.47314	133.359	Pvs	0	18.7	15.7195	16.5012	48.7507	0	48.7507
7	2.47314	151.348	Pvs	0	18.7	17.9575	18.8505	55.6916	0	55.6916
8	2.47314	165.947	Pvs	0	18.7	19.8169	20.8024	61.458	0	61.458

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

9	2.47314	174.235	Pvs	0	18.7	20.9382	21.9795	64.9356	0	64.9356
10	2.47314	181.435	Pvs	0	18.7	21.9391	23.0301	68.0394	0	68.0394
11	2.47314	192.425	Pvs	0	18.7	23.4101	24.5743	72.6017	0	72.6017
12	2.47314	200.929	Pvs	0	18.7	24.5918	25.8147	76.2664	0	76.2664
13	2.47314	202.814	Pvs	0	18.7	24.9697	26.2114	77.4381	0	77.4381
14	2.47314	201.546	Pvs	0	18.7	24.9587	26.1999	77.4042	0	77.4042
15	2.47314	197.343	Pvs	0	18.7	24.5794	25.8017	76.2276	0	76.2276
16	2.47314	190.84	Pvs	0	18.7	23.9051	25.0939	74.1367	0	74.1367
17	2.47314	180	Pvs	0	18.7	22.6748	23.8024	70.321	0	70.321
18	2.47314	163.315	Pvs	0	18.7	20.6883	21.7171	64.1603	0	64.1603
19	2.47314	156.548	Pvs	0	18.7	19.9412	20.9329	61.8435	0	61.8435
20	2.47314	151.538	Pvs	0	18.7	19.4096	20.3748	60.1947	0	60.1947
21	2.47314	144.068	Pvs	0	18.7	18.5539	19.4766	57.541	0	57.541
22	2.47314	129.945	Pvs	0	18.7	16.8263	17.6631	52.1834	0	52.1834
23	2.47314	113.825	Pvs	0	18.7	14.819	15.556	45.9584	0	45.9584
24	2.47314	120.755	Pvs	0	18.7	15.8064	16.5924	49.0201	0	49.0201
25	2.47314	137.18	Pvs	0	18.7	18.0533	18.9511	55.9887	0	55.9887

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
143.612	-0.18268
143.612	18.951
108.78	18.951
108.78	22.7614
106.28	22.7614
103.35	22.7614
101.628	23.3005
100.484	23.6898
100.062	23.8337
97.9916	24.5228
90.7824	26.5302
88.7453	27.362
86.9525	28.1686
84.2723	29.1142
84.1399	29.1686
83.0466	29.5807
81.4417	30.1686
80.8574	30.3711
79.7806	30.7772
78.7367	31.1686
76.9265	31.7731
75.951	32.1686
74.4131	32.6403
72.7267	33.1686
70.7164	33.7993
69.5182	34.1686
68.3946	34.6411
64.3625	36.1686
62.2943	36.8272
61.4352	37.1686

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

60.3843	37.4817
58.449	38.1686
56.8986	38.839
56.1523	39.1686
55.394	39.4929
53.2535	40.1686
50.7981	41.1686
50.5908	41.2484
48.2169	42.1686
47.5679	42.3044
46.8842	42.4458
43.1738	43.1686
42.6191	43.2768
37.9351	44.1686
37.5873	44.293
37.0482	44.4967
35.2106	45.1686
34.5229	45.4216
32.6133	46.1686
32.101	46.3372
31.6692	46.4956
29.7388	47.1686
28.7323	47.6059
27.8901	47.9547
27.4818	48.1686
26.5455	48.5379
24.8928	49.1686
23.6425	49.6943
22.4693	50.1686
22.0205	50.4054
21.3645	50.633
19.9348	51.1686
19.1993	51.3964
16.9772	52.1686
15.6946	52.643
14.7098	52.9731
14.143	53.1686
12.6717	53.6653
11.0411	54.1686
8.23288	54.8897
6.76665	55.1686
5.20094	55.6345
4.57703	55.8378
4.17766	55.9667
4.00045	56.0227
3.90047	56.054
3.55142	56.1686
2.71025	56.5894
1.61308	57.1686
0.911148	57.5373
0.0735229	57.7995
0	0

### 10.2.2.2 Scenario 2

- Condizioni statiche

#### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

#### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
  
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 138.6

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.5
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	138.6	128.6	448.6	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 138.60

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.199930
- Center: 127.366, 165.026
- Radius: 146.614
- Left Slip Surface Endpoint: 46.952, 42.432
- Right Slip Surface Endpoint: 108.780, 19.594
- Left Slope Intercept: 46.952 42.432

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Right Slope Intercept: 108.780 22.761
- Resisting Moment=183423 kN-m
- Driving Moment=152861 kN-m

**Valid / Invalid Surfaces**

**Method: bishop simplified**

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

- Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.19993

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.47314	22.1166	Pvs	0	26.5	2.93391	3.52049	7.06102	0	7.06102
2	2.47314	51.7364	Pvs	0	26.5	6.92625	8.31101	16.6693	0	16.6693
3	2.47314	75.0205	Pvs	0	26.5	9.36388	11.236	24.839	2.30305	22.5359
4	2.47314	100.479	Pvs	0	26.5	11.2705	13.5238	34.3054	7.18094	27.1244
5	2.47314	115.135	Pvs	0	26.5	11.9637	14.3556	40.1419	11.3492	28.7927
6	2.47314	133.359	Pvs	0	26.5	13.3648	16.0368	47.0843	14.9193	32.165
7	2.47314	151.348	Pvs	0	26.5	14.9535	17.9432	53.8972	17.9088	35.9884
8	2.47314	165.947	Pvs	0	26.5	16.284	19.5397	59.5246	20.334	39.1906
9	2.47314	174.235	Pvs	0	26.5	16.9293	20.314	62.9534	22.2097	40.7437
10	2.47314	181.435	Pvs	0	26.5	17.5584	21.0689	65.9691	23.7114	42.2577
11	2.47314	192.425	Pvs	0	26.5	18.8305	22.5953	70.2781	24.9589	45.3192
12	2.47314	200.929	Pvs	0	26.5	19.9415	23.9284	73.6879	25.695	47.9929
13	2.47314	202.814	Pvs	0	26.5	20.2793	24.3338	74.7366	25.9303	48.8063
14	2.47314	201.546	Pvs	0	26.5	20.3336	24.3989	74.6115	25.6748	48.9367
15	2.47314	197.343	Pvs	0	26.5	20.1273	24.1514	73.3777	24.9375	48.4402
16	2.47314	190.84	Pvs	0	26.5	19.7469	23.6949	71.2514	23.7268	47.5246
17	2.47314	180	Pvs	0	26.5	18.8794	22.654	67.4872	22.0503	45.4369
18	2.47314	163.315	Pvs	0	26.5	17.2841	20.7397	61.5125	19.9152	41.5973
19	2.47314	156.548	Pvs	0	26.5	16.9264	20.3105	59.1833	18.4466	40.7367
20	2.47314	151.538	Pvs	0	26.5	16.8799	20.2547	57.4768	16.8524	40.6244
21	2.47314	144.068	Pvs	0	26.5	16.6194	19.9421	54.8148	14.8173	39.9975
22	2.47314	129.945	Pvs	0	26.5	15.4857	18.5818	49.6156	12.3462	37.2694
23	2.47314	113.825	Pvs	0	26.5	14.1896	17.0265	43.5935	9.44372	34.1498
24	2.47314	120.755	Pvs	0	26.5	17.5094	21.01	46.1338	3.9942	42.1396
25	2.47314	137.18	Pvs	0	26.5	21.8114	26.1722	52.4932	0	52.4932

**List Of Coordinates**

**External Boundary**

X	Y
143.612	-0.18268
143.491	18.8734
108.78	18.951
108.78	22.7614
106.28	22.7614
103.35	22.7614

**Water Table**

X	Y
0.0735229	56.2995
3.55142	54.6686
9.63699	53.0291
22.0205	48.9054
37.9351	42.6686
48.2169	40.6686

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

101.628	23.3005
100.484	23.6898
100.062	23.8337
97.9916	24.5228
90.7824	26.5302
88.7453	27.362
86.9525	28.1686
84.2723	29.1142
84.1399	29.1686
83.0466	29.5807
81.4417	30.1686
80.8574	30.3711
79.7806	30.7772
78.7367	31.1686
76.9265	31.7731
75.951	32.1686
74.4131	32.6403
72.7267	33.1686
70.7164	33.7993
69.5182	34.1686
68.3946	34.6411
64.3625	36.1686
62.2943	36.8272
61.4352	37.1686
60.3843	37.4817
58.449	38.1686
56.8986	38.839
56.1523	39.1686
55.394	39.4929
53.2535	40.1686
50.7981	41.1686
50.5908	41.2484
48.2169	42.1686
47.5679	42.3044
46.8842	42.4458
43.1738	43.1686
42.6191	43.2768
37.9351	44.1686
37.5873	44.293
37.0482	44.4967
35.2106	45.1686
34.5229	45.4216
32.6133	46.1686
32.101	46.3372
31.6692	46.4956
29.7388	47.1686
28.7323	47.6059
27.8901	47.9547
27.4818	48.1686
26.5455	48.5379
24.8928	49.1686
23.6425	49.6943
22.4693	50.1686
22.0205	50.4054
21.3645	50.633

55.394	37.9929
69.5182	32.6686
90.7824	25.0302
103.35	21.2614
108.78	18.951
143.491	18.8734

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

19.9348	51.1686
19.1993	51.3964
16.9772	52.1686
15.6946	52.643
14.7098	52.9731
14.143	53.1686
12.6717	53.6653
11.0411	54.1686
8.23288	54.8897
6.76665	55.1686
5.20094	55.6345
4.57703	55.8378
4.17766	55.9667
4.00045	56.0227
3.90047	56.054
3.55142	56.1686
2.71025	56.5894
1.61308	57.1686
0.911148	57.5373
0.0735229	57.7995
0	0

- Condizioni sismiche

*Slide Analysis Information*

*SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

**Project Summary**

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

**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**

---

**Analysis Methods Used**

- Bishop simplified
  - Number of slices: 25
  - Tolerance: 0.005
  - Maximum number of iterations: 50
  - Check malpha < 0.2: Yes

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.109
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0545
- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 406.3

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.5
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

Probabilistic Analysis Input

General Settings

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	406.3	396.3	906.3	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 406.30

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.049990
- Center: 127.366, 165.026
- Radius: 146.614
- Left Slip Surface Endpoint: 46.952, 42.432
- Right Slip Surface Endpoint: 108.780, 19.594
- Left Slope Intercept: 46.952 42.432
- Right Slope Intercept: 108.780 22.761
- Resisting Moment=166923 kN-m
- Driving Moment=158975 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.04999

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.47314	22.1166	Pvs	0	26.5	3.07732	3.23116	6.4807	0	6.4807
2	2.47314	51.7364	Pvs	0	26.5	7.27215	7.63568	15.3148	0	15.3148
3	2.47314	75.0205	Pvs	0	26.5	9.79466	10.2843	22.9302	2.30305	20.6271
4	2.47314	100.479	Pvs	0	26.5	11.7099	12.2953	31.8415	7.18094	24.6605
5	2.47314	115.135	Pvs	0	26.5	12.3639	12.982	37.387	11.3492	26.0378
6	2.47314	133.359	Pvs	0	26.5	13.7762	14.4649	43.9314	14.9193	29.0121
7	2.47314	151.348	Pvs	0	26.5	15.4001	16.1699	50.3405	17.9088	32.4317
8	2.47314	165.947	Pvs	0	26.5	16.7649	17.603	55.64	20.334	35.306
9	2.47314	174.235	Pvs	0	26.5	17.4189	18.2897	58.8932	22.2097	36.6835
10	2.47314	181.435	Pvs	0	26.5	18.0644	18.9674	61.7539	23.7114	38.0425
11	2.47314	192.425	Pvs	0	26.5	19.3968	20.3664	65.8075	24.9589	40.8486
12	2.47314	200.929	Pvs	0	26.5	20.5715	21.5999	69.0178	25.695	43.3228
13	2.47314	202.814	Pvs	0	26.5	20.9391	21.9858	70.027	25.9303	44.0967
14	2.47314	201.546	Pvs	0	26.5	21.0169	22.0675	69.9353	25.6748	44.2605

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

15	2.47314	197.343	Pvs	0	26.5	20.8288	21.87	68.802	24.9375	43.8645
16	2.47314	190.84	Pvs	0	26.5	20.4661	21.4892	66.8273	23.7268	43.1005
17	2.47314	180	Pvs	0	26.5	19.5953	20.5749	63.3173	22.0503	41.267
18	2.47314	163.315	Pvs	0	26.5	17.9585	18.8562	57.7347	19.9152	37.8195
19	2.47314	156.548	Pvs	0	26.5	17.6239	18.5049	55.5617	18.4466	37.1151
20	2.47314	151.538	Pvs	0	26.5	17.6243	18.5053	53.9683	16.8524	37.1159
21	2.47314	144.068	Pvs	0	26.5	17.4069	18.2771	51.4754	14.8173	36.6581
22	2.47314	129.945	Pvs	0	26.5	16.2665	17.0797	46.6029	12.3462	34.2567
23	2.47314	113.825	Pvs	0	26.5	14.9614	15.7093	40.9516	9.44372	31.5079
24	2.47314	120.755	Pvs	0	26.5	18.6614	19.5943	43.2944	3.9942	39.3002
25	2.47314	137.18	Pvs	0	26.5	23.3878	24.557	49.2537	0	49.2537

*List Of Coordinates*

**External Boundary**

X	Y
143.612	-0.18268
143.491	18.8734
108.78	18.951
108.78	22.7614
106.28	22.7614
103.35	22.7614
101.628	23.3005
100.484	23.6898
100.062	23.8337
97.9916	24.5228
90.7824	26.5302
88.7453	27.362
86.9525	28.1686
84.2723	29.1142
84.1399	29.1686
83.0466	29.5807
81.4417	30.1686
80.8574	30.3711
79.7806	30.7772
78.7367	31.1686
76.9265	31.7731
75.951	32.1686
74.4131	32.6403
72.7267	33.1686
70.7164	33.7993
69.5182	34.1686
68.3946	34.6411
64.3625	36.1686
62.2943	36.8272
61.4352	37.1686
60.3843	37.4817
58.449	38.1686
56.8986	38.839
56.1523	39.1686
55.394	39.4929
53.2535	40.1686
50.7981	41.1686

**Water Table**

X	Y
0.0735229	56.2995
3.55142	54.6686
9.63699	53.0291
22.0205	48.9054
37.9351	42.6686
48.2169	40.6686
55.394	37.9929
69.5182	32.6686
90.7824	25.0302
103.35	21.2614
104.766	20.6589
108.78	18.951
143.491	18.8734

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

50.5908	41.2484
48.2169	42.1686
47.5679	42.3044
46.8842	42.4458
43.1738	43.1686
42.6191	43.2768
37.9351	44.1686
37.5873	44.293
37.0482	44.4967
35.2106	45.1686
34.5229	45.4216
32.6133	46.1686
32.101	46.3372
31.6692	46.4956
29.7388	47.1686
28.7323	47.6059
27.8901	47.9547
27.4818	48.1686
26.5455	48.5379
24.8928	49.1686
23.6425	49.6943
22.4693	50.1686
22.0205	50.4054
21.3645	50.633
19.9348	51.1686
19.1993	51.3964
16.9772	52.1686
15.6946	52.643
14.7098	52.9731
14.143	53.1686
12.6717	53.6653
11.0411	54.1686
8.23288	54.8897
6.76665	55.1686
5.20094	55.6345
4.57703	55.8378
4.17766	55.9667
4.00045	56.0227
3.90047	56.054
3.55142	56.1686
2.71025	56.5894
1.61308	57.1686
0.911148	57.5373
0.0735229	57.7995
0	0

### 10.2.3 Sezione 3

#### 10.2.3.1 Scenario 1

- Condizioni statiche

#### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

#### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 88.78

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	88.78	78.78	588.78	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 88.78

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.199950
- Center: 161.199, 250.156

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

- Radius: 235.240
- Left Slip Surface Endpoint: 58.867, 38.340
- Right Slip Surface Endpoint: 109.683, 20.626
- Left Slope Intercept: 58.867 38.340
- Right Slope Intercept: 109.683 24.140
- Resisting Moment=147345 kN-m
- Driving Moment=122792 kN-m

**Valid / Invalid Surfaces**

**Method: bishop simplified**

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.19995**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.03263	11.0092	Pvs	0	18.7	1.34659	1.61584	4.77382	0	4.77382
2	2.03263	32.1464	Pvs	0	18.7	3.94342	4.73191	13.9798	0	13.9798
3	2.03263	50.2869	Pvs	0	18.7	6.1865	7.42349	21.9318	0	21.9318
4	2.03263	62.7151	Pvs	0	18.7	7.73747	9.28458	27.4301	0	27.4301
5	2.03263	73.6296	Pvs	0	18.7	9.10971	10.9312	32.2948	0	32.2948
6	2.03263	83.4641	Pvs	0	18.7	10.3553	12.4259	36.7107	0	36.7107
7	2.03263	91.6304	Pvs	0	18.7	11.4001	13.6795	40.4143	0	40.4143
8	2.03263	99.1776	Pvs	0	18.7	12.3729	14.8469	43.8632	0	43.8632
9	2.03263	104.847	Pvs	0	18.7	13.1158	15.7383	46.4969	0	46.4969
10	2.03263	97.8469	Pvs	0	18.7	12.2733	14.7273	43.5099	0	43.5099
11	2.03263	82.5563	Pvs	0	18.7	10.3831	12.4592	36.8091	0	36.8091
12	2.03263	79.6175	Pvs	0	18.7	10.0401	12.0476	35.5932	0	35.5932
13	2.03263	79.3797	Pvs	0	18.7	10.0366	12.0434	35.5807	0	35.5807
14	2.03263	76.2243	Pvs	0	18.7	9.6629	11.595	34.2561	0	34.2561
15	2.03263	70.2938	Pvs	0	18.7	8.93437	10.7208	31.6732	0	31.6732
16	2.03263	62.7985	Pvs	0	18.7	8.0024	9.60248	28.3693	0	28.3693
17	2.03263	64.1521	Pvs	0	18.7	8.19594	9.83472	29.0554	0	29.0554
18	2.03263	67.4226	Pvs	0	18.7	8.63586	10.3626	30.6149	0	30.6149
19	2.03263	69.7925	Pvs	0	18.7	8.96212	10.7541	31.7717	0	31.7717
20	2.03263	75.2072	Pvs	0	18.7	9.6819	11.6178	34.3234	0	34.3234
21	2.03263	80.0542	Pvs	0	18.7	10.3319	12.3978	36.6277	0	36.6277
22	2.03263	84.1689	Pvs	0	18.7	10.8902	13.0677	38.6069	0	38.6069
23	2.03263	89.2399	Pvs	0	18.7	11.5752	13.8897	41.0352	0	41.0352
24	2.03263	105.504	Pvs	0	18.7	13.7188	16.4619	48.6347	0	48.6347
25	2.03263	123.373	Pvs	0	18.7	16.0821	19.2977	57.0127	0	57.0127

**List Of Coordinates**

**External Boundary**

X	Y
104.683	24.1397

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

95.9267	25.9636
94.6323	26.3397
91.4705	27.1467
90.7057	27.3397
89.5354	27.8441
88.3904	28.3397
88.1634	28.4344
85.9287	29.3397
84.8805	29.7521
83.277	30.3126
83.2022	30.3397
81.3805	30.9895
80.4086	31.3397
79.7912	31.7046
78.7138	32.3397
78.5524	32.4352
77.0251	33.3397
74.2046	34.2457
73.8922	34.3397
71.8627	34.9559
70.8216	35.2716
70.6188	35.3397
70.2166	35.4722
63.8697	37.3397
62.2353	37.69
60.8585	37.963
58.8669	38.3397
57.4095	38.6216
56.033	38.8789
53.7506	39.3397
51.9138	39.8396
50.4705	40.1424
50.2251	40.1966
49.4916	40.3397
48.3762	40.5636
44.1455	41.3397
43.6762	41.4479
42.9884	41.5943
39.7981	42.3491
39.3213	42.4636
36.2165	43.2083
35.9635	43.2679
35.6501	43.3397
32.7056	44.0516
31.5711	44.3397
29.9028	44.7486
27.6074	45.3397
26.6617	45.5963
25.5099	45.9196
24.0131	46.3397
20.5168	47.281
20.39	47.3158
20.3098	47.3397
20.1518	47.4324
18.712	48.3397

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

17.2038	49.0793
16.8726	49.2505
16.7074	49.3397
16.4735	49.4632
14.8702	50.3397
14.5091	50.5215
12.9059	51.3397
12.5504	51.5623
11.2224	52.3397
10.8989	52.5366
9.252	53.3397
7.80401	53.6247
6.89639	53.8307
4.53044	54.3397
4.10062	54.4193
2.57419	54.7288
0.978974	55.0316
0.389592	55.1486
0.219576	55.1851
0.104057	55.2098
0	55.2298
0	0
129.276	0
129.276	19.5897
109.683	19.5897
109.683	24.1397

- Condizioni sismiche

*Slide Analysis Information*

*SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

*Project Summary*

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

*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*

*Analysis Methods Used*

- Bishop simplified

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9,81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.109
- Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0545
- 1 Line Load present

Line Load: Line Load

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 223.4

Material Properties

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	18.7
Water Surface	None
Ru Value	0

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

Probabilistic Analysis Input

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	223.4	213.4	723.4	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 223.40

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.049920
- Center: 161.199, 250.156
- Radius: 235.240
- Left Slip Surface Endpoint: 58.867, 38.340
- Right Slip Surface Endpoint: 109.683, 20.626
- Left Slope Intercept: 58.867 38.340
- Right Slope Intercept: 109.683 24.140
- Resisting Moment=153408 kN-m
- Driving Moment=146114 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.04992

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.03263	11.0092	Pvs	0	18.7	1.59484	1.67445	4.94698	0	4.94698
2	2.03263	32.1464	Pvs	0	18.7	4.67216	4.90539	14.4924	0	14.4924
3	2.03263	50.2869	Pvs	0	18.7	7.33246	7.6985	22.7442	0	22.7442
4	2.03263	62.7151	Pvs	0	18.7	9.17412	9.63209	28.4568	0	28.4568
5	2.03263	73.6296	Pvs	0	18.7	10.8051	11.3445	33.5158	0	33.5158
6	2.03263	83.4641	Pvs	0	18.7	12.287	12.9004	38.1125	0	38.1125
7	2.03263	91.6304	Pvs	0	18.7	13.5315	14.207	41.9727	0	41.9727
8	2.03263	99.1776	Pvs	0	18.7	14.6916	15.425	45.5711	0	45.5711
9	2.03263	104.847	Pvs	0	18.7	15.5793	16.357	48.3248	0	48.3248

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

10	2.03263	97.8469	Pvs	0	18.7	14.5836	15.3116	45.2363	0	45.2363
11	2.03263	82.5563	Pvs	0	18.7	12.342	12.9581	38.2831	0	38.2831
12	2.03263	79.6175	Pvs	0	18.7	11.9385	12.5345	37.0317	0	37.0317
13	2.03263	79.3797	Pvs	0	18.7	11.9385	12.5345	37.0317	0	37.0317
14	2.03263	76.2243	Pvs	0	18.7	11.4981	12.0721	35.6655	0	35.6655
15	2.03263	70.2938	Pvs	0	18.7	10.6349	11.1658	32.9879	0	32.9879
16	2.03263	62.7985	Pvs	0	18.7	9.52882	10.0045	29.5571	0	29.5571
17	2.03263	64.1521	Pvs	0	18.7	9.76265	10.25	30.2825	0	30.2825
18	2.03263	67.4226	Pvs	0	18.7	10.2902	10.8039	31.9188	0	31.9188
19	2.03263	69.7925	Pvs	0	18.7	10.6827	11.216	33.1363	0	33.1363
20	2.03263	75.2072	Pvs	0	18.7	11.5447	12.121	35.8099	0	35.8099
21	2.03263	80.0542	Pvs	0	18.7	12.324	12.9392	38.2271	0	38.2271
22	2.03263	84.1689	Pvs	0	18.7	12.9943	13.643	40.3066	0	40.3066
23	2.03263	89.2399	Pvs	0	18.7	13.8164	14.5061	42.8565	0	42.8565
24	2.03263	105.504	Pvs	0	18.7	16.3807	17.1984	50.8107	0	50.8107
25	2.03263	123.373	Pvs	0	18.7	19.2091	20.168	59.5836	0	59.5836

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
104.683	24.1397
95.9267	25.9636
94.6323	26.3397
91.4705	27.1467
90.7057	27.3397
89.5354	27.8441
88.3904	28.3397
88.1634	28.4344
85.9287	29.3397
84.8805	29.7521
83.277	30.3126
83.2022	30.3397
81.3805	30.9895
80.4086	31.3397
79.7912	31.7046
78.7138	32.3397
78.5524	32.4352
77.0251	33.3397
74.2046	34.2457
73.8922	34.3397
71.8627	34.9559
70.8216	35.2716
70.6188	35.3397
70.2166	35.4722
63.8697	37.3397
62.2353	37.69
60.8585	37.963
58.8669	38.3397
57.4095	38.6216
56.033	38.8789
53.7506	39.3397

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

51.9138	39.8396
50.4705	40.1424
50.2251	40.1966
49.4916	40.3397
48.3762	40.5636
44.1455	41.3397
43.6762	41.4479
42.9884	41.5943
39.7981	42.3491
39.3213	42.4636
36.2165	43.2083
35.9635	43.2679
35.6501	43.3397
32.7056	44.0516
31.5711	44.3397
29.9028	44.7486
27.6074	45.3397
26.6617	45.5963
25.5099	45.9196
24.0131	46.3397
20.5168	47.281
20.39	47.3158
20.3098	47.3397
20.1518	47.4324
18.712	48.3397
17.2038	49.0793
16.8726	49.2505
16.7074	49.3397
16.4735	49.4632
14.8702	50.3397
14.5091	50.5215
12.9059	51.3397
12.5504	51.5623
11.2224	52.3397
10.8989	52.5366
9.252	53.3397
7.80401	53.6247
6.89639	53.8307
4.53044	54.3397
4.10062	54.4193
2.57419	54.7288
0.978974	55.0316
0.389592	55.1486
0.219576	55.1851
0.104057	55.2098
0	55.2298
0	0
129.276	0
129.276	19.5897
109.683	19.5897
109.683	24.1397

10.2.3.2 Scenario 2

- Condizioni statiche

---

## RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

### Slide Analysis Information

#### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### 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

---

##### Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

#### Groundwater Analysis

---

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

#### Random Numbers

---

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Surface Options

---

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

**Loading**

- 1 Line Load present

**Line Load: Line Load**

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 0.1

**Material Properties**

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m3]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.5
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

**Probabilistic Analysis Input**

**General Settings**

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

**Variables**

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	0.1	0	300.1	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 0.10

**Global Minimums**

**Method: bishop simplified**

- FS: 1.270620
- Center: 161.199, 250.156
- Radius: 235.240
- Left Slip Surface Endpoint: 58.867, 38.340
- Right Slip Surface Endpoint: 109.683, 20.626
- Left Slope Intercept: 58.867 38.340
- Right Slope Intercept: 109.683 24.140
- Resisting Moment=181753 kN-m
- Driving Moment=143043 kN-m

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

**Valid / Invalid Surfaces**

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

**Slice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.27062

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.03263	11.0092	Pvs	0	26.5	1.79032	2.27482	4.5626	0	4.5626
2	2.03263	32.1464	Pvs	0	26.5	5.2479	6.66809	13.3741	0	13.3741
3	2.03263	50.2869	Pvs	0	26.5	8.24078	10.4709	21.0015	0	21.0015
4	2.03263	62.7151	Pvs	0	26.5	9.76618	12.4091	26.5349	1.64607	24.8888
5	2.03263	73.6296	Pvs	0	26.5	10.6495	13.5315	31.6333	4.49342	27.1399
6	2.03263	83.4641	Pvs	0	26.5	11.435	14.5295	36.2598	7.11818	29.1416
7	2.03263	91.6304	Pvs	0	26.5	12.0226	15.2762	40.1623	9.523	30.6393
8	2.03263	99.1776	Pvs	0	26.5	12.5846	15.9902	43.7818	11.7104	32.0714
9	2.03263	104.847	Pvs	0	26.5	12.9086	16.4019	46.5799	13.6829	32.897
10	2.03263	97.8469	Pvs	0	26.5	12.755	16.2068	43.331	10.8251	32.5059
11	2.03263	82.5563	Pvs	0	26.5	11.7203	14.892	36.3213	6.45252	29.8688
12	2.03263	79.6175	Pvs	0	26.5	11.5556	14.6828	35.0558	5.60667	29.4491
13	2.03263	79.3797	Pvs	0	26.5	11.7796	14.9674	34.9802	4.96029	30.0199
14	2.03263	76.2243	Pvs	0	26.5	11.5778	14.711	33.6154	4.10975	29.5057
15	2.03263	70.2938	Pvs	0	26.5	10.9695	13.9381	31.0125	3.05694	27.9556
16	2.03263	62.7985	Pvs	0	26.5	10.1579	12.9068	27.6908	1.80368	25.8871
17	2.03263	64.1521	Pvs	0	26.5	10.2267	12.9943	28.4364	2.37382	26.0625
18	2.03263	67.4226	Pvs	0	26.5	10.3105	13.1007	30.1212	3.8453	26.2759
19	2.03263	69.7925	Pvs	0	26.5	10.3071	13.0964	31.3887	5.12135	26.2673
20	2.03263	75.2072	Pvs	0	26.5	10.9024	13.8528	33.9878	6.2035	27.7843
21	2.03263	80.0542	Pvs	0	26.5	11.4705	14.5747	36.3256	7.0932	29.2324
22	2.03263	84.1689	Pvs	0	26.5	11.9821	15.2247	38.3278	7.79185	30.536
23	2.03263	89.2399	Pvs	0	26.5	12.7329	16.1787	40.7502	8.30081	32.4493
24	2.03263	105.504	Pvs	0	26.5	18.242	23.1787	47.5589	1.06971	46.4892
25	2.03263	123.373	Pvs	0	26.5	21.8538	27.7679	55.6939	0	55.6939

**List Of Coordinates**

**External Boundary**

X	Y
104.683	24.1397
95.9267	25.9636
94.6323	26.3397
91.4705	27.1467
90.7057	27.3397
89.5354	27.8441
88.3904	28.3397

**Water Table**

X	Y
0	53.7298
9.252	51.8397
20.2308	45.8861
43.6762	39.9479
63.8697	35.8397
76.5919	32.0963
80.4086	29.8397

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

88.1634	28.4344
85.9287	29.3397
84.8805	29.7521
83.277	30.3126
83.2022	30.3397
81.3805	30.9895
80.4086	31.3397
79.7912	31.7046
78.7138	32.3397
78.5524	32.4352
77.0251	33.3397
74.2046	34.2457
73.8922	34.3397
71.8627	34.9559
70.8216	35.2716
70.6188	35.3397
70.2166	35.4722
63.8697	37.3397
62.2353	37.69
60.8585	37.963
58.8669	38.3397
57.4095	38.6216
56.033	38.8789
53.7506	39.3397
51.9138	39.8396
50.4705	40.1424
50.2251	40.1966
49.4916	40.3397
48.3762	40.5636
44.1455	41.3397
43.6762	41.4479
42.9884	41.5943
39.7981	42.3491
39.3213	42.4636
36.2165	43.2083
35.9635	43.2679
35.6501	43.3397
32.7056	44.0516
31.5711	44.3397
29.9028	44.7486
27.6074	45.3397
26.6617	45.5963
25.5099	45.9196
24.0131	46.3397
20.5168	47.281
20.39	47.3158
20.3098	47.3397
20.1518	47.4324
18.712	48.3397
17.2038	49.0793
16.8726	49.2505
16.7074	49.3397
16.4735	49.4632
14.8702	50.3397
14.5091	50.5215

91.0881	25.7432
104.612	22.672
109.683	19.5897
114.702	19.5569
129.276	19.5897

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

12.9059	51.3397
12.5504	51.5623
11.2224	52.3397
10.8989	52.5366
9.252	53.3397
7.80401	53.6247
6.89639	53.8307
4.53044	54.3397
4.10062	54.4193
2.57419	54.7288
0.978974	55.0316
0.389592	55.1486
0.219576	55.1851
0.104057	55.2098
0	55.2298
0	0
129.276	0
129.276	19.5897
109.683	19.5897
109.683	24.1397

- Condizioni sismiche

*Slide Analysis Information*

*SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

**Project Summary**

---

- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

**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**

---

**Analysis Methods Used**

- Bishop simplified
- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check  $m\alpha < 0.2$ : Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

**Groundwater Analysis**

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>
- Advanced Groundwater Method: None

**Random Numbers**

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

**Surface Options**

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Create Tension Crack
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: Not Defined

**Loading**

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.109
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0545
- 1 Line Load present

**Line Load: Line Load**

- Angle from horizontal: 180 degrees
- Magnitude: 101.4

**Material Properties**

Property	Pvs
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5
Saturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.5
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	26.5
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

**Probabilistic Analysis Input**

RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3

General Settings

- Sensitivity Analysis: On
- Probabilistic Analysis: Off

Variables

Loads	Property	Distribution	Mean	Min	Max	Other Properties
Line Load	Magnitude	Normal	101.4	91.4	601.4	Line Load Angle from horizontal: 180.00 degrees Magnitude: 101.40

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.049880
- Center: 161.199, 250.156
- Radius: 235.240
- Left Slip Surface Endpoint: 58.867, 38.340
- Right Slip Surface Endpoint: 109.683, 20.626
- Left Slope Intercept: 58.867 38.340
- Right Slope Intercept: 109.683 24.140
- Resisting Moment=166282 kN-m
- Driving Moment=158382 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 1
- Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.04988

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	2.03263	11.0092	Pvs	0	26.5	1.98265	2.08154	4.17493	0	4.17493
2	2.03263	32.1464	Pvs	0	26.5	5.81553	6.10561	12.2459	0	12.2459
3	2.03263	50.2869	Pvs	0	26.5	9.13823	9.59404	19.2427	0	19.2427
4	2.03263	62.7151	Pvs	0	26.5	10.8016	11.3404	24.3914	1.64607	22.7454
5	2.03263	73.6296	Pvs	0	26.5	11.7283	12.3133	29.19	4.49342	24.6966
6	2.03263	83.4641	Pvs	0	26.5	12.5516	13.1777	33.5486	7.11818	26.4305
7	2.03263	91.6304	Pvs	0	26.5	13.1606	13.817	37.2357	9.523	27.7127
8	2.03263	99.1776	Pvs	0	26.5	13.746	14.4316	40.6557	11.7104	28.9453
9	2.03263	104.847	Pvs	0	26.5	14.0715	14.7734	43.3138	13.6829	29.6309
10	2.03263	97.8469	Pvs	0	26.5	13.9712	14.6681	40.2448	10.8251	29.4197

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

11	2.03263	82.5563	Pvs	0	26.5	12.9223	13.5669	33.6635	6.45252	27.211
12	2.03263	79.6175	Pvs	0	26.5	12.7652	13.4019	32.4867	5.60667	26.8801
13	2.03263	79.3797	Pvs	0	26.5	13.0373	13.6876	32.4133	4.96029	27.453
14	2.03263	76.2243	Pvs	0	26.5	12.8389	13.4793	31.145	4.10975	27.0352
15	2.03263	70.2938	Pvs	0	26.5	12.1906	12.7987	28.7271	3.05694	25.6702
16	2.03263	62.7985	Pvs	0	26.5	11.3187	11.8833	25.6379	1.80368	23.8342
17	2.03263	64.1521	Pvs	0	26.5	11.3883	11.9563	26.3586	2.37802	23.9806
18	2.03263	67.4226	Pvs	0	26.5	11.4529	12.0242	27.9728	3.85598	24.1168
19	2.03263	69.7925	Pvs	0	26.5	11.4244	11.9942	29.1951	5.13851	24.0566
20	2.03263	75.2072	Pvs	0	26.5	12.0711	12.6732	31.6457	6.22713	25.4186
21	2.03263	80.0542	Pvs	0	26.5	12.6926	13.3257	33.8505	7.12331	26.7272
22	2.03263	84.1689	Pvs	0	26.5	13.2554	13.9166	35.7408	7.82844	27.9124
23	2.03263	89.2399	Pvs	0	26.5	14.1691	14.8759	37.9989	8.16236	29.8365
24	2.03263	105.504	Pvs	0	26.5	20.525	21.5488	44.1821	0.962017	43.2201
25	2.03263	123.373	Pvs	0	26.5	24.5793	25.8053	51.7573	0	51.7573

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
104.683	24.1397
95.9267	25.9636
94.6323	26.3397
91.4705	27.1467
90.7057	27.3397
89.5354	27.8441
88.3904	28.3397
88.1634	28.4344
85.9287	29.3397
84.8805	29.7521
83.277	30.3126
83.2022	30.3397
81.3805	30.9895
80.4086	31.3397
79.7912	31.7046
78.7138	32.3397
78.5524	32.4352
77.0251	33.3397
74.2046	34.2457
73.8922	34.3397
71.8627	34.9559
70.8216	35.2716
70.6188	35.3397
70.2166	35.4722
63.8697	37.3397
62.2353	37.69
60.8585	37.963
58.8669	38.3397
57.4095	38.6216
56.033	38.8789
53.7506	39.3397

Water Table

X	Y
0	53.7298
9.252	51.8397
20.2308	45.8861
43.6762	39.9479
63.8697	35.8397
76.5919	32.0963
80.4086	29.8397
91.0881	25.7432
104.552	22.69
109.683	19.5897
112.138	19.5897
129.276	19.5897

**RELAZIONE INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE TRATTI IN FRANA\_LOTTO 3**

51.9138	39.8396
50.4705	40.1424
50.2251	40.1966
49.4916	40.3397
48.3762	40.5636
44.1455	41.3397
43.6762	41.4479
42.9884	41.5943
39.7981	42.3491
39.3213	42.4636
36.2165	43.2083
35.9635	43.2679
35.6501	43.3397
32.7056	44.0516
31.5711	44.3397
29.9028	44.7486
27.6074	45.3397
26.6617	45.5963
25.5099	45.9196
24.0131	46.3397
20.5168	47.281
20.39	47.3158
20.3098	47.3397
20.1518	47.4324
18.712	48.3397
17.2038	49.0793
16.8726	49.2505
16.7074	49.3397
16.4735	49.4632
14.8702	50.3397
14.5091	50.5215
12.9059	51.3397
12.5504	51.5623
11.2224	52.3397
10.8989	52.5366
9.252	53.3397
7.80401	53.6247
6.89639	53.8307
4.53044	54.3397
4.10062	54.4193
2.57419	54.7288
0.978974	55.0316
0.389592	55.1486
0.219576	55.1851
0.104057	55.2098
0	55.2298
0	0
129.276	0
129.276	19.5897
109.683	19.5897
109.683	24.1397