

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

# DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA

*IN – INTERFERENZE VIARIE E IDRAULICHE*

IN20 - Interferenza pk 19+732,15

RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. G. PARISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. G. TANZI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. SCALA

R	S	3	9	1	0	V	Z	Z	C	L	I	N	2	0	0	0	0	0	6	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE A SEGUITO DI ODS N. 1607	F.Ricci	06/2023	C.Beltrami	06/2023	G.Tanzi	06/2023	Ing. G. Tanzi
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RDV 000000433	F.Ricci	08/2023	C.Beltrami	08/2023	G.Tanzi	08/2023	
								Agosto 2023
File: RS39-10-V-ZZ-CL-IN2000-006-B.doc								n. Elab.:

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;"><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b></p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>2 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	2 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	2 di 17								

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	Riferimenti di progetto esecutivo .....	4
2.2	Riferimenti normativi .....	4
2.3	Bibliografia.....	4
2.4	Codici di calcolo.....	4
<b>3</b>	<b>BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>6</b>
4.1	Sintesi dei parametri geotecnici di progetto .....	7
4.2	Falda .....	7
<b>5</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' .....</b>	<b>8</b>
5.1	Criteri generali di verifica.....	8
5.1.1	Verifiche statiche.....	8
5.1.2	Verifiche sismiche .....	9
5.2	Verifiche di stabilità .....	10
5.2.1	Criteri di modellazione .....	10
5.2.2	Azioni sismiche per analisi delle scarpate .....	11
<b>6</b>	<b>RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ .....</b>	<b>13</b>
6.1	Sezione tipo A .....	13
6.2	Sezione tipo B .....	14
<b>7</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>17</b>

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;"><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b></p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>3 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	3 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	3 di 17								

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del Progetto Esecutivo del nuovo collegamento Palermo – Catania ed in particolare del Raddoppio della Tratta Bicocca - Catenanuova, sulla Direttiva Ferroviaria Messina – Catania – Palermo, la presente relazione ha per oggetto le verifiche di stabilità geotecnica delle scarpate della vasca di laminazione, in fase statica e sismica

In particolare, nel seguito si riporta:

- elenco degli elaborati di riferimento;
- breve descrizione dell'opera;
- parametri geotecnici di riferimento;
- analisi di stabilità degli scavi in condizioni statiche e sismiche.

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>4 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	4 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	4 di 17								

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni.

### 2.1 Riferimenti di progetto esecutivo

[DC1]. Relazione geotecnica generale – Elaborato RS3910EZZRBGE0200001

### 2.2 Riferimenti normativi

[DC2]. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;

[DC3]. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;

[DC4]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (31 Dicembre 2020);

[DC5]. RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (31 Dicembre 2020);

[DC6]. Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.

### 2.3 Bibliografia

[DC7]. Bishop A.W. (1955) “The use of the slip circle in the stability analysis of slopes”; Geotechnique, 5, 7-17.

### 2.4 Codici di calcolo

[DC8]. TalRen” v5 <https://www.terrasol.fr/catalogue/talren-v5>



APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>					
	  						
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:						
	 						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>		PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.20.00.006</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>5 di 17</b>

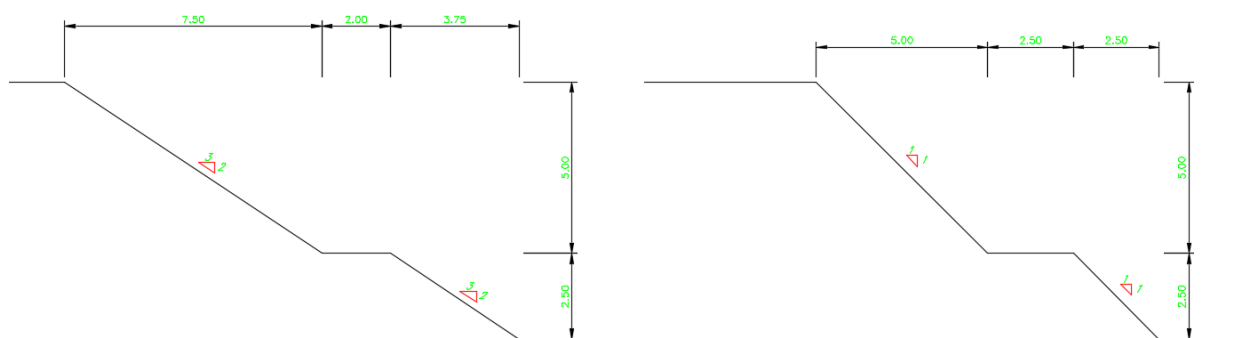
### 3 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA

La vasca di laminazione si estende a nord della linea ferroviaria fra le progressive. km 21+025 e km 21+600 circa, raggiungono una profondità massima  $H_{max}$  pari circa a 7.5m per potere garantire un livello massimo di 5.33m di acqua

Lo scavo della vasca presente due diversi tipi di scarpate:

- Sezione tipo A: scavo in pendenza 2/3 (verticale/orizzontale) che si presenta nei lati sud e est della vasca
- Sezione tipo B: scavo in pendenza 1/1 (verticale/orizzontale) per i lati nord e ovest della vasca.

Per maggiori dettagli sulle sezioni scelte per la verifica si faccia riferimento alle figure seguenti:



**Figura 3-1. Vasca di laminazione: sezioni tipo di massima profondità:**

**Sezione tipo A (sinistra)**

**Sezione tipo B (destra)**

Tale due sezioni saranno assunte per la geometria di calcolo.

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>6 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	6 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	6 di 17								

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Considerando le unità geologiche descritte nelle relazioni geologica e geotecnica generale di progetto, sulla base delle descrizioni stratigrafiche riportate nei certificati dei sondaggi e sulla base delle prove granulometriche eseguite sui campioni di materiale raccolti, nella tratta in esame si incontrano le seguenti formazioni.

L'area interessata dall'intervento ricade nella porzione centro-orientale della regione Sicilia, estesa in direzione NO-SE tra gli abitati di Catenanuova (EN) e Bicocca (CT).

Dal punto di vista morfologico, tale area si sviluppa a quote comprese approssimativamente tra 142 e 12 m s.l.m., lungo la valle del fiume Dittaino e, nella parte finale del tracciato, del fiume Simeto.

Dal punto di vista geologico le unità del substrato intercettate dalle indagini nell'area di interesse, si sono formate a partire dal Miocene inferiore, mentre i depositi di copertura, affioranti principalmente nella Piana di Catania, sono rappresentati da sedimenti quaternari e attuali. In particolare, i depositi identificati nell'area oggetto dell'intervento in progetto possono essere suddivisi nelle seguenti unità geologiche:

- **Depositi pleistocenici e quaternari:**
  - **Depositi di versante (Olocene) – B2.** Si tratta di depositi continentali di versante e alterazione del substrato costituiti da limi argillosi; lo spessore massimo è di 4 metri.
  - **Depositi alluvionali attuali (Olocene) – ba.** Si tratta di depositi in evoluzione in alveo, rimodellati dalle piane dei corsi d'acqua regime prevalentemente torrentizio e fortemente influenzato dagli interventi antropici; sono presenti lungo l'asse dei principali fiumi e valloni e sono rappresentati da limi, limi sabbiosi e ghiaie eterometriche.
  - **Depositi alluvionali recenti (Olocene) – bb.** Affiorano prevalentemente nel settore meridionale della Piana Catania e sono riferibili al corso d'acqua Simeto e Dittaino. Si tratta di limi argillosi, limi ed in subordini limi sabbiosi; lo spessore varia da pochi metri fino ad un massimo di 25 m.
  - **Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore-Olocene) – bn:** si tratta di depositi di canale fluviale, argine, conoide alluvionale, piana inondabile, lago di meandro e canale di abbandono, costituito da ghiaie sabbiose, sabbie limose e limi sabbiosi.
- **Depositi quaternari di avanfossa (Pleistocene inferiore medio).** Sono rappresentati da:
  - **Ghiaie di Monte Tiritù (Pleistocene medio) – TIR:** ghiaie a blocchi in matrice sabbiosa.
  - **Sabbie e ghiaie di Villaggio San Giorgio (Pleistocene medio) – GII:** sabbie quarzose con intercalazioni di ghiaie e rare di argille.
  - **Argille grigio azzurre (Pleistocene inferiore medio) – FAG.** Argille e argille marnose grigio azzurre con intercalazioni di sabbie fini.
- **Unità Sicilidi,** formano l'unità tettonica di:
  - **Flysch Numidico – FYN/FYNa.** Si tratta di argille marnose a struttura prevalentemente indistinta scagliettata (FYN). Talvolta si hanno quarzareniti in grossi banchi con intercalazioni di argille marnose (FYNa).
- **Unità Ionidi** sono racchiusi nella seguente unità tettonica:
  - **Argille ed Arenarie Glauconitiche di Catenanuova (Oligocene Superiore – Serravaliano) AAC/AACa:** costituite da argille, argille marnose di colore bruno o grigio verde a struttura scagliosa e con rare intercalazioni di arenarie giallo verdastre in strati da molto sottili a spessi. Le AACa sono arenarie glauconitiche.

APPALTATORE: Mandataria:    	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>7 di 17</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	7 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	7 di 17								

- **Formazione di Mufara (Carnico) – MU:** costituita da argilliti marnose, argilliti grigio verde a struttura scagliosa o cotica con caratteristici livelli sottili di calcite intercalate a calcescisti ed arenarie a grana fine di colore grigio o vinaccio e avana.

#### 4.1 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche.

**Tabella 4-1: Sintesi caratterizzazione geotecnica di linea**

U.G.	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	$E_0$ [MPa]	$E'$ [MPa]	$k$ [m/s]
Ra	20	0	38	-	-	40	-
ba	18.5÷19.5	0÷5	24÷32	40÷80	80÷340	(2)	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-5}$
	19.0÷20.0 <sup>(1)</sup>	0 <sup>(1)</sup>	32÷33 <sup>(1)</sup>	-		(2)	$1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-3}$ (1)
bbc	19.0÷20.5	5÷15	20÷28	25÷225	70÷250	(2)	$5 \cdot 10^{-9} \div 9 \cdot 10^{-7}$
bbi	19.5÷20.5	0	35÷40	-	100 + 12.5 z	-	$4 \cdot 10^{-6} \div 4 \cdot 10^{-5}$
bbi.s	19.5÷20.5	0	30÷34	-	350	-	$4 \cdot 10^{-6} \div 4 \cdot 10^{-5}$
bnc	19.0÷20.0	5÷12	23÷25	50÷225	70÷170	(2)	$5 \cdot 10^{-9} \div 9 \cdot 10^{-7}$
bni	19.0÷20.0	0	35÷38	-	130÷500	(2)	$4 \cdot 10^{-6} \div 4 \cdot 10^{-5}$
GII	19.5÷20.5	0	36÷39	-	260÷700	-	$1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-5}$
GII,c		0÷5	25	75÷175	-	15÷25	-
AAC	19.5÷21.0	5÷23	19÷24	100÷450	250 + 13.75 · z	18 + 1.5 · (z-5)	$1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-8}$
Agr	19.0÷20.0	0÷15	19÷25	50÷250	200 + 17.5(z-5)	10 + 1.35(z-5)	$1 \cdot 10^{-8} \div 3 \cdot 10^{-6}$
FYN	20.0÷21.0	5÷20	20÷24	150 + 6.7(z-5)	250 + 14.4(z-5)	20 + 0.9(z-5)	$1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-7}$
MU	19.5÷20.5	10÷25	24÷28	200÷500	280÷700	-	$1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-6}$

<sup>(1)</sup> parte più grossolana della u.g.

<sup>(2)</sup>  $E_0/(3 \div 5)$  per paratie e fondazioni dirette ;  $E_0/10$  per cedimento di rilevati

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica e Sismica del progetto (doc. rif. [DC1]).

#### 4.2 Falda

La falda di riferimento è individuata circa 8m sotto il piano del ferro, al di sotto della profondità di scavo di progetto; quindi, la falda è interferente con le opere.

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandatario:  PROJECT <small>Ingegneria Integrata</small> Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>8 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	8 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	8 di 17								

## 5 VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA'

### 5.1 Criteri generali di verifica

Sulla base di quanto prescritto dalle NTC 2018 le verifiche di sicurezza che devono essere eseguite per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

- Verifiche statiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche sismiche agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Per ogni Stato Limite Ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- $E_d$  = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione  $E_d \leq R_d$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare (si vedano i paragrafi seguenti).

#### 5.1.1 Verifiche statiche

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo a seconda dell'Approccio 1 - Combinazione 2: A2 + M2 + R2, tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta in generale se:

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\gamma_R \cdot R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R$$

essendo R resistenza globale del sistema, calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto.

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tabella 5-1, Tabella 5-2 e Tabella 5-3.

APPALTATORE: Mandataria:    	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>9 di 17</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	9 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	9 di 17								

**Tabella 5-1: Coefficienti parziali sulle azioni**

		Coefficiente	EQU	A1 STR	A2 GEO	Comb. eccezionale	Comb. Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	0,20	0,20

**Tabella 5-2: Coefficienti parziali di sicurezza sui parametri meccanici dei terreni**

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{Cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.0	1.0

**Tabella 5-3: Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni statiche)**

PARAMETRO	Coefficiente parziale
Resistenza	$\gamma_{R'}$ 1.1

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ) in condizioni SLU statiche; quindi, generalmente il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare è  $FS \geq 1.1$ .

### 5.1.2 Verifiche sismiche

Per tutte le verifiche l'azione sismica di progetto deve essere valutata sulla base degli Stati Limite relativi all'opera da verificare (vedasi tabella precedente). Per l'opera in oggetto, le verifiche agli Stati Limite Ultimi verranno condotte con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Per le opere oggetto della presente relazione si è assunto:

- Vita nominale  $V_n$ : 75 anni
- Classe d'uso: III (coefficiente d'uso= 1.5)
- Vita nominale=  $75 \times 1.5 = 112.5$  anni

In condizioni sismiche le verifiche di sicurezza sono mirate a controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione  $E_d < R_d$  [6.2.1] delle NTC 2018) impiegando lo stesso approccio delle condizioni statiche SLU (§ 6.8.2 delle NTC 2018) Combinazione (A2+M2+R2), ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 delle NTC 2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

APPALTATORE: Mandataria:    	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>10 di 17</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	10 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	10 di 17								

**Tabella 5-4: Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni sismiche)**

PARAMETRO	Coefficiente parziale	
Resistenza	$\gamma_R$	1.2

Le condizioni di stabilità del rilevato devono essere verificate affinché prima, durante e dopo il sisma la resistenza del sistema sia superiore alle azioni, ovvero gli spostamenti permanenti indotti dal sisma siano di entità tale da non pregiudicare le condizioni di sicurezza o di funzionalità delle strutture o infrastrutture medesime.

L'analisi delle condizioni di stabilità in condizioni sismiche è stata eseguita mediante un metodo di calcolo all'equilibrio limite pseudostatico.

## 5.2 Verifiche di stabilità

Le analisi sono state condotte con il metodo dell'equilibrio limite, in particolare secondo il metodo di Bishop (1955, doc. rif.[DC7]), implementato mediante il codice di calcolo Talren 4 (doc. rif.[DC8]).

Il codice effettua la verifica in condizioni piane delle deformazioni, su una sezione bidimensionale trasversale alla trincea, considerata indefinitamente estesa nella direzione ortogonale al piano dell'analisi. La ricerca delle superfici di discontinuità su cui effettuare il calcolo del fattore di sicurezza è stata effettuata introducendo criteri di individuazione di una serie di superfici di scorrimento circolari: griglia dei centri, criteri di variazione del raggio, punti o superfici di passaggio imposti, eccetera.

Il programma analizza tutte le superfici di scorrimento individuate e identifica la superficie di scorrimento critica come quella a cui corrisponde il valore minimo calcolato del coefficiente di sicurezza.

### 5.2.1 Criteri di modellazione

Le sezioni della vasca sono state modellate come facente parte prevalentemente di depositi di limo argillosi dell'unità geotecnica bbc. La falda è a 8m dal piano campagna.

**Tabella 5-5: Parametri geotecnici di riferimento: valori caratteristici**

Unità geotecnica	Materiale	Descrizione materiale	prof. (m da p.c.)	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ kPa	$c_u$
Ra	riporti antropici	terreno di copertura sabbio-ghiaioso	0-1	20	38	0	-
bbc	alluvioni recenti	Depositi di limo argillosi	>1	19	24	10	50

A monte delle scarpate è stato assunto un carico distribuito sullo stradello pari a 20 kPa a 15m di distanza nel caso della sezione tipo A (pendenza 2/3) e pari a 10 kPa, nel caso della sezione tipo B (pendenza 1/1)

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;"><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b></p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.20.00.006</td> <td>B</td> <td>11 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	11 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	11 di 17								

### 5.2.2 Azioni sismiche per analisi delle scarpate

L'azione sismica, valutata con il metodo pseudostatico, è stata schematizzata con una forza statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come  $F_h = k_h \times W$  ed  $F_v = k_v \times W$ , con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

nelle quali:

- $\beta_s$ : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito,
- $a_{max}$ : accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

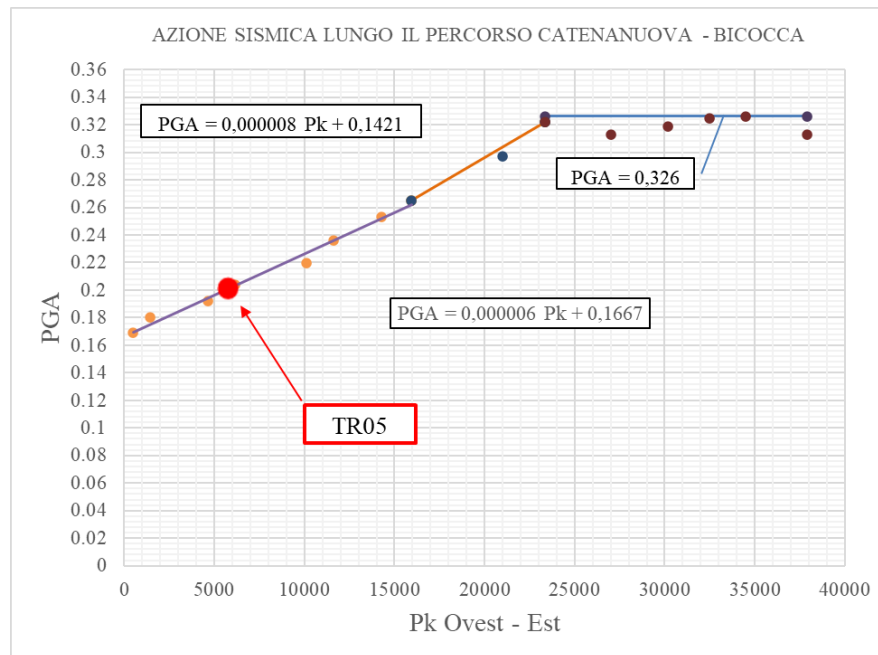
$$a_{max} = a_g \cdot S_T \cdot S_S$$

- $S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica (assunto in questo caso pari a 1)
- $S_S$ : coefficiente di amplificazione stratigrafica (dipendente dalla classe di suolo: pari a C in questo caso)
- $a_g$ : accelerazione di sito su substrato rigido;

Il valore dell'azione sismica è stato ottenuto discretizzando i tratti lungo il percorso Catenanuova-Bicocca ed in funzione di un determinato periodo di riferimento dell'opera, periodo di ritorno e categoria di sottosuolo, è stata ottenuta facendo riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLU SLV). Nello specifico, per i criteri utilizzati per la scelta dell'azione si può fare riferimento alla Relazione Geotecnica Generale (doc. rif. [3]).

Operativamente sono stati quindi scelti i valori di azione sismica in funzione di 3 di tratti nei quali si è ritenuto opportuno utilizzare altrettante equazioni per la valutazione dell'accelerazione.

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>						
	  							
APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:							
	 	PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.20.00.006</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>12 di 17</b>



**Figura 5-1: Azione sismica lungo il tracciato Catenanuova - Bicocca**

Dal diagramma preso a riferimento è possibile vedere che l'opera oggetto del presente documento ricade sulla retta del secondo tratto. Pertanto, conoscendo la progressiva approssimativamente dell'opera si ricava il corrispondente valore di accelerazione.

Nel caso in esame, per categoria di sottosuolo C, si ottiene:

PK                    21325

$a_g/g=$             0.3127

$\beta_s=$                 0.38

$S_s=$                  1.274

$S_T$                   1

<b>kh=</b>	<b>0.151</b>
------------	--------------

<b>kv=</b>	<b>0.076</b>
------------	--------------

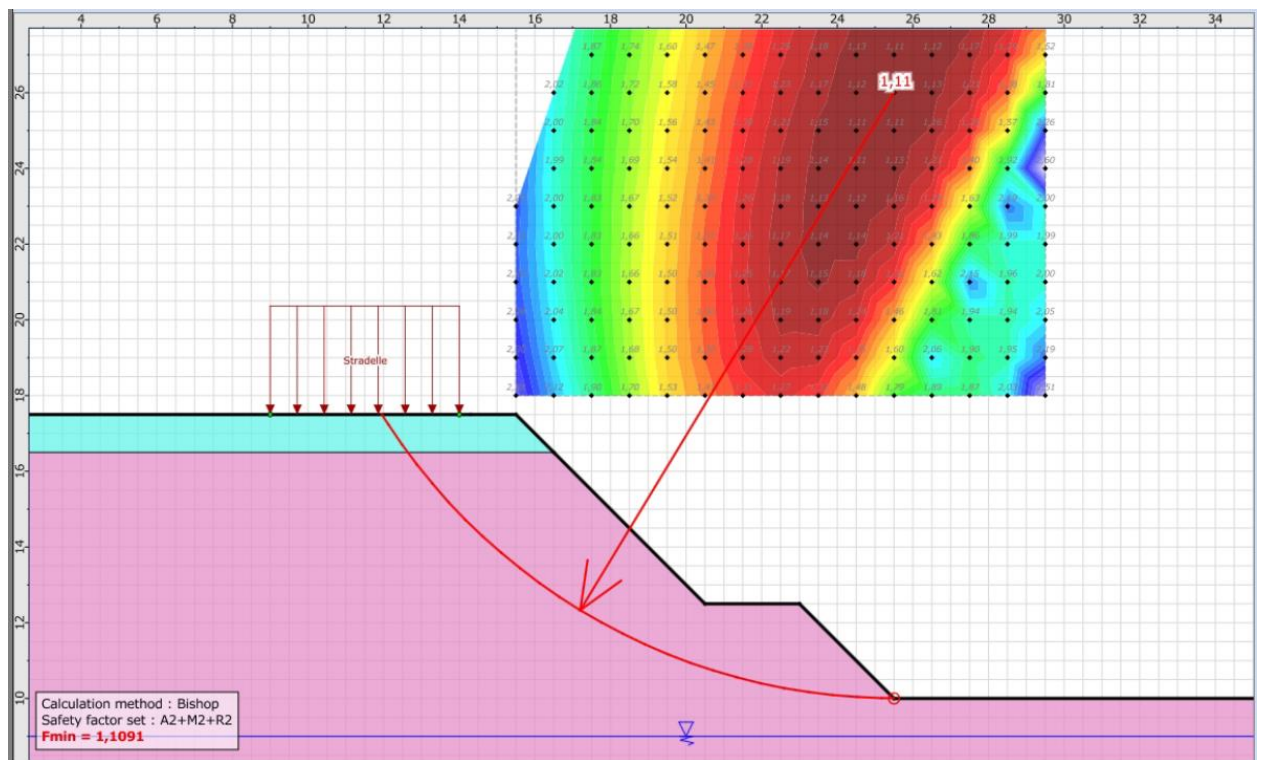


APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <b>salini impregilo</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>ASTALDI</b> </div> <div style="text-align: center;">             Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A.         </div> <div style="text-align: center;">   <b>S.I.F.E.L.</b> </div> </div>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <b>TECH</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>PROJECT</b>  <small>Ingegneria Integrata</small> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Lombardi</b>  <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti</small> </div> <div style="text-align: center;">   <b>SETECO</b>  <small>Ingegneria S.r.l.</small> </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">1.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN.20.00.006</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">13 di 17</td> </tr> </tbody> </table>		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	13 di 17								

## 6 RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ

### 6.1 Sezione tipo A

La figura seguente rappresenta graficamente il risultato dell'analisi di stabilità in condizioni statiche, in termini di valore minimo calcolato del fattore di sicurezza e della superficie di scorrimento corrispondente.

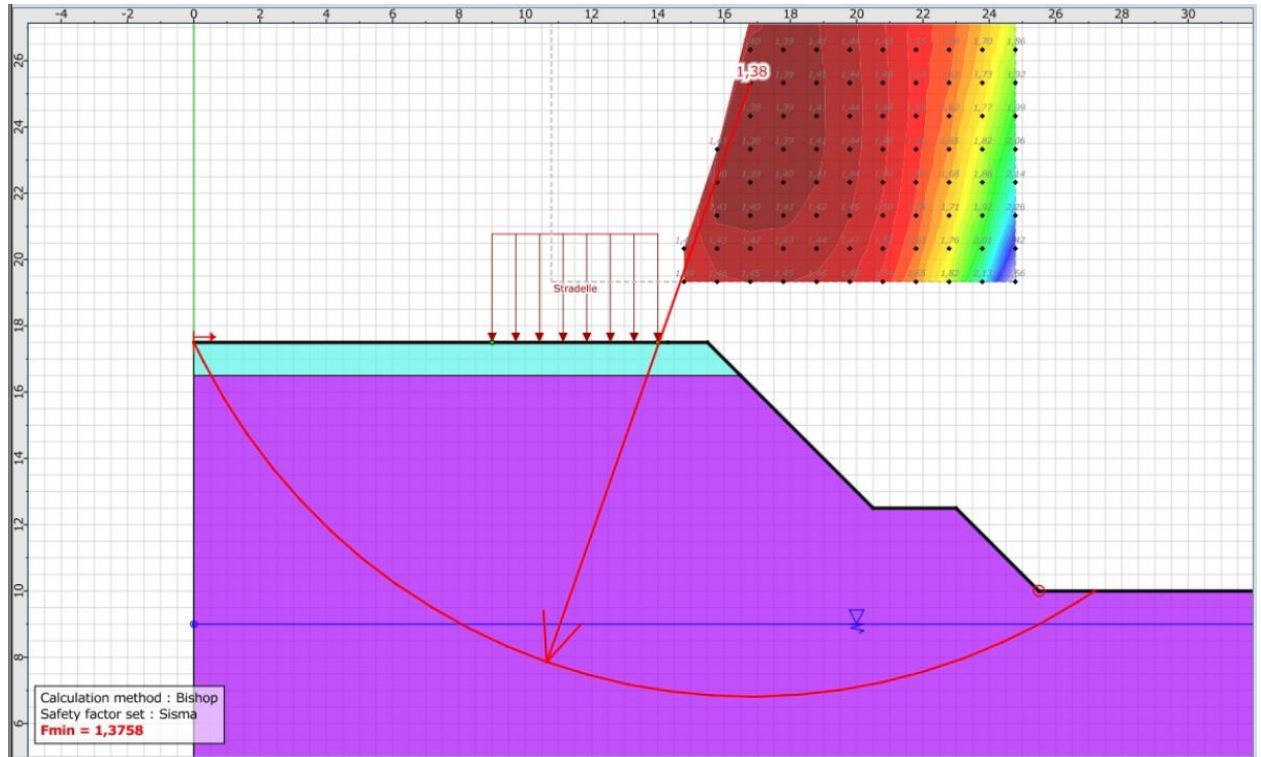


**Figura 6-1. Condizioni statiche: FS minimo calcolato e superficie di scorrimento corrispondente**

La verifica è dunque soddisfatta.

Analogamente a quanto visto per le condizioni statiche, la sottostante **Figura 6-2** riporta il valore minimo del fattore di sicurezza globale calcolato in condizioni sismiche, e la corrispondente superficie di scorrimento.

APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">1.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN.20.00.006</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">14 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	14 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	14 di 17								



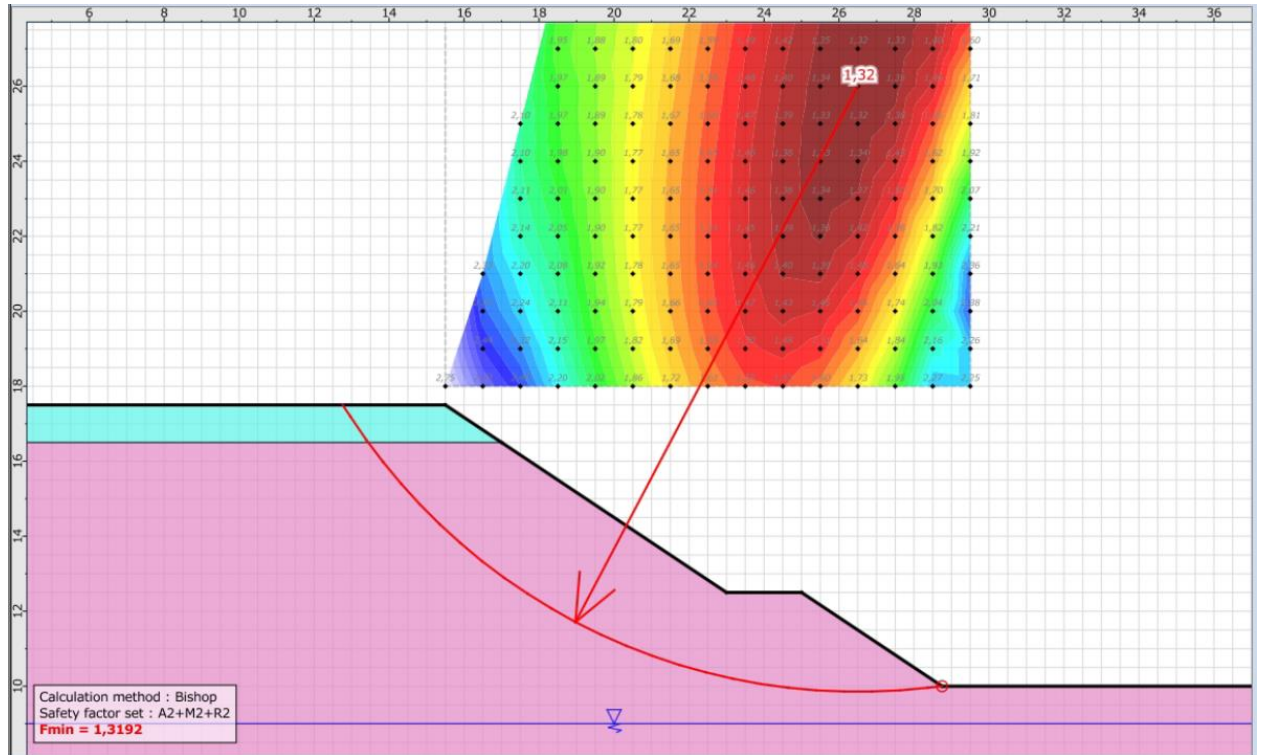
**Figura 6-2. Condizioni sismiche: FS minimo calcolato e superficie di scorrimento corrispondente**

La verifica è dunque soddisfatta anche in condizioni sismiche.

## 6.2 Sezione tipo B

La figura seguente rappresenta graficamente il risultato dell'analisi di stabilità in condizioni statiche, in termini di valore minimo calcolato del fattore di sicurezza e della superficie di scorrimento corrispondente.

APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b>												
APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">1.0.V.ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">IN.20.00.006</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">15 di 17</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	15 di 17
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.20.00.006	B	15 di 17								

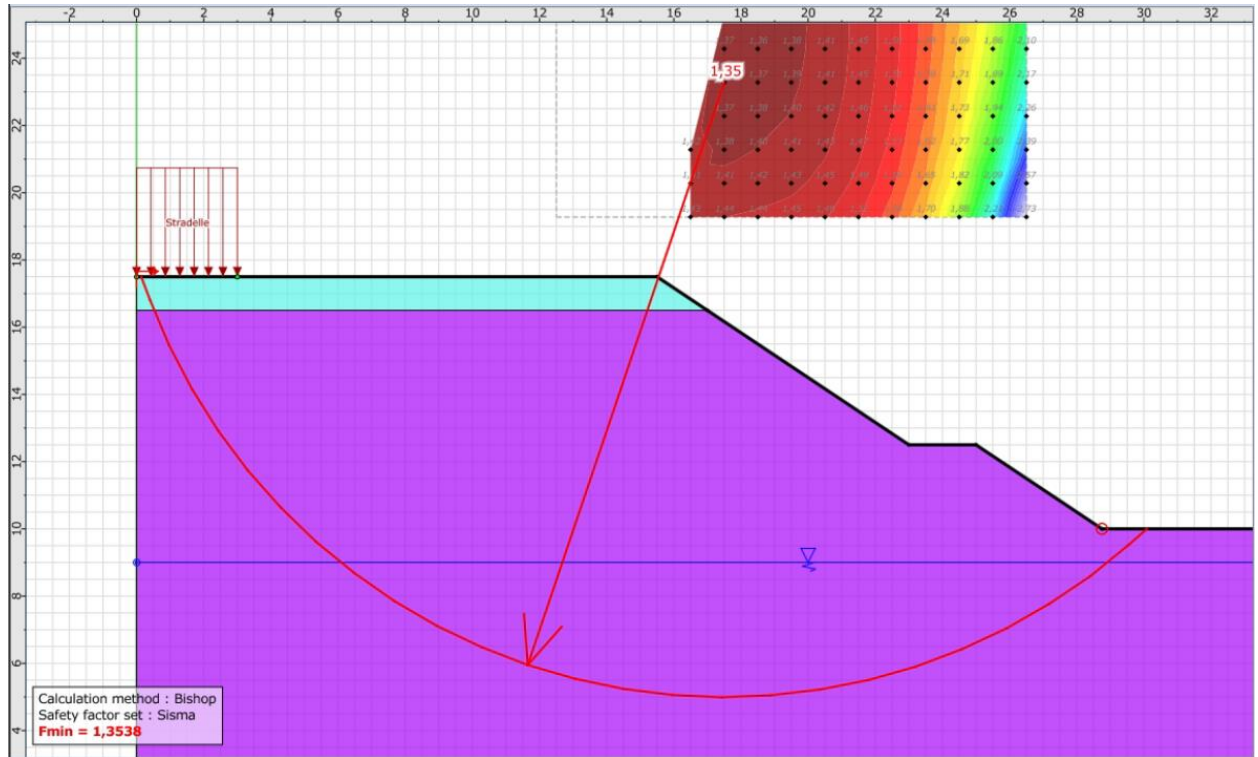


**Figura 6-3. Condizioni statiche: FS minimo calcolato e superficie di scorrimento corrispondente**

La verifica è dunque soddisfatta.

Analogamente a quanto visto per le condizioni statiche, la sottostante **Figura 6-2** riporta il valore minimo del fattore di sicurezza globale calcolato in condizioni sismiche, e la corrispondente superficie di scorrimento.

APPALTATORE: Mandataria: <b>salini impregilo</b>	Mandante: <b>ASTALDI</b>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA          MESSINA - CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO          PALERMO – CATANIA          RADDOPPIO DELLA TRATTA          BICOCCA – CATENANUOVA</b>					
APPALTATORE: Mandataria: <b>TECH</b>	Mandante: <b>Lombardi</b>						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b>		PROGETTO <b>RS39</b>	LOTTO <b>1.0.V.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IN.20.00.006</b>	REV. <b>B</b>	PAGINA <b>16 di 17</b>



**Figura 6-4. Condizioni sismiche: FS minimo calcolato e superficie di scorrimento corrispondente**

La verifica è dunque soddisfatta anche in condizioni sismiche.

<p>APPALTATORE: Mandatario: <b>salini impregilo</b></p> <p>Mandante: <b>ASTALDI</b>  </p>	<p align="center"><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</b></p>												
<p>APPALTATORE: Mandatario: <b>TECH PROJECT</b> <small>Ingegneria Integrata ®</small></p> <p>Mandante: <b>Lombardi</b> <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti</small> </p>													
<p>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>RELAZIONE DI CALCOLO BACINO DI LAMINAZIONE</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center"><b>RS39</b></td> <td align="center"><b>1.0.V.ZZ</b></td> <td align="center"><b>CL</b></td> <td align="center"><b>IN.20.00.006</b></td> <td align="center"><b>B</b></td> <td align="center"><b>17 di 17</b></td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	<b>RS39</b>	<b>1.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN.20.00.006</b>	<b>B</b>	<b>17 di 17</b>
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
<b>RS39</b>	<b>1.0.V.ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IN.20.00.006</b>	<b>B</b>	<b>17 di 17</b>								

## 7 ALLEGATI

# Project data

Project reference : Diga Tripode

Calculation title : Stabilità scarpate

Location : N/A

Comments : N/A

Units : kN, kPa, kN/m3

yw : 10.0

## Soil layers

	Name	Colour	$\gamma$	$\phi$	c	$\Delta c$	qs nails	pl	KsB	Anisotropy	Favorable	Specific safety factors
1	Strato Superficiale		20,0	38,00	0,0	0,0	-	-	-	No	No	No
2	bbc		19,0	24,00	10,0	0,0	-	-	-	No	No	No
3	bbc u		19,0	0,00	50,0	0,0	-	-	-	No	No	No

## Soil layers (cont.)

	Name	Colour	$\Gamma\gamma$	$\Gamma c$	$\Gamma \tan(\phi)$	Cohesion type	Curve
1	Strato Superficiale		-	-	-	Effective	Linear
2	bbc		-	-	-	Effective	Linear
3	bbc u		-	-	-	Undrained	Linear

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	0,000	2	0,000	17,500	4	15,500	17,500	5	23,000	12,500	6	40,000	10,000	7	40,000	0,000
8	17,000	16,500	9	0,000	16,500	10	0,000	9,000	11	40,000	9,000	12	25,000	12,500	13	28,750	10,000

## Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
7	7	1	8	4	8	9	5	8	11	2	9	12	9	8	13	1	10	14	9	10
15	6	11	16	7	11	17	10	11	18	5	12	19	12	13	20	13	6	21	2	4

## Distributed loads

	Name	X left	Y left	q left	X right	Y right	q right	Ang/horizontal
1	Stradelle	0,000	17,500	20,0	3,000	17,500	20,0	90,00





# Data of the stage 1

Stage name : Analisi Statica

Determination of the slope boundary : automatic

## Segments for the stage

	Point 1	Point 2	Underlying layer		Point 1	Point 2	Underlying layer		Point 1	Point 2	Underlying layer
7	7	1	-	8	4	8	Strato Superficiale	9	5	8	bbc
11	2	9	Strato Superficiale	12	9	8	bbc	13	1	10	bbc
14	9	10	bbc	15	6	11	bbc	16	7	11	bbc
18	5	12	bbc	19	12	13	bbc	20	13	6	bbc
21	2	4	Strato Superficiale								

## List of activated elements

Distributed loads : Stradelle

Hydraulic conditions : Phreatic level

## Phreatic line

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	9,000	0,00	2	40,000	9,000	0,00									



# Data of the situation 1

Stage name : Analisi Statica

Situation name : Statica (A2+M2)

Calculation method : Bishop

Safety factor set for this situation : A2+M2+R2

## Details of the safety factor set

Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,100	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma'_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,strip}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,nail}$	1,000	$\Gamma_{a,anchor}$	1,000	$\Gamma_{a,strip}$	1,000	$\Gamma_{strut}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type of failure surface : Manual circular

Origin of the manual grid of centres : X= 15,500; Y= 18,000

Distance between 2 centres : X= 1,000; Y= 1,000

Angle of the grid with respect to : the horizontal axis= 0,00; the vertical axis= 0,00

Number of centres in X / in Y direction : in X= 15; in Y= 20

Increment for circle radius : 0,100

Number of increments for circle radius : 10

Min abscissa of the circle emergence point : 0,000

Search type : Imposed passage point

Imposed passage point : X= 28,750; Y= 10,000

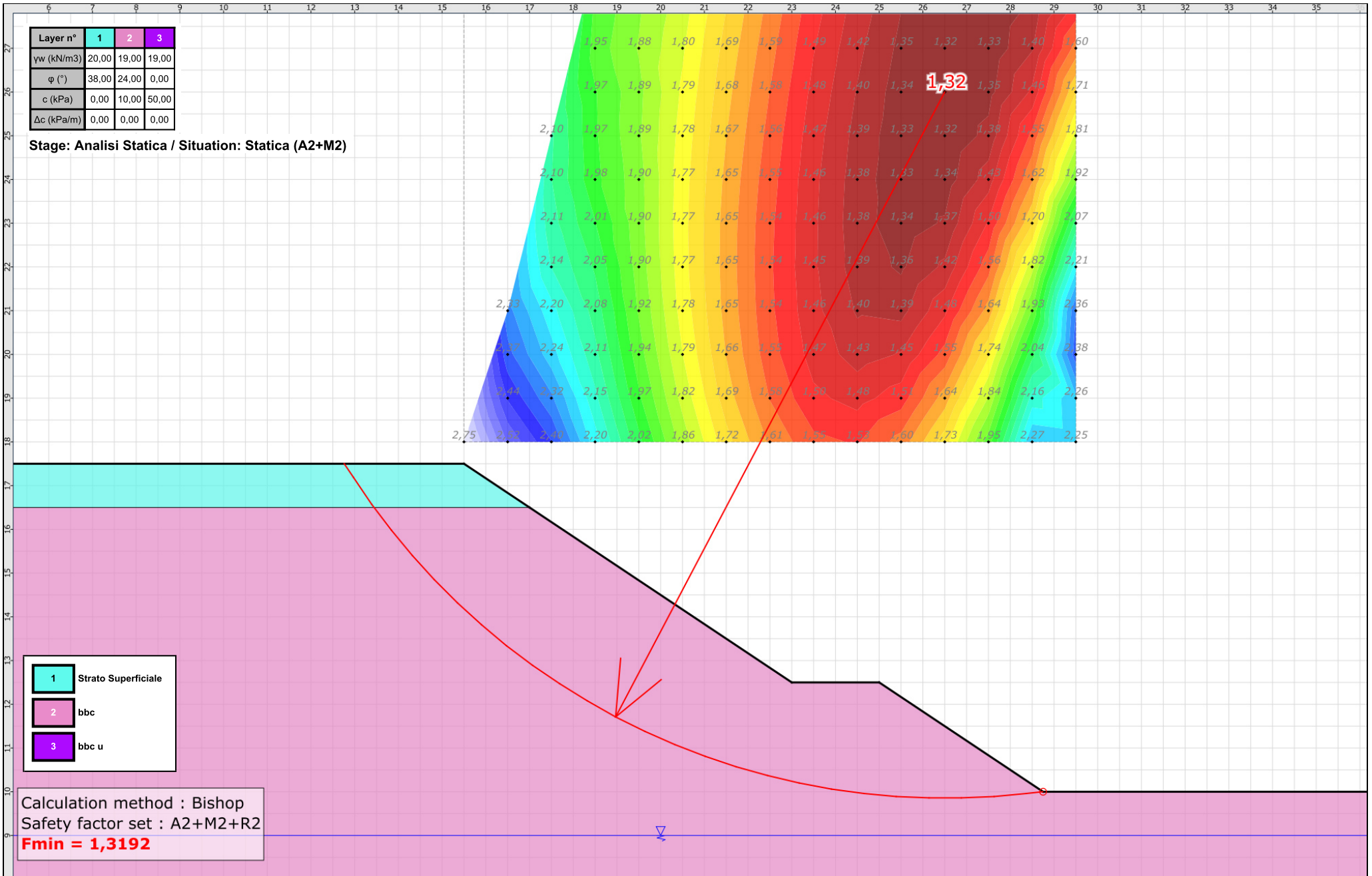
Number of slices : 25

Seismic properties : No

## Results

Minimum safety factor : 1,3192

Coordinates of the critical centre and radius of the critical circle : N°= 1166; X0= 26,50; Y0= 26,00; R= 16,15



# Data of the stage 2

Stage name : sismica

Determination of the slope boundary : automatic

## Segments for the stage

	Point 1	Point 2	Underlaying layer		Point 1	Point 2	Underlaying layer		Point 1	Point 2	Underlaying layer
7	7	1	-	8	4	8	Strato Superficiale	9	5	8	bbc u
11	2	9	Strato Superficiale	12	9	8	bbc u	13	1	10	bbc u
14	9	10	bbc u	15	6	11	bbc u	16	7	11	bbc u
18	5	12	bbc u	19	12	13	bbc u	20	13	6	bbc u
21	2	4	Strato Superficiale								

## List of activated elements

Distributed loads : Stradelle

Hydraulic conditions : Phreatic level

## Phreatic line

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	9,000	0,00	2	40,000	9,000	0,00						

# Data of the situation 1

Stage name : sismica

Situation name : Sisma Pos

Calculation method : Bishop

Safety factor set for this situation : Sisma

## Details of the safety factor set

Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,200	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma'_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	0,200	$\Gamma_{qsl,nail,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,strip}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,nail}$	1,000	$\Gamma_{a,anchor}$	1,000	$\Gamma_{a,strip}$	1,000	$\Gamma_{strut}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type of failure surface : Manual circular

Origin of the manual grid of centres : X= 12,500; Y= 19,276

Distance between 2 centres : X= 1,000; Y= 1,000

Angle of the grid with respect to : the horizontal axis= 0,00; the vertical axis= 0,00

Number of centres in X / in Y direction : in X= 15; in Y= 20

Increment for circle radius : 0,100

Number of increments for circle radius : 10

Min abscissa of the circle emergence point : 0,000

Search type : Imposed passage point

Imposed passage point : X= 28,750; Y= 10,000

Number of slices : 25

Seismic properties : Yes

ah/g coefficient (horizontal acceleration) : 0,150

av/g coefficient (vertical acceleration) : 0,075

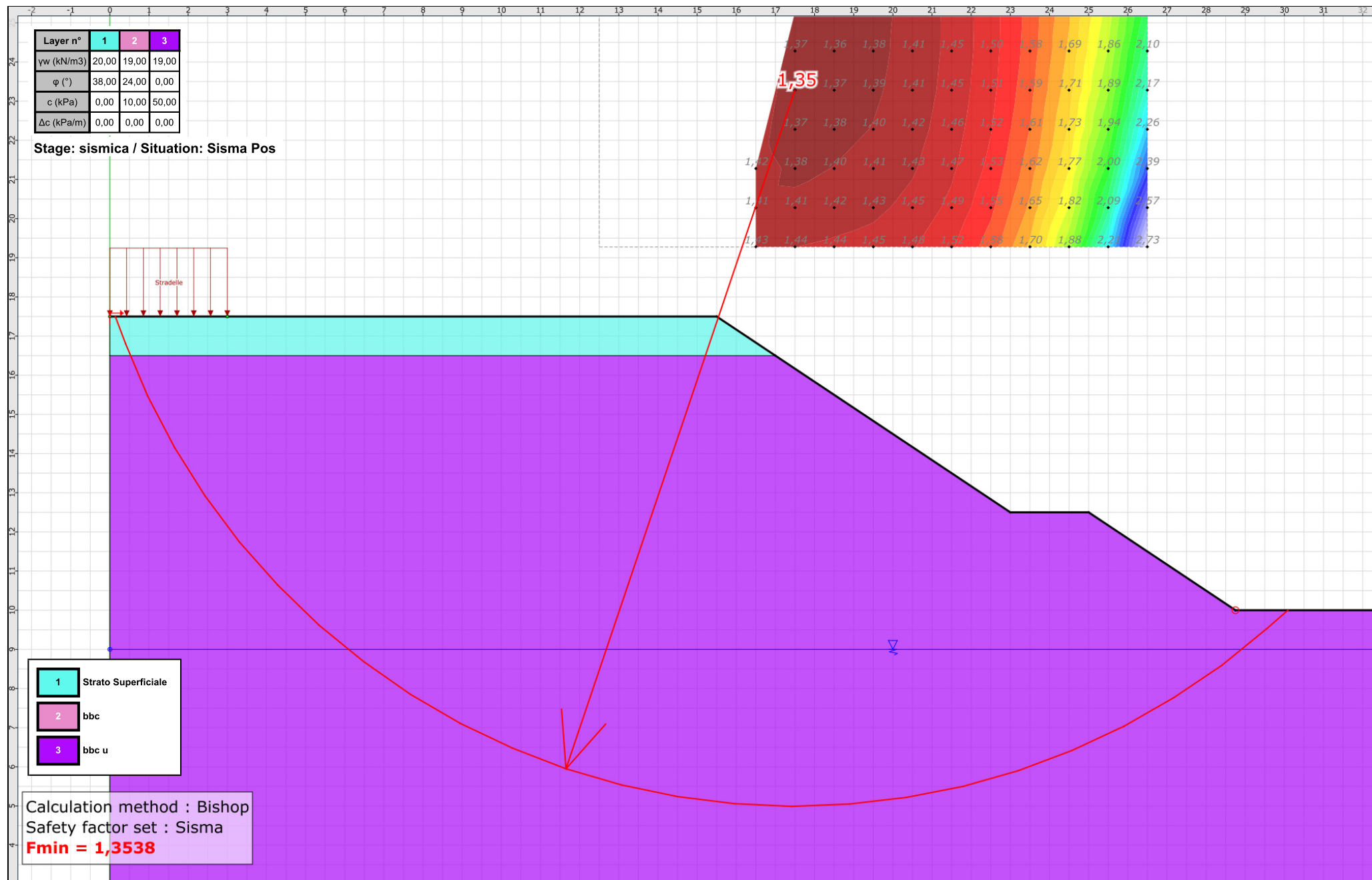
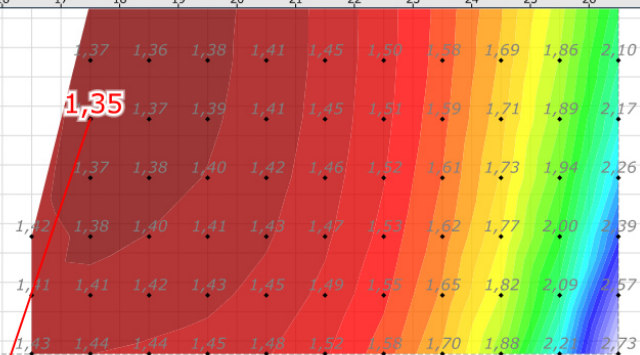
## Results

Minimum safety factor : 1,3538

Coordinates of the critical centre and radius of the critical circle : N°= 455; X0= 17,50; Y0= 23,28; R= 18,30

Layer n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m3)	20,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	38,00	24,00	0,00
c (kPa)	0,00	10,00	50,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Stage: sismica / Situation: Sisma Pos



1	Strato Superficiale
2	bbc
3	bbc u

Calculation method : Bishop  
 Safety factor set : Sisma  
**Fmin = 1,3538**



Talren v5  
v5.2.10

Printed on : 3-lug-2023 23.33.25  
 Calculation made by : LOMBARDI INGEGNERIA SRL

Project : Stabilità scarpate

# Data of the situation 2

Stage name : sismica

Situation name : Sisma Neg

Calculation method : Bishop

Safety factor set for this situation : Sisma

## Details of the safety factor set

Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,200	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma'_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	0,200	$\Gamma_{qsl,nail,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,strip}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,nail}$	1,000	$\Gamma_{a,anchor}$	1,000	$\Gamma_{a,strip}$	1,000	$\Gamma_{strut}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type of failure surface : Manual circular

Origin of the manual grid of centres : X= 15,500; Y= 17,500

Distance between 2 centres : X= 1,000; Y= 1,000

Angle of the grid with respect to : the horizontal axis= 0,00; the vertical axis= 0,00

Number of centres in X / in Y direction : in X= 15; in Y= 20

Increment for circle radius : 0,100

Number of increments for circle radius : 10

Min abscissa of the circle emergence point : 0,000

Search type : Imposed passage point

Imposed passage point : X= 28,750; Y= 10,000

Number of slices : 25

Seismic properties : Yes

ah/g coefficient (horizontal acceleration) : 0,150

av/g coefficient (vertical acceleration) : -0,075

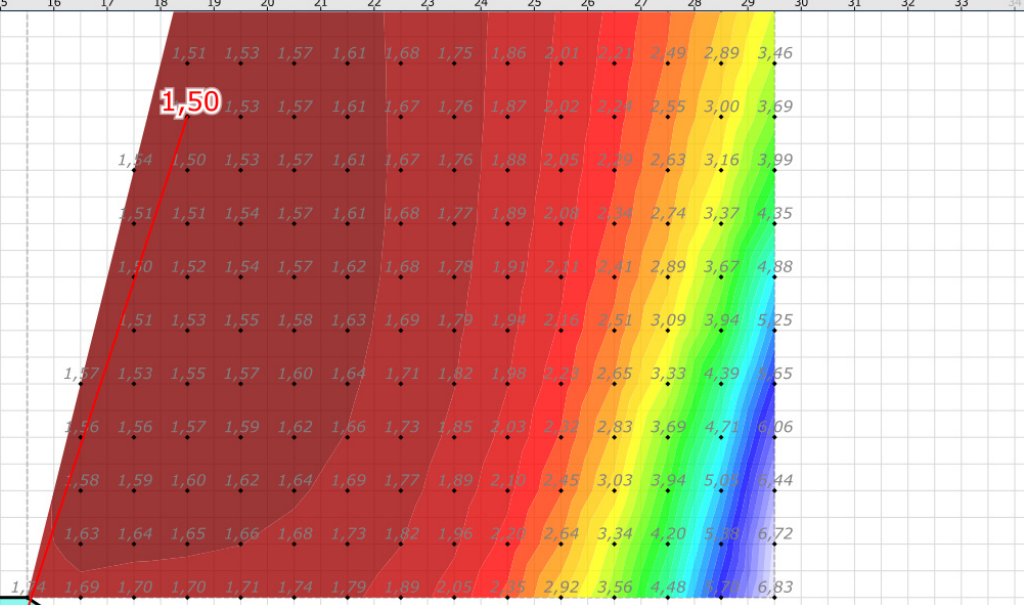
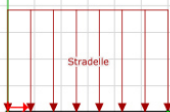
## Results

Minimum safety factor : 1,4965

Coordinates of the critical centre and radius of the critical circle : N°= 1229; X0= 18,50; Y0= 26,50; R= 20,32

Layer n°	1	2	3
γw (kN/m3)	20,00	19,00	19,00
φ (°)	38,00	24,00	0,00
c (kPa)	0,00	10,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Stage: sismica / Situation: Sisma Neg



1	Strato Superficiale
2	bbc
3	bbc u

Calculation method : Bishop  
 Safety factor set : Sisma  
**Fmin = 1,4965**

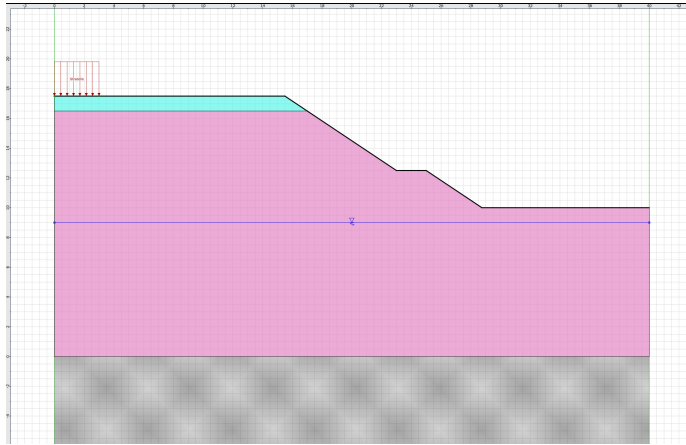


Talren v5  
v5.2.10

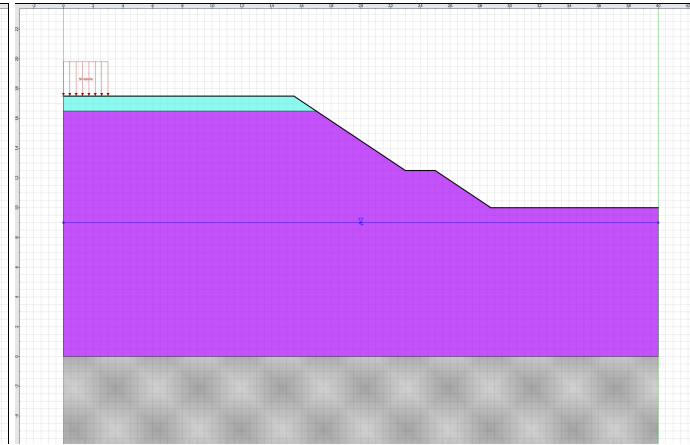
Printed on : 3-lug-2023 23.33.26  
 Calculation made by : LOMBARDI INGEGNERIA SRL

Project : Stabilità scarpate

# Stages sketch



Stage 1: Analisi Statica



Stage 2: sismica



# Project data

Project reference : Diga Tripode

Calculation title : Stabilità scarpate

Location : N/A

Comments : N/A

Units : kN, kPa, kN/m3

yw : 10.0

## Soil layers

	Name	Colour	$\gamma$	$\phi$	c	$\Delta c$	qs nails	pl	KsB	Anisotropy	Favorable	Specific safety factors
1	Strato Superficiale		20,0	38,00	0,0	0,0	-	-	-	No	No	No
2	bbc		19,0	24,00	10,0	0,0	-	-	-	No	No	No
3	bbc u		19,0	0,00	50,0	0,0	-	-	-	No	No	No

## Soil layers (cont.)

	Name	Colour	$\Gamma\gamma$	$\Gamma c$	$\Gamma \tan(\phi)$	Cohesion type	Curve
1	Strato Superficiale		-	-	-	Effective	Linear
2	bbc		-	-	-	Effective	Linear
3	bbc u		-	-	-	Undrained	Linear

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	0,000	2	0,000	17,500	3	14,300	17,500	4	15,500	17,500	5	20,500	12,500	6	40,000	10,000
7	40,000	0,000	8	16,500	16,500	9	0,000	16,500	10	0,000	9,000	11	40,000	9,000	12	23,000	12,500
13	25,500	10,000															

## Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	2	3	3	3	4	7	7	1	8	4	8	9	5	8	11	2	9	12	9	8
13	1	10	14	9	10	15	6	11	16	7	11	17	10	11	18	5	12	19	12	13
20	13	6																		

## Distributed loads

	Name	X left	Y left	q left	X right	Y right	q right	Ang/horizontal
1	Stradelle	9,000	17,500	10,0	14,000	17,500	10,0	90,00



# Data of the stage 1

Stage name : Analisi Statica

Determination of the slope boundary : automatic

## Segments for the stage

	Point 1	Point 2	Underlying layer		Point 1	Point 2	Underlying layer		Point 1	Point 2	Underlying layer
2	2	3	Strato Superficiale	3	3	4	Strato Superficiale	7	7	1	-
8	4	8	Strato Superficiale	9	5	8	bbc	11	2	9	Strato Superficiale
12	9	8	bbc	13	1	10	bbc	14	9	10	bbc
15	6	11	bbc	16	7	11	bbc	18	5	12	bbc
19	12	13	bbc	20	13	6	bbc				

## List of activated elements

Distributed loads : Stradelle

Hydraulic conditions : Phreatic level

## Phreatic line

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	9,000	0,00	2	40,000	9,000	0,00									

# Data of the situation 1

Stage name : Analisi Statica

Situation name : Statica (A2+M2)

Calculation method : Bishop

Safety factor set for this situation : A2+M2+R2

## Details of the safety factor set

Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,100	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,strip}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,nail}$	1,000	$\Gamma_{a,anchor}$	1,000	$\Gamma_{a,strip}$	1,000	$\Gamma_{strut}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type of failure surface : Manual circular

Origin of the manual grid of centres : X= 15,500; Y= 18,000

Distance between 2 centres : X= 1,000; Y= 1,000

Angle of the grid with respect to : the horizontal axis= 0,00; the vertical axis= 0,00

Number of centres in X / in Y direction : in X= 15; in Y= 15

Increment for circle radius : 0,100

Number of increments for circle radius : 10

Min abscissa of the circle emergence point : 0,000

Search type : Imposed passage point

Imposed passage point : X= 25,500; Y= 10,000

Number of slices : 25

Seismic properties : No

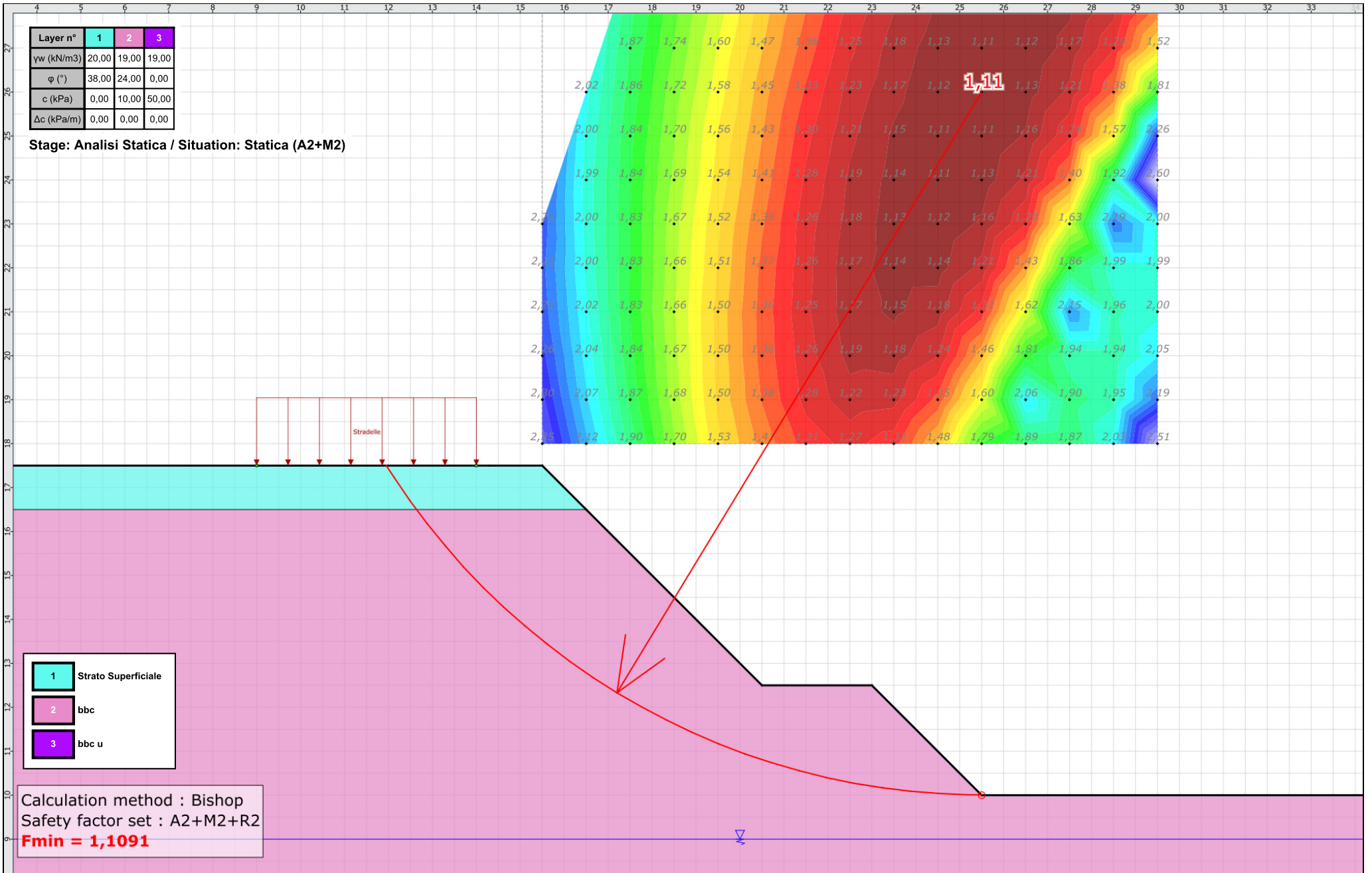
## Results

Minimum safety factor : 1,1091

Coordinates of the critical centre and radius of the critical circle : N°= 1255; X0= 25,50; Y0= 26,00; R= 15,99

Layer n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m3)	20,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	38,00	24,00	0,00
c (kPa)	0,00	10,00	50,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Stage: Analisi Statica / Situation: Statica (A2+M2)



1	Strato Superficiale
2	bbc
3	bbc u

Calculation method : Bishop  
 Safety factor set : A2+M2+R2  
**Fmin = 1,1091**



**Talren v5**  
v5.2.10

Printed on : 3-lug-2023 23.34.33  
 Calculation made by : LOMBARDI INGEGNERIA SRL

Project : Stabilità scarpate

# Data of the stage 2

Stage name : sismica

Determination of the slope boundary : automatic

## Segments for the stage

	Point 1	Point 2	Underlying layer		Point 1	Point 2	Underlying layer		Point 1	Point 2	Underlying layer
2	2	3	Strato Superficiale	3	3	4	Strato Superficiale	7	7	1	-
8	4	8	Strato Superficiale	9	5	8	bbc u	11	2	9	Strato Superficiale
12	9	8	bbc u	13	1	10	bbc u	14	9	10	bbc u
15	6	11	bbc u	16	7	11	bbc u	18	5	12	bbc u
19	12	13	bbc u	20	13	6	bbc u				

## List of activated elements

Distributed loads : Stradelle

Hydraulic conditions : Phreatic level

## Phreatic line

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	0,000	9,000	0,00	2	40,000	9,000	0,00						

# Data of the situation 1

Stage name : sismica

Situation name : Sisma Pos

Calculation method : Bishop

Safety factor set for this situation : Sisma

## Details of the safety factor set

Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,200	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma'_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	0,200	$\Gamma_{qsl,nail,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,strip}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,nail}$	1,000	$\Gamma_{a,anchor}$	1,000	$\Gamma_{a,strip}$	1,000	$\Gamma_{strut}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type of failure surface : Manual circular

Origin of the manual grid of centres : X= 10,791; Y= 19,330

Distance between 2 centres : X= 1,000; Y= 1,000

Angle of the grid with respect to : the horizontal axis= 0,00; the vertical axis= 0,00

Number of centres in X / in Y direction : in X= 15; in Y= 20

Increment for circle radius : 0,100

Number of increments for circle radius : 10

Min abscissa of the circle emergence point : 0,000

Search type : Imposed passage point

Imposed passage point : X= 25,500; Y= 10,000

Number of slices : 25

Seismic properties : Yes

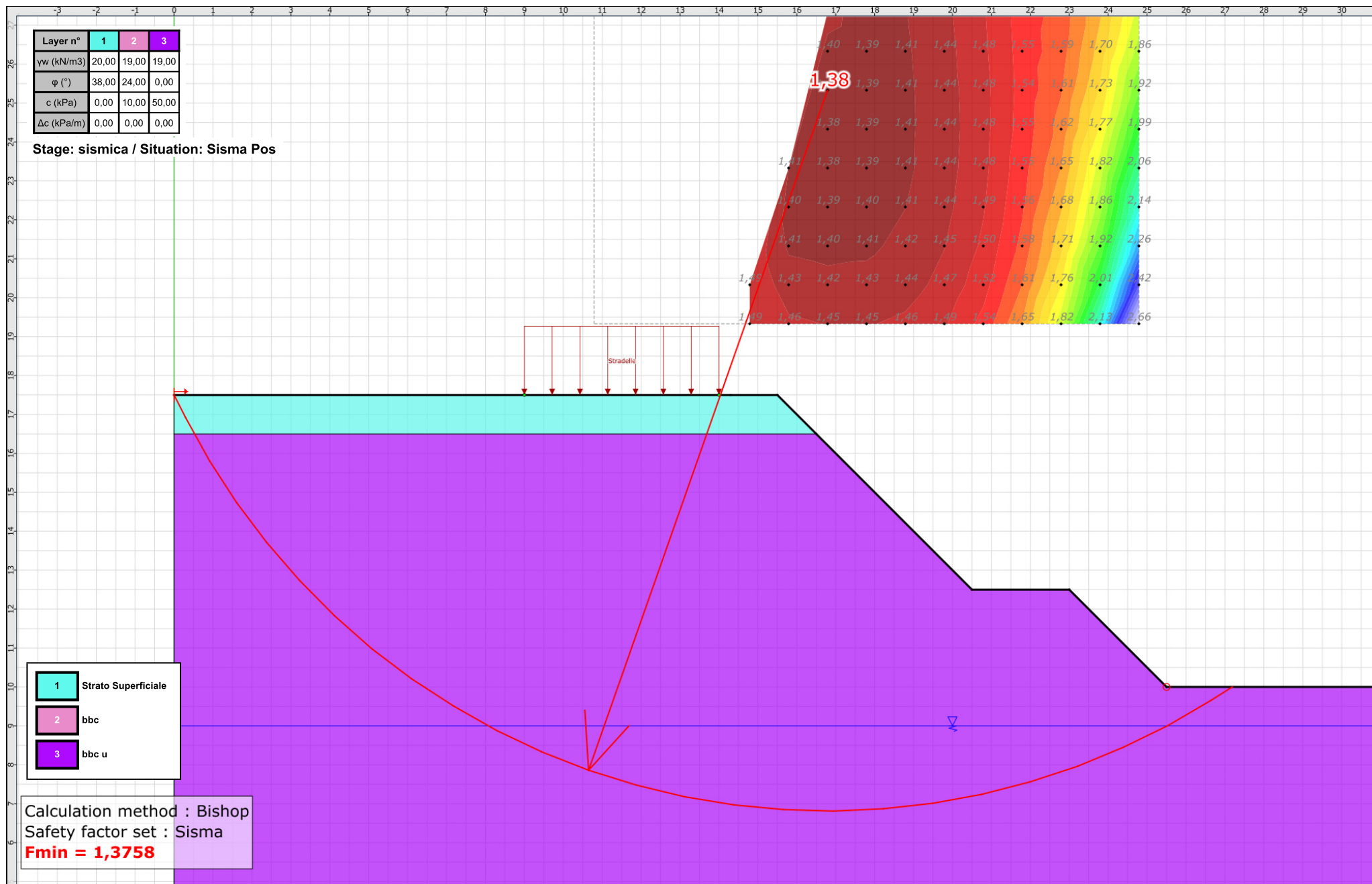
ah/g coefficient (horizontal acceleration) : 0,150

av/g coefficient (vertical acceleration) : 0,075

## Results

Minimum safety factor : 1,3758

Coordinates of the critical centre and radius of the critical circle : N°= 642; X0= 16,79; Y0= 25,33; R= 18,53



**Talren v5**  
v5.2.10

Printed on : 3-lug-2023 23.34.34  
 Calculation made by : LOMBARDI INGEGNERIA SRL

Project : Stabilità scarpate



# Data of the situation 2

Stage name : sismica

Situation name : Sisma Neg

Calculation method : Bishop

Safety factor set for this situation : Sisma

## Details of the safety factor set

Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient	Name	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,200	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma'_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	0,200	$\Gamma_{qsl,nail,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,nail,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,anchor,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,strip}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,nail}$	1,000	$\Gamma_{a,anchor}$	1,000	$\Gamma_{a,strip}$	1,000	$\Gamma_{strut}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type of failure surface : Manual circular

Origin of the manual grid of centres : X= 14,500; Y= 17,687

Distance between 2 centres : X= 1,000; Y= 1,000

Angle of the grid with respect to : the horizontal axis= 0,00; the vertical axis= 0,00

Number of centres in X / in Y direction : in X= 15; in Y= 20

Increment for circle radius : 0,100

Number of increments for circle radius : 10

Min abscissa of the circle emergence point : 0,000

Search type : Imposed passage point

Imposed passage point : X= 25,500; Y= 10,000

Number of slices : 25

Seismic properties : Yes

ah/g coefficient (horizontal acceleration) : 0,150

av/g coefficient (vertical acceleration) : -0,075

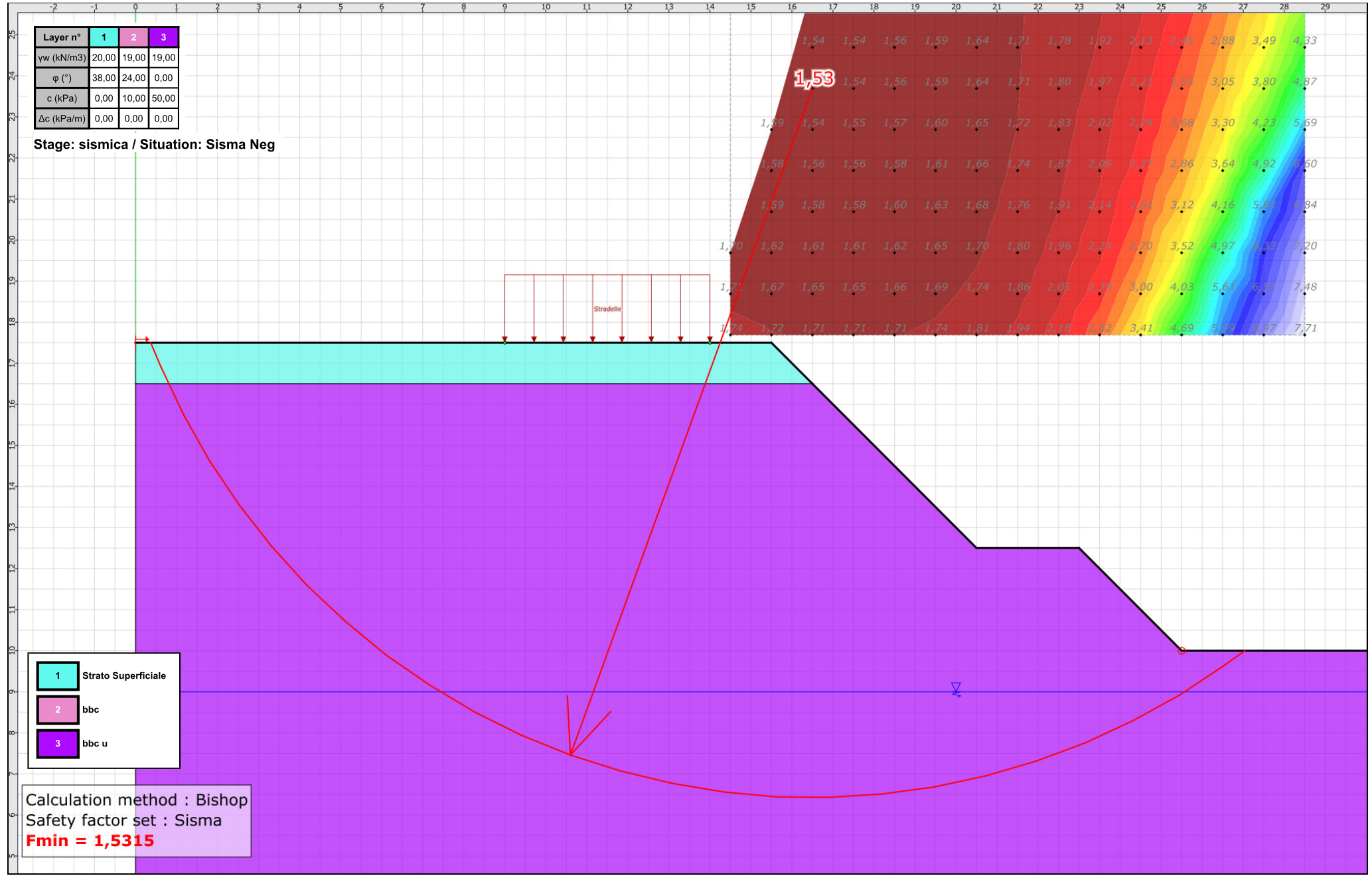
## Results

Minimum safety factor : 1,5315

Coordinates of the critical centre and radius of the critical circle : N°= 865; X0= 16,50; Y0= 23,69; R= 17,28

Layer n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m3)	20,00	19,00	19,00
$\varphi$ (°)	38,00	24,00	0,00
c (kPa)	0,00	10,00	50,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Stage: sismica / Situation: Sisma Neg



1	Strato Superficiale
2	bbc
3	bbc u

Calculation method : Bishop  
 Safety factor set : Sisma  
**Fmin = 1,5315**

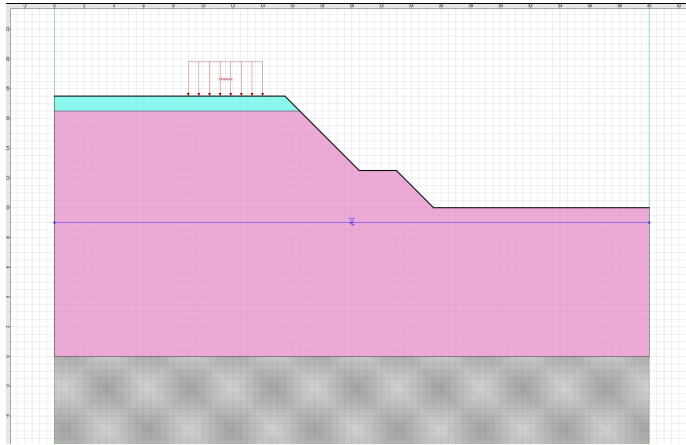


**Talren v5**  
v5.2.10

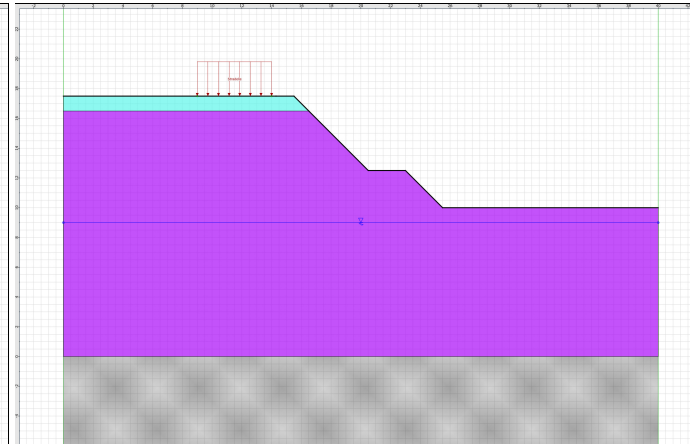
Printed on : 3-lug-2023 23.34.34  
 Calculation made by : LOMBARDI INGEGNERIA SRL

Project : Stabilità scarpate

# Stages sketch



Stage 1: Analisi Statica



Stage 2: sismica