

Dott. Geologo Massimo Mosconi

via M.Buonarroti 30, 47021 S.Piero in Bagno (FC)

tel. 347/0714357 E-mail mosconi.massimo@tiscali.it

P.Iva 03421960406

Comune di Sarsina
Provincia di Forlì-Cesena

Committente: *Eurocave s.n.c. dei fratelli DeLuca*
Paolo e Gabriele

***Progetto di coltivazione di una cava di arenaria tipo pietra
serena, orizzonte alberese, in località Scalello (ambito
estrattivo 25S - Scalello 2 - UMI 1 e UMI 2)
Comune di Sarsina (FC)***

Elaborato 2 - Verifiche di stabilità scavi

ANALISI DI STABILITA'

1) INTRODUZIONE

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

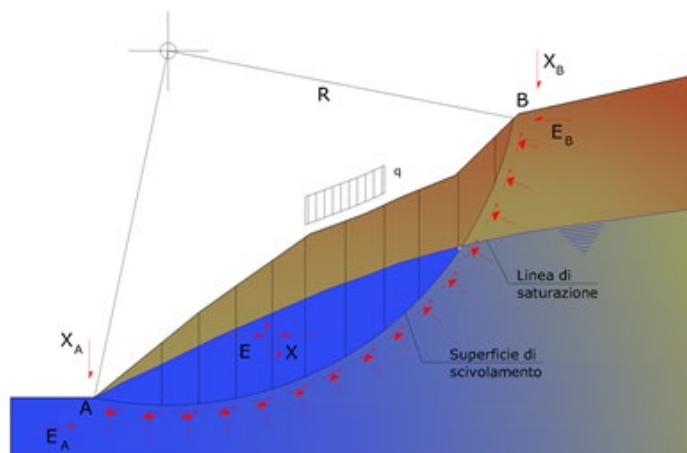
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

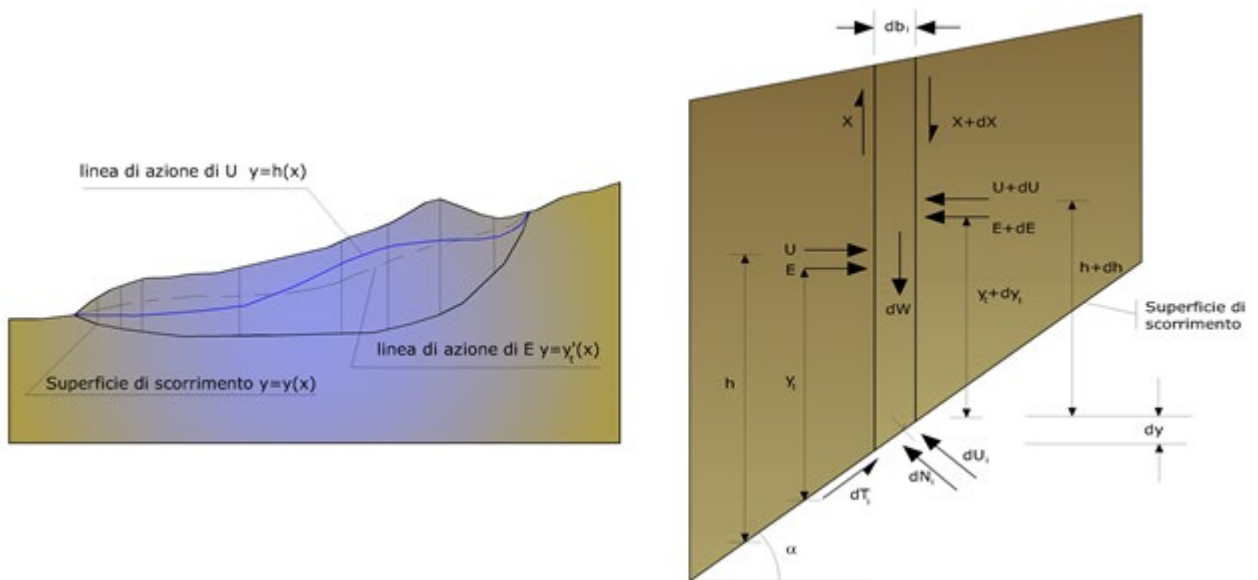
Metodo di Morgenstern e Price (1965)

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e $f(x)$, funzione della posizione di E e di X , definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione $f(x)$ è scelta arbitrariamente (costante, senoide, semisenoide, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E , X , il coefficiente di sicurezza F_s , il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU .

Si ottiene la cosiddetta “**equazione delle forze**”:

$$\begin{aligned} c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \\ = \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right) \end{aligned}$$



Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta “**equazione dei momenti**”, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

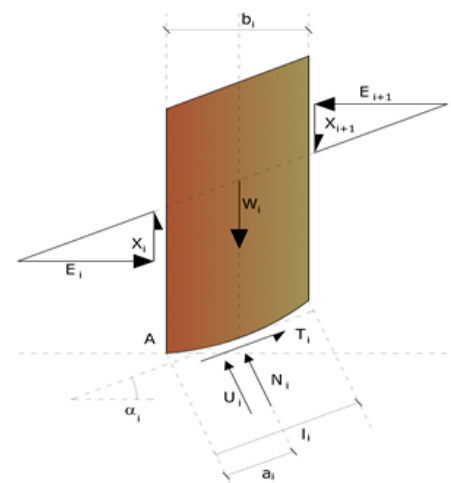
Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.



2) VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- **F_H** e **F_V** rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- **K_x** coefficiente sismico orizzontale;
- **K_y** coefficiente sismico verticale.

PARAMETRI SISMICI SITO IN ESAME

Sito in esame.

latitudine:43,867999

longitudine:12,091993

Classe:2

Vita nominale:50

Siti di riferimento

Sito 1ID: 19626Lat: 43,8759Lon: 12,0338Distanza: 4748,854

Sito 2ID: 19627Lat: 43,8767Lon: 12,1031Distanza: 1314,000

Sito 3ID: 19849Lat: 43,8267Lon: 12,1042Distanza: 4696,085

Sito 4ID: 19848Lat: 43,8259Lon: 12,0349Distanza: 6548,906

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30[anni]

ag: 0,068 g

Fo: 2,415

Tc*: 0,265[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50[anni]

ag: 0,086 g

Fo: 2,408

Tc*: 0,274[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475[anni]

ag: 0,202 g

Fo: 2,451

Tc*: 0,311[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975[anni]

ag: 0,254 g

Fo: 2,510

Tc*: 0,320[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,200

Kh: 0,016

Kv: 0,008

Amax: 0,796

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,200

Kh: 0,021

Kv: 0,010

Amax: 1,008

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,200

Kh: 0,073

Kv: 0,036

Amax: 2,379

Beta: 0,300

SLC:

Ss: 1,000

Cc: 1,000

St: 1,200

Kh: 0,091

Kv: 0,046

Amax: 2,988

Beta: 0,300

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine:43.867051

longitudine:12.091028

3) RELAZIONE DI CALCOLO

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Le verifiche di stabilità sono state eseguite lungo la sezione di scavo 7-7', orientata SO-NE al fine di valutare l'eventuale scorrimento traslativo del banco di alberese in tale direzione e la sezione 3-3', orientata NO-SE per valutare la stabilità della strada vicinale in corrispondenza delle scarpate di scavo SE e NO.

Nelle elaborazioni di calcolo si è tenuto conto del sovraccarico distribuito stimato pari cautelativamente a 0.2 Kg/cm^2 , indotto dal transito veicolare insistente nella strada vicinale.

I parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche sono quelli derivati dai dati di laboratorio.

A tale scopo sono stati presi in considerazione per lo strato basale al contatto arenaria-marna i parametri geotecnici residui derivanti da prove di laboratorio.

L'angolo di attrito interno pari a 13° , la coesione drenata pari rispettivamente a 0.1 e 0 Kg/cm^2 .

Le verifiche sono state eseguite in condizioni drenate ed in condizioni non drenate.

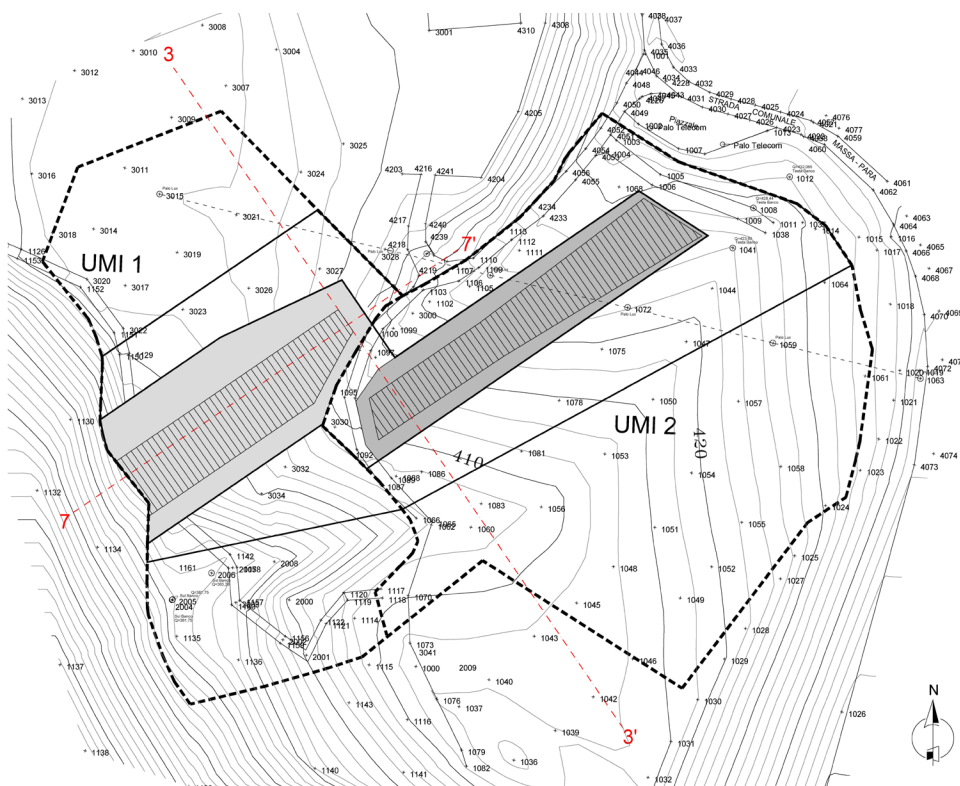
La stabilità del pendio è stata verificata in condizioni statiche ed in condizioni dinamiche.

Nel metodo di calcolo, in condizioni dinamiche, è stato considerato l'effetto dell'azione sismica verticale positiva e negativa.

Nelle verifiche la condizione limite valutata è quella di salvaguardia della vita (SLV), come espressamente richiesto nelle NTC 2018.

Il metodo di calcolo che si è utilizzato per l'analisi delle superfici planari definite della sezione 7-7' è stato quello di Morgenstern e Price.

Il metodo di calcolo che si è utilizzato per l'analisi delle superfici circolari della sezione 3-3' è stato quello di Bishop.



Ubicazione sezione verifica scavi

PARAMETRI INGRESSO VERIFICHE SEZIONE 7-7'

Analisi di stabilità dei pendii con : MORGENSTERN-PRICE (1965)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi Condizione drenata e non drenata	
Condizioni statiche e dinamiche	
Superficie di forma predefinita	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.073
Coefficiente azione sismica verticale	0.036

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	20.0
2	20.48	37.58
3	117.33	56.04
4	124.28	63.51
5	128.7	63.98
6	143.72	68.07
7	148.05	69.53
8	156.78	69.29
9	157.77	69.88
10	158.67	69.95
11	164.3	69.83

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	20.0
2	20.48	37.58
3	117.33	56.04
4	121.93	60.99
5	164.3	69.06

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	20.0
2	20.48	37.58
3	117.33	56.04
4	117.9	56.65
5	164.3	65.5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	20.0
2	20.48	37.58

SLOPE

3	117.33	56.04
4	164.3	64.99

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	117.61	56.46
2	150.04	62.47
3	156.13	69.37

Vertici superficie Nr...2

N	X m	y m
1	117.56	56.41
2	130.71	58.84
3	151.2	69.49

Vertici superficie Nr...3

N	X m	y m
1	117.41	56.18
2	129.31	64.52

Vertici superficie Nr...4

N	X m	y m
1	117.45	56.31
2	140.5	67.99

Vertici superficie Nr...5

N	X m	y m
1	117.39	56.34
2	153.51	70.48

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata	Angolo resistenza al	Peso unità di volume	Peso unità di volume saturo	Litologia	
--------	-----------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------------	-----------	--

SLOPE

		(kg/cm ²)	taglio (°)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)		
1	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	
2	2	8	38	2500	2700	Alberese	
3	0 0.1	3.4	13	2400	2600	Contatto arenaria marna	
4	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	148.05	69.53	156.78	69.29	0.2

PARAMETRI INGRESSO VERIFICHE SEZIONE 3-3' SETTORE SE

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi Condizione drenata e non drenata	
Condizioni statiche e dinamiche	
Superficie di forma predefinita	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-14.29 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	91.65 m
Ascissa vertice destro superiore xs	23.35 m
Ordinata vertice destro superiore ys	109.86 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.073
Coefficiente azione sismica verticale	0.036

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	68.87
2	13.93	71.39
3	13.93	75.47
4	20.61	84.67
5	23.61	84.99
6	26.47	83.6
7	30.84	83.84
8	31.61	83.63
9	36.48	75.48
10	54.84	78.81
11	54.84	78.81
12	62.31	77.74
13	90.78	75.22

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	68.87
2	13.93	71.39
3	13.93	75.47
4	20.61	84.67
5	23.61	84.99

SLOPE

6	26.47	83.6
7	30.84	83.84
8	31.61	83.63
9	36.48	75.48
10	54.84	78.81
11	62.31	77.74
12	90.78	74.25

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	68.87
2	13.93	71.39
3	13.93	75.47
4	34.28	79.16
5	36.48	75.48
6	54.84	78.81
7	62.31	77.74
8	90.78	74.25

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	68.87
2	13.93	71.39
3	13.93	71.9
4	36.21	75.94
5	36.48	75.48
6	54.84	78.81
7	62.31	77.74
8	90.78	74.25

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	68.87
2	54.84	78.81
3	62.31	77.74
4	90.78	74.25

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.3
Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1.25
Coesione efficace 1.25
Coesione non drenata 1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso unità di volume saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.08	0.8	24	1800	2000	Depositi	

SLOPE

						eluvio colluviali	
2	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	
3	2	8	38	2500	2700	Alberese	
4	0	3.4	13	2400	2600	Contatto arenaria marna	
5	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	26.47	83.6	30.83	83.83945	0.2

PARAMETRI INGRESSO VERIFICHE SEZIONE 3-3' SETTORE NO

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi Condizione drenata e non drenata	
Condizioni statiche e dinamiche	
Superficie di forma predefinita	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	34.16 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	92.37 m
Ascissa vertice destro superiore xs	69.6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	113.72 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.073
Coefficiente azione sismica verticale	0.036

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	75.22
2	28.47	77.74
3	35.94	78.81
4	35.94	78.81
5	54.3	75.48
6	59.17	83.63
7	59.94	83.84
8	64.31	83.6
9	67.17	84.99
10	70.17	84.67
11	76.85	75.47
12	76.85	71.39
13	90.78	68.87

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	74.25
2	28.47	77.74
3	35.94	78.81
4	54.3	75.48

SLOPE

5	59.17	83.63
6	59.94	83.84
7	64.31	83.6
8	67.17	84.99
9	70.17	84.67
10	76.85	75.47
11	76.85	71.39
12	90.78	68.87

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	74.25
2	28.47	77.74
3	35.94	78.81
4	54.3	75.48
5	56.5	79.16
6	76.85	75.47
7	76.85	71.39
8	90.78	68.87

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	74.25
2	28.47	77.74
3	35.94	78.81
4	54.3	75.48
5	54.57	75.94
6	76.85	71.9
7	76.85	71.39
8	90.78	68.87

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	74.25
2	28.47	77.74
3	35.94	78.81
4	90.78	68.87

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso unità di volume saturo (Kg/m ³)	Litologia	
--------	-----------------------------------	--	-----------------------------------	---	--	-----------	--

SLOPE

			(°)				
1	0.08	0.8	24	1800	2000	Depositi eluvio colluviali	
2	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	
3	2	8	38	2500	2700	Alberese	
4	0	3.4	13	2400	2600	Contatto arenaria marna	
5	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	

Carichi distribuiti

N°	x _i (m)	y _i (m)	x _f (m)	y _f (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	64.31	83.6	59.95	83.83945	0.2

ELABORATI DI CALCOLO SEZIONE 7-7'

SUPERFICIE PREDEFINITA

METODO STATICO

A) *ANALISI DI STABILITA' IN CONDIZIONI DRENATE*

- **coesione strato contatto arenaria-marna = 0.1 Kg/cmq**

- coesione strato contatto arenaria-marna = 0 Kg/cmq

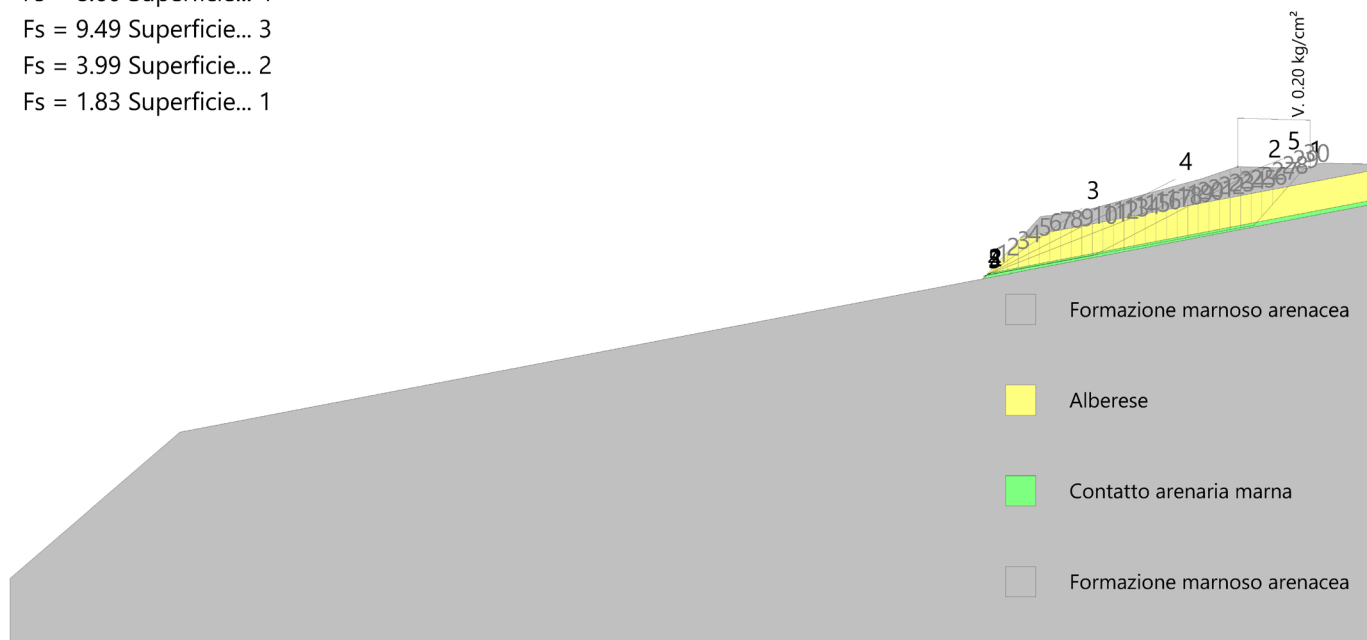
Fs = 7.98 Superficie... 5

Fs = 8.60 Superficie... 4

Fs = 9.49 Superficie... 3

Fs = 3.99 Superficie... 2

Fs = 1.83 Superficie... 1



B) ANALISI DI STABILITA' IN CONDIZIONI NON DRENATE

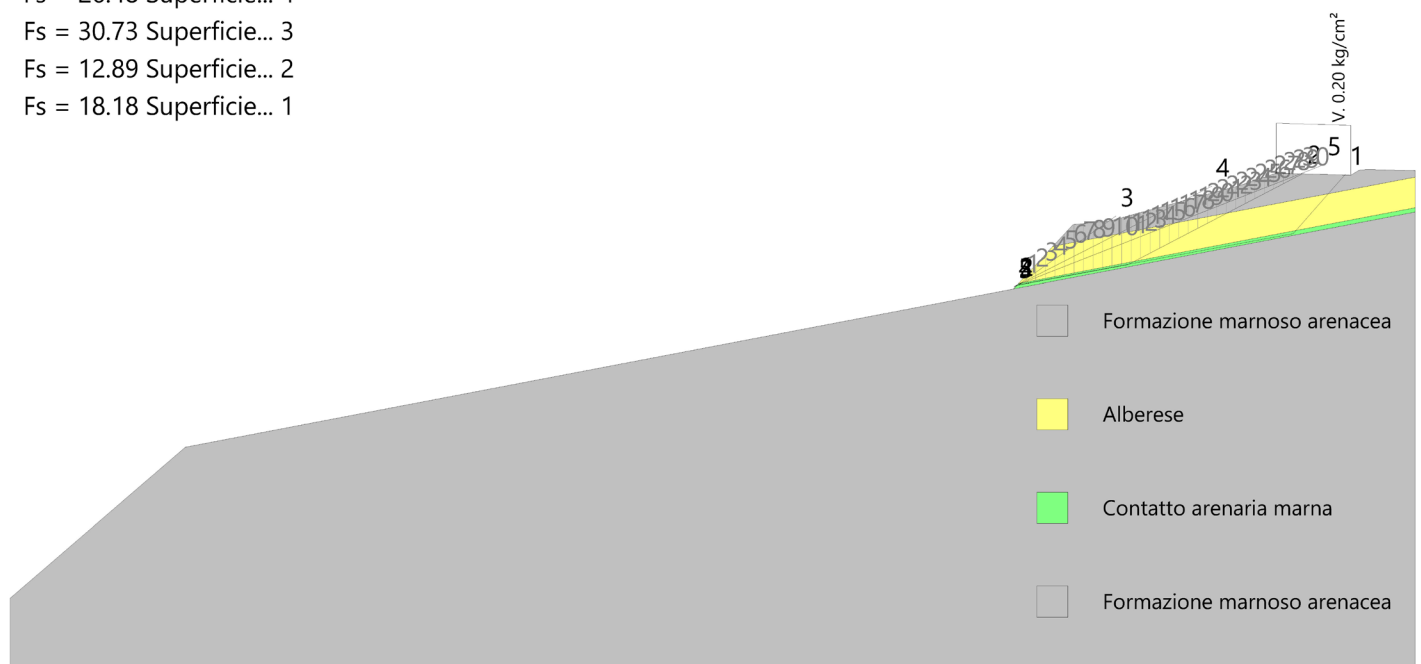
Fs = 23.30 Superficie... 5

Fs = 26.48 Superficie... 4

Fs = 30.73 Superficie... 3

Fs = 12.89 Superficie... 2

Fs = 18.18 Superficie... 1



METODO PSEUDOSTATICO

A) ANALISI DI STABILITA' IN CONDIZIONI DRENATE

- coesione strato contatto arenaria-marna = 0.1 Kg/cm²

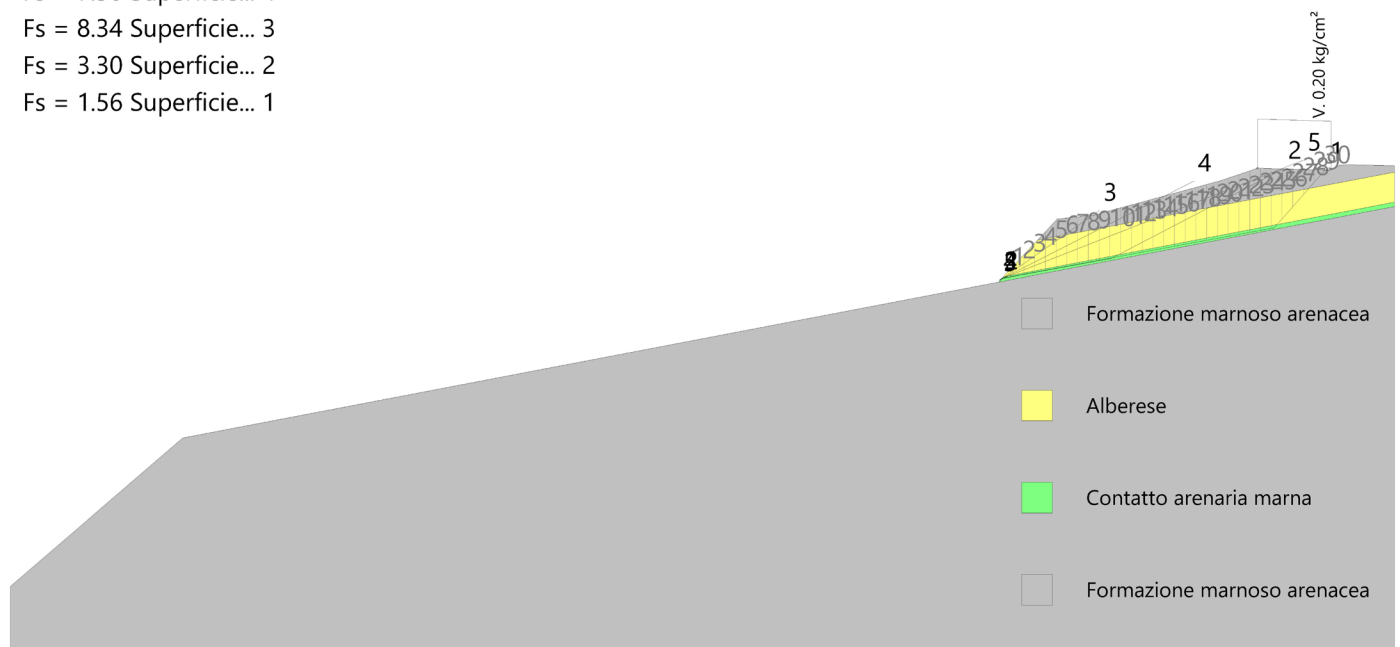
Fs = 6.55 Superficie... 5

Fs = 7.30 Superficie... 4

Fs = 8.34 Superficie... 3

Fs = 3.30 Superficie... 2

Fs = 1.56 Superficie... 1



Fs = 7.29 Superficie... 4

Fs = 8.31 Superficie... 3

Fs = 3.22 Superficie... 2

Fs = 1.41 Superficie... 1

The diagram is a geological cross-section of the Monte Pratomagno area. It shows a large, grey, marl-sandstone formation (Formazione marnoso arenacea) that slopes upwards from left to right. On the right side, a yellow layer (Alberese) is shown, which is a thin, lens-shaped deposit. This layer is bounded by a green line (Contatto arenaria marna) and is overlain by another grey layer (Formazione marnoso arenacea). The Alberese layer is divided into several numbered sections (1-12) and is further subdivided into smaller units (1-12). The contact between the Alberese and the underlying formation is marked by a green line. The top of the Alberese layer is marked by a green line. The bottom of the Alberese layer is marked by a green line. The top of the underlying formation is marked by a green line. The bottom of the underlying formation is marked by a green line.

Legend:

- Formazione marnoso arenacea
- Alberese
- Contatto arenaria marna
- Formazione marnoso arenacea



- **coesione strato contatto arenaria-marna = 0.1 Kg/cmq**

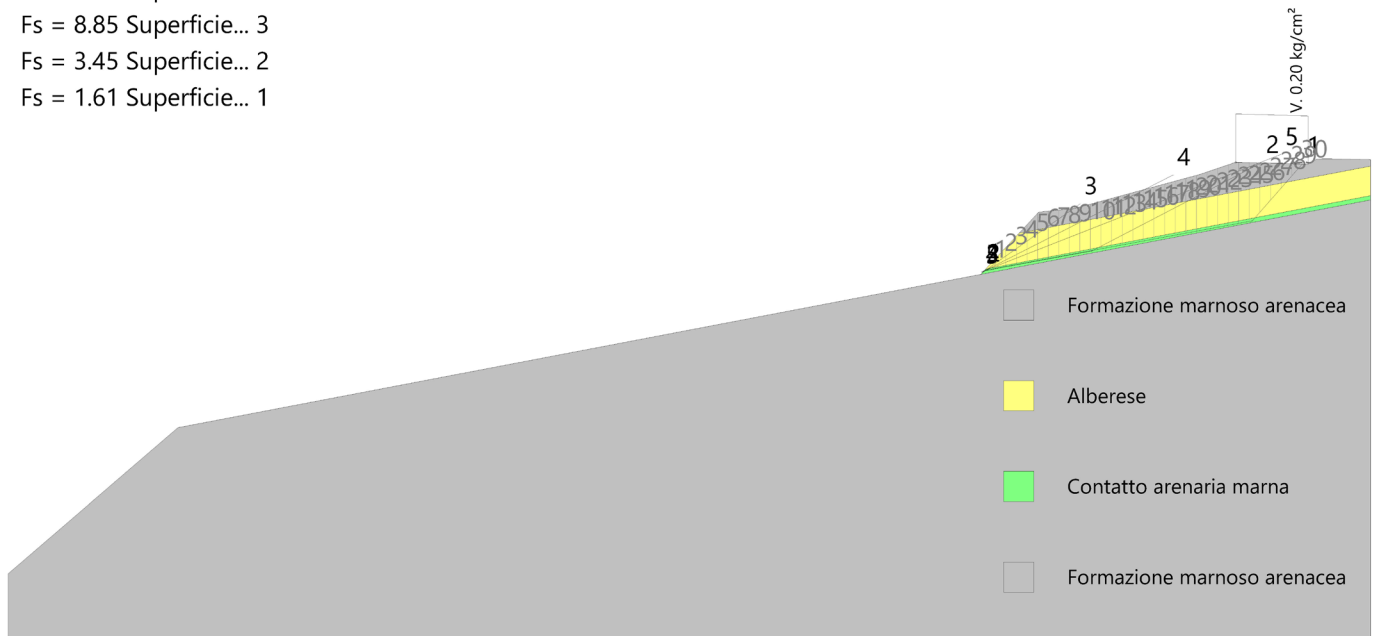
Fs = 6.87 Superficie... 5

Fs = 7.70 Superficie... 4

Fs = 8.85 Superficie... 3

Fs = 3.45 Superficie... 2

Fs = 1.61 Superficie... 1



- coesione strato contatto arenaria-marna = 0 Kg/cmq

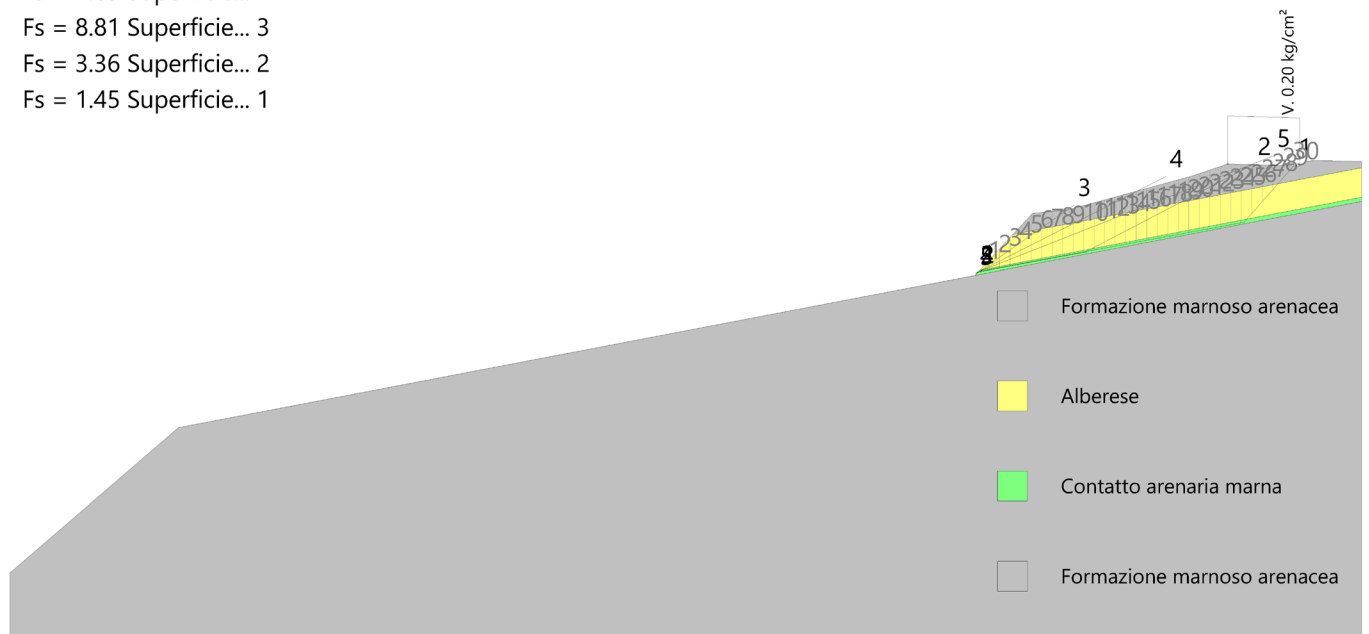
Fs = 6.85 Superficie... 5

Fs = 7.69 Superficie... 4

Fs = 8.81 Superficie... 3

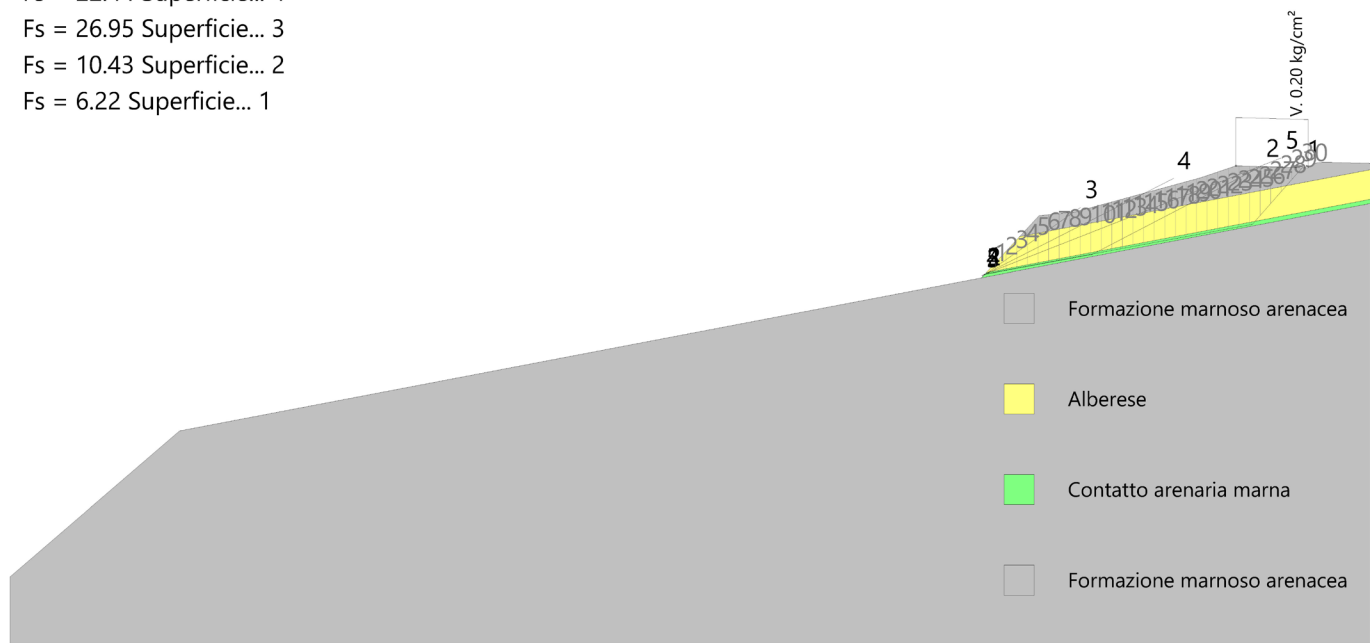
Fs = 3.36 Superficie... 2

Fs = 1.45 Superficie... 1

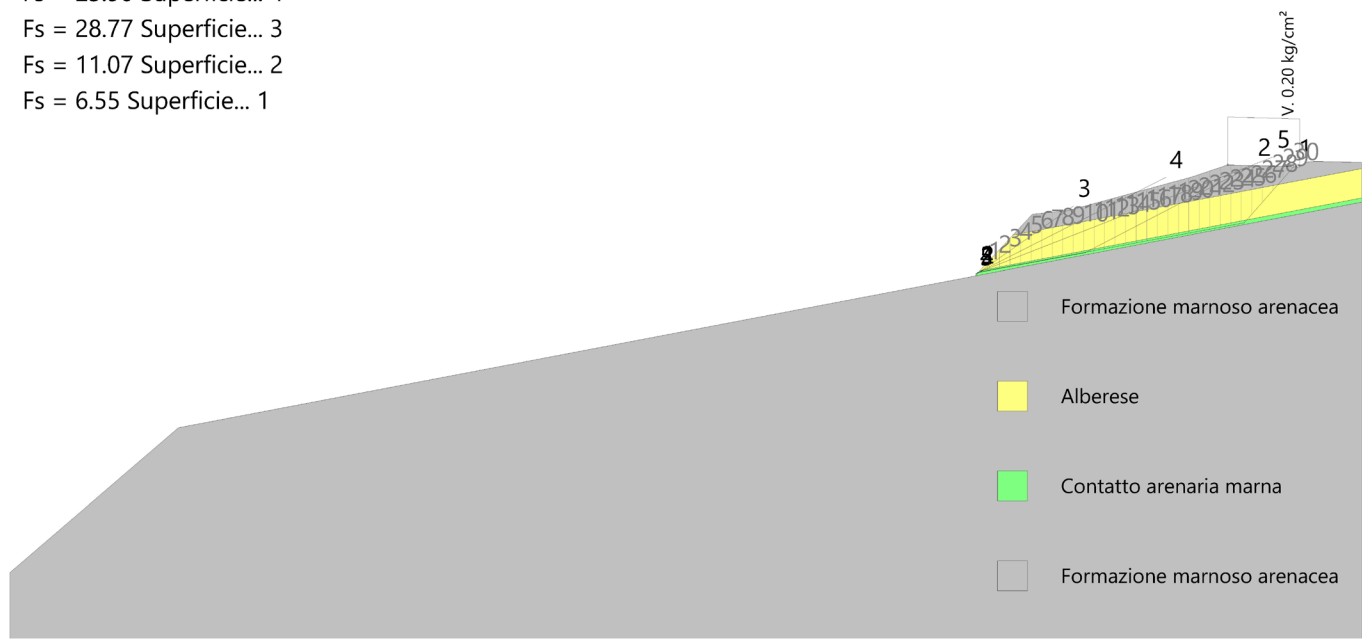


B)

Fs = 19.06 Superficie... 5
Fs = 22.44 Superficie... 4
Fs = 26.95 Superficie... 3
Fs = 10.43 Superficie... 2
Fs = 6.22 Superficie... 1



Fs = 20.25 Superficie... 5
Fs = 23.90 Superficie... 4
Fs = 28.77 Superficie... 3
Fs = 11.07 Superficie... 2
Fs = 6.55 Superficie... 1



ELABORATI DI CALCOLO SEZIONE 3-3' SETTORE SE

SUPERFICIE CIRCOLARE

- ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI DRENATE IN REGIME STATICO**

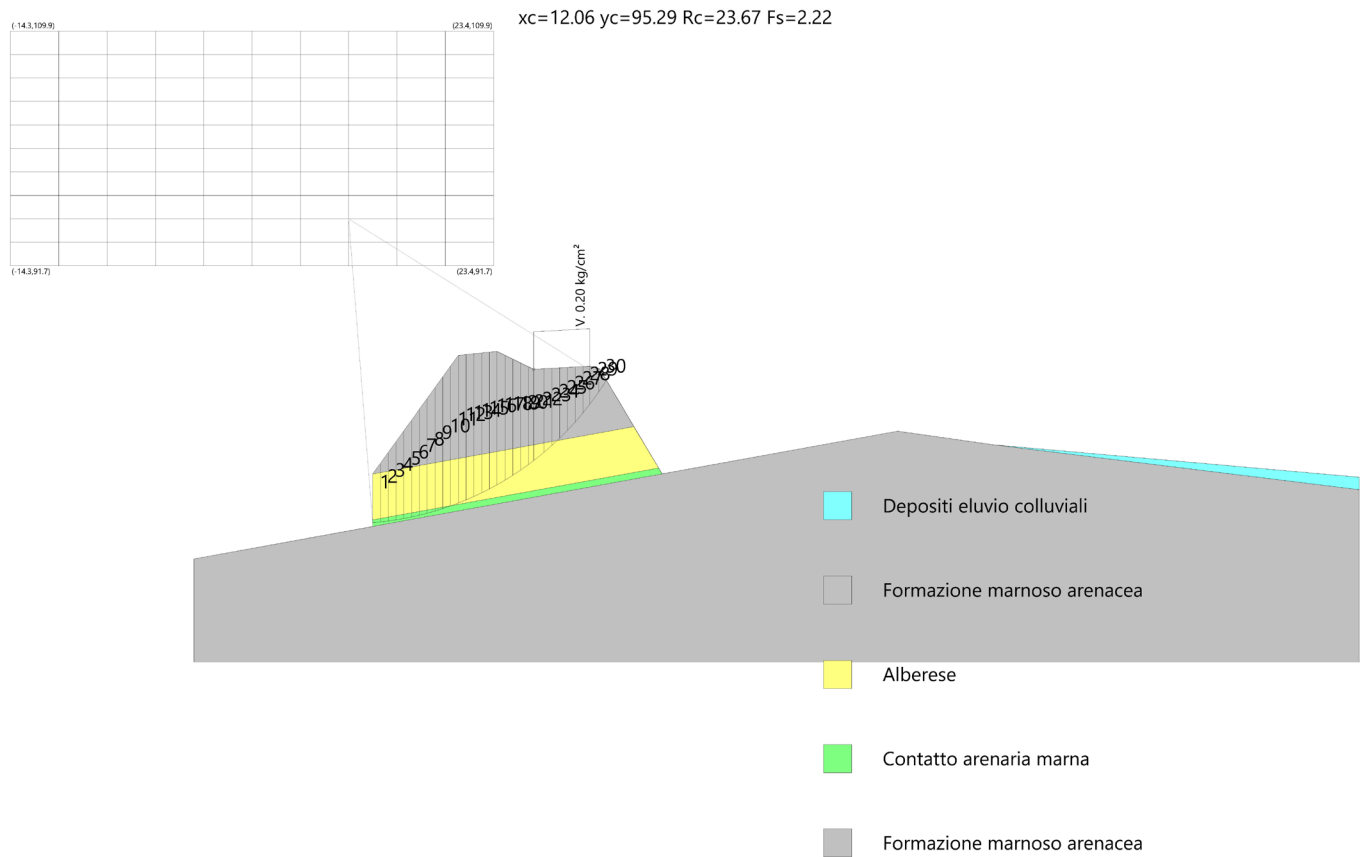


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

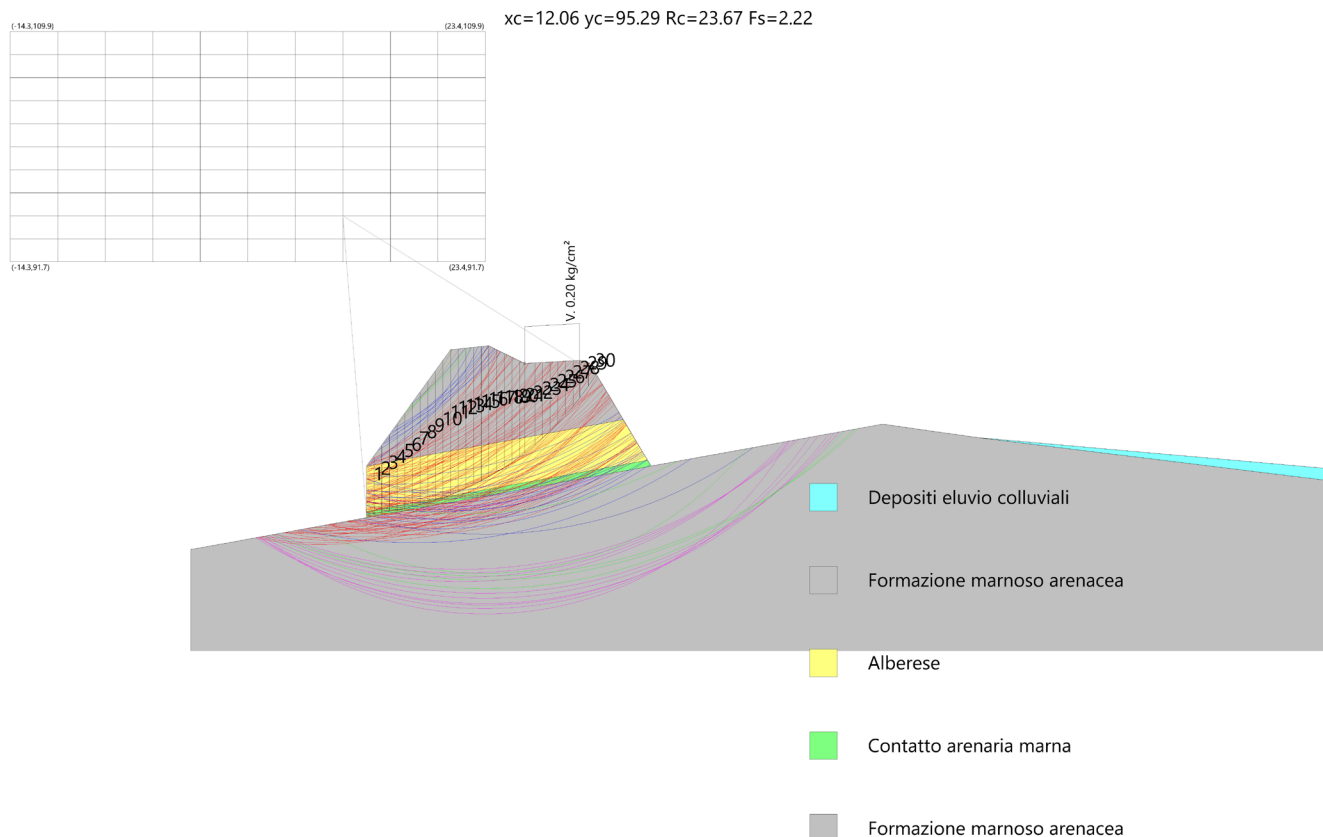


Figura rappresentante tutte le superfici di rottura calcolate.

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	2.22
Ascissa centro superficie	12.06 m
Ordinata centro superficie	95.29 m
Raggio superficie	23.67 m

xc = 12.062 yc = 95.293 Rc = 23.669 Fs=2.221

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.61	5.2	0.6	6190.16	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	6173.3	466.7
2	0.61	6.7	0.6	7322.98	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	7308.7	552.5
3	0.61	8.2	0.6	8432.67	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	8428.3	637.1
4	0.61	9.7	0.6	9518.99	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	9534.1	720.7
5	0.61	11.2	0.6	10581.67	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	10628.4	803.4
6	0.61	12.7	0.6	11620.35	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	11712.7	885.4
7	0.61	14.2	0.6	12634.63	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	12789.2	966.8
8	0.61	15.7	0.6	13624.04	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	13859.8	1047.7
9	0.61	17.3	0.6	14588.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	14926.5	1128.3
10	0.61	18.8	0.6	15526.03	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	15991.1	1208.8
11	0.61	20.4	0.6	16503.1	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	14633.2	7999.3
12	0.6	22.0	0.7	16679.74	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	14743.5	8038.0
13	0.61	23.5	0.7	16463.98	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	14458.7	8032.8

SLOPE

14	0.61	25.2	0.716148.38	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	14086.5	7993.2
15	0.61	26.8	0.715800.96	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	13685.6	7952.1
16	0.58	28.4	0.714641.39	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	12586.1	7505.8
17	0.64	30.1	0.715494.77	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	13160.2	8193.7
18	0.61	31.9	0.713741.06	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	11451.1	7606.8
19	0.61	33.6	0.712727.16	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	10351.6	7418.1
20	0.61	35.4	0.711672.41	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	9186.8	7223.1
21	0.4	36.9	0.5 7134.02	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	5409.8	4676.7
22	0.81	38.8	1.015407.09	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	11853.9	9845.3
23	0.61	41.0	0.810688.97	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	7843.4	7270.0
24	0.61	43.0	0.8 9916.43	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	6859.9	7184.4
25	0.61	45.0	0.9 9107.52	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	6900.1	5980.0
26	0.61	47.1	0.9 8239.41	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	5795.6	5862.2
27	0.61	49.3	0.9 7299.25	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	4529.8	5731.4
28	0.53	51.5	0.8 5470.15	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	2708.9	4835.3
29	0.69	53.9	1.2 3966.11	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	-844.0	5522.7
30	0.61	56.7	1.1 1427.91	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	-4065.6	4382.9

- ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI NON DRENATE IN REGIME STATICO***

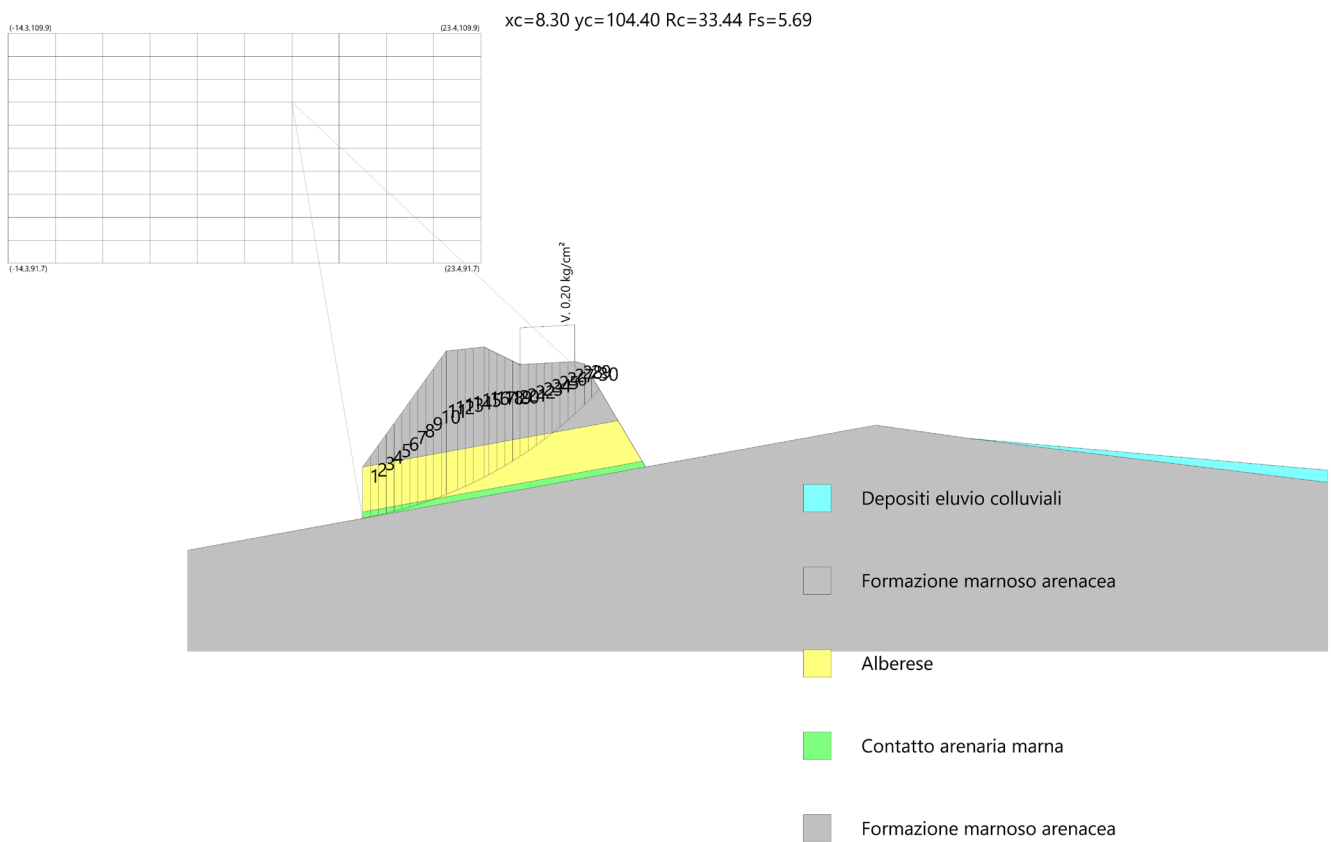


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

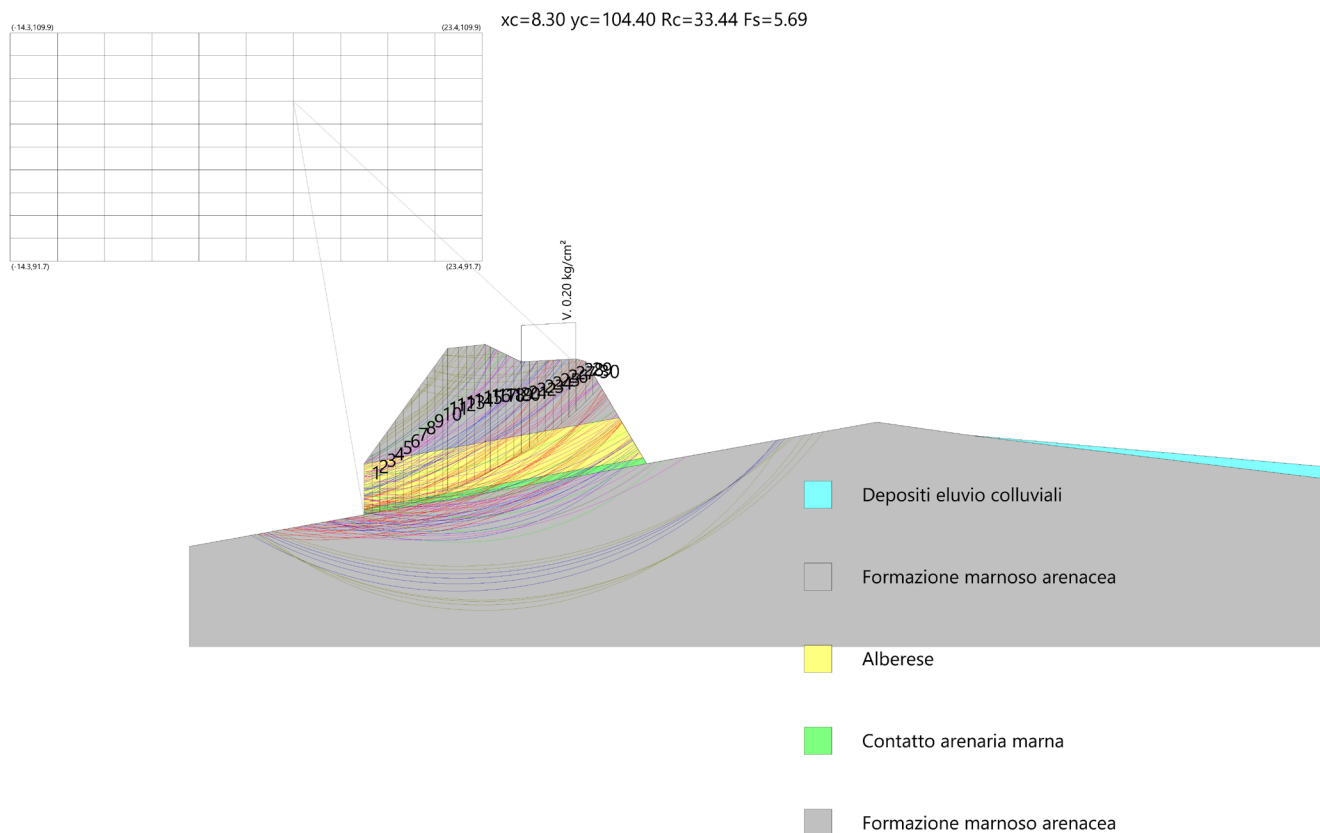


Figura rappresentante tutte le superfici di rottura calcolate.

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	5.69
Ascissa centro superficie	8.3 m
Ordinata centro superficie	104.4 m
Raggio superficie	33.44 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$xc = 8.297 \quad yc = 104.40 \quad Rc = 33.441 \quad Fs = 5.69$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.63	10.0	0.6	7330.81	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	7006.8	2478.2
2	0.63	11.3	0.6	8561.89	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	8233.1	2489.1
3	0.63	12.4	0.6	9772.44	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	9456.1	2499.2
4	0.63	13.6	0.6	10962.2	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	10671.1	2510.4
5	0.63	14.7	0.7	12130.96	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	11879.3	2522.6
6	0.63	15.8	0.7	13278.27	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	13081.6	2536.0
7	0.63	16.9	0.7	14403.96	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	14279.2	2550.7

SLOPE

8	0.63	18.0	0.715507.48	0.0	0.0	2.43	0.0	0.015472.9	2566.5
9	0.63	19.2	0.716588.54	0.0	0.0	2.43	0.0	0.016664.0	2583.7
10	0.63	20.3	0.717642.85	0.0	0.0	5.71	0.0	0.016546.2	6123.1
11	0.39	21.2	0.4 11457.0	0.0	0.0	5.71	0.0	0.010807.1	3820.4
12	0.87	22.4	0.925630.58	0.0	0.0	5.71	0.0	0.024189.8	8571.1
13	0.63	23.8	0.718170.98	0.0	0.0	5.71	0.0	0.017091.8	6276.1
14	0.63	25.0	0.717803.64	0.0	0.0	5.71	0.0	0.016689.6	6335.2
15	0.87	26.4	1.024087.85	0.0	0.0	5.71	0.0	0.022468.8	8912.5
16	0.38	27.6	0.410196.14	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0 9439.1	3953.2
17	0.63	28.6	0.715859.62	0.0	0.0	5.71	0.0	0.014497.7	6540.8
18	0.63	29.8	0.7 14769.5	0.0	0.0	5.71	0.0	0.013229.5	6620.1
19	0.63	31.1	0.713648.66	0.0	0.0	5.71	0.0	0.011894.5	6705.7
20	0.59	32.3	0.711747.28	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0 9871.3	6369.3
21	0.67	33.6	0.814109.81	0.0	0.0	5.71	0.0	0.012072.5	7326.5
22	0.63	34.9	0.812593.04	0.0	0.0	5.71	0.0	0.010467.6	7005.7
23	0.63	36.3	0.811891.89	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0 9523.3	7122.8
24	0.63	37.6	0.811152.29	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0 8492.6	7249.9
25	0.63	39.0	0.810381.53	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0 8123.2	6465.1
26	0.63	40.4	0.8 9584.41	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0 6970.6	6597.6
27	0.56	41.7	0.7 7760.53	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0 5079.5	5963.6
28	0.77	43.3	1.1 7365.56	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0 2157.9	8451.1
29	0.56	44.9	0.8 3583.48	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0 -1226.5	6311.2
30	0.63	46.3	0.9 1406.62	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0 -5585.9	7276.8

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI DRENATE IN REGIME DINAMICO
AZIONE SISMICA VERTICALE POSITIVA**

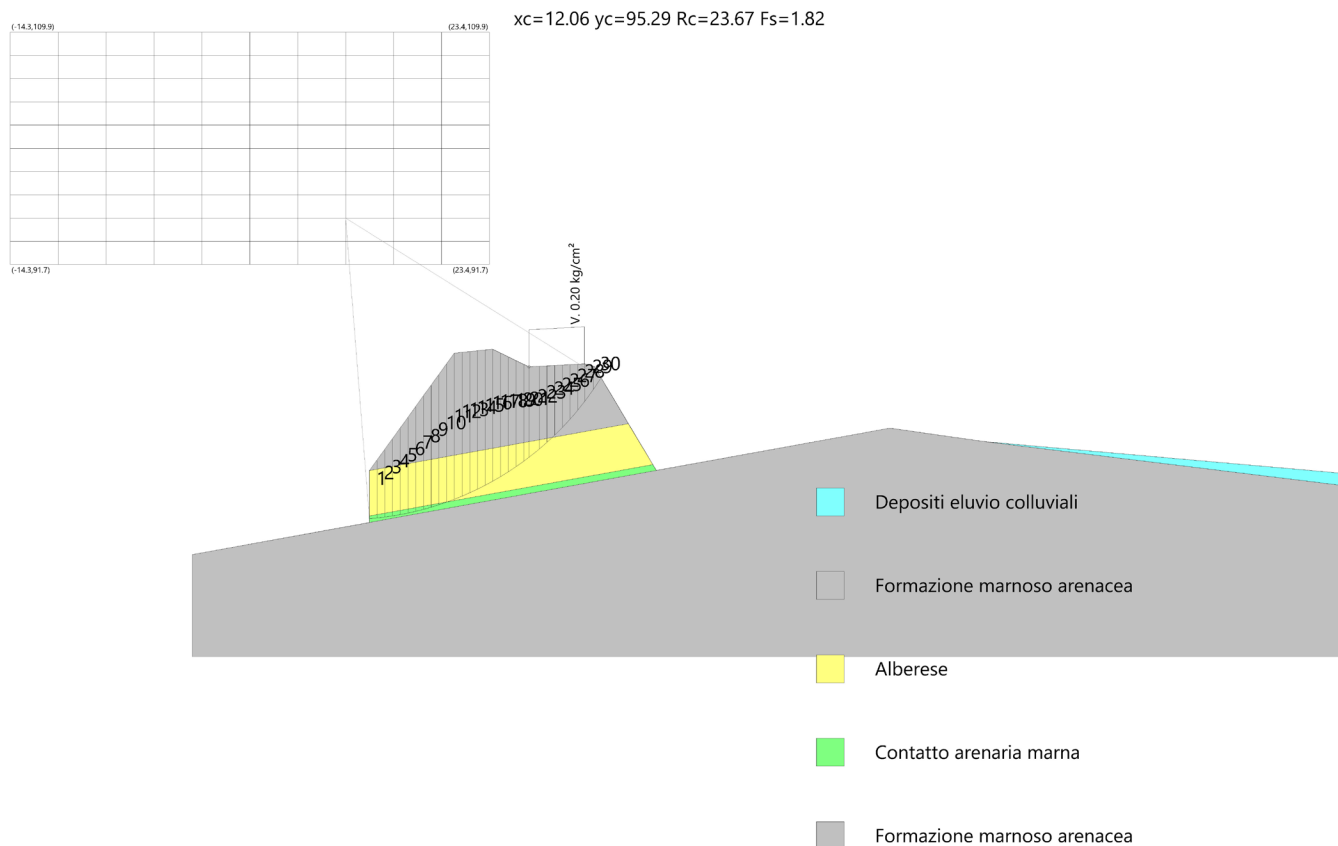


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1.82
Ascissa centro superficie	12.06 m
Ordinata centro superficie	95.29 m
Raggio superficie	23.67 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$xc = 12.062 \quad yc = 95.293 \quad Rc = 23.669 \quad Fs = 1.818$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.61	5.2	0.6	6190.16	451.88	222.85	0.0	10.5	0.0	6163.9	569.3
2	0.61	6.7	0.6	7322.98	534.58	263.63	0.0	10.5	0.0	7294.4	673.7
3	0.61	8.2	0.6	8432.67	615.58	303.58	0.0	10.5	0.0	8408.1	776.5

SLOPE

4	0.61	9.7	0.6	9518.99	694.89	342.68	0.0	10.5	0.0	9507.2	878.0
5	0.61	11.2	0.61	0581.67	772.46	380.94	0.0	10.5	0.0	10593.7	978.4
6	0.61	12.7	0.61	1620.35	848.29	418.33	0.0	10.5	0.0	11669.3	1077.7
7	0.61	14.2	0.61	2634.63	922.33	454.85	0.0	10.5	0.0	12736.1	1176.2
8	0.61	15.7	0.61	3624.04	994.55	490.47	0.0	10.5	0.0	13796.0	1274.1
9	0.61	17.3	0.6	14588.0	1064.92	525.17	0.0	10.5	0.0	14850.8	1371.5
10	0.61	18.8	0.61	5526.03	1133.4	558.94	0.0	10.5	0.0	15902.5	1468.7
11	0.61	20.4	0.6	16503.1	1204.73	594.11	1.6	32.0	0.0	14042.7	9588.5
12	0.6	22.0	0.71	6679.74	1217.62	600.47	1.6	32.0	0.0	14105.3	9620.8
13	0.61	23.5	0.71	6463.98	1201.87	592.7	1.6	32.0	0.0	13775.5	9600.4
14	0.61	25.2	0.71	6148.38	1178.83	581.34	1.6	32.0	0.0	13360.5	9538.6
15	0.61	26.8	0.71	5800.96	1153.47	568.83	1.6	32.0	0.0	12916.5	9474.9
16	0.58	28.4	0.71	4641.39	1068.82	527.09	1.6	32.0	0.0	11816.1	8929.4
17	0.64	30.1	0.71	5494.77	1131.12	557.81	1.6	32.0	0.0	12268.7	9731.8
18	0.61	31.9	0.71	3741.06	1003.1	494.68	1.6	32.0	0.0	10573.6	9019.2
19	0.61	33.6	0.71	2727.16	929.08	458.18	1.6	32.0	0.0	9446.8	8780.1
20	0.61	35.4	0.71	1672.41	852.09	420.21	1.6	32.0	0.0	8256.0	8533.8
21	0.4	36.9	0.5	7134.02	520.78	256.82	1.6	32.0	0.0	4779.4	5516.7
22	0.81	38.8	1.01	5407.09	1124.72	554.66	1.6	32.0	0.0	10452.9	11590.4
23	0.61	41.0	0.81	0688.97	780.3	384.8	1.6	32.0	0.0	6741.9	8537.7
24	0.61	43.0	0.8	9916.43	723.9	356.99	1.6	32.0	0.0	5710.7	8418.2
25	0.61	45.0	0.9	9107.52	664.85	327.87	1.2	32.0	0.0	5889.7	6990.1
26	0.61	47.1	0.9	8239.41	601.48	296.62	1.2	32.0	0.0	4748.1	6834.7
27	0.61	49.3	0.9	7299.25	532.85	262.77	1.2	32.0	0.0	3445.2	6663.3
28	0.53	51.5	0.8	5470.15	399.32	196.93	1.2	32.0	0.0	1741.8	5605.1
29	0.69	53.9	1.2	3966.11	289.53	142.78	1.2	32.0	0.0	-2019.9	6379.7
30	0.61	56.7	1.1	1427.91	104.24	51.4	1.2	32.0	0.0	-5067.3	5041.6

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI DRENATE IN REGIME DINAMICO
AZIONE SISMICA VERTICALE NEGATIVA**

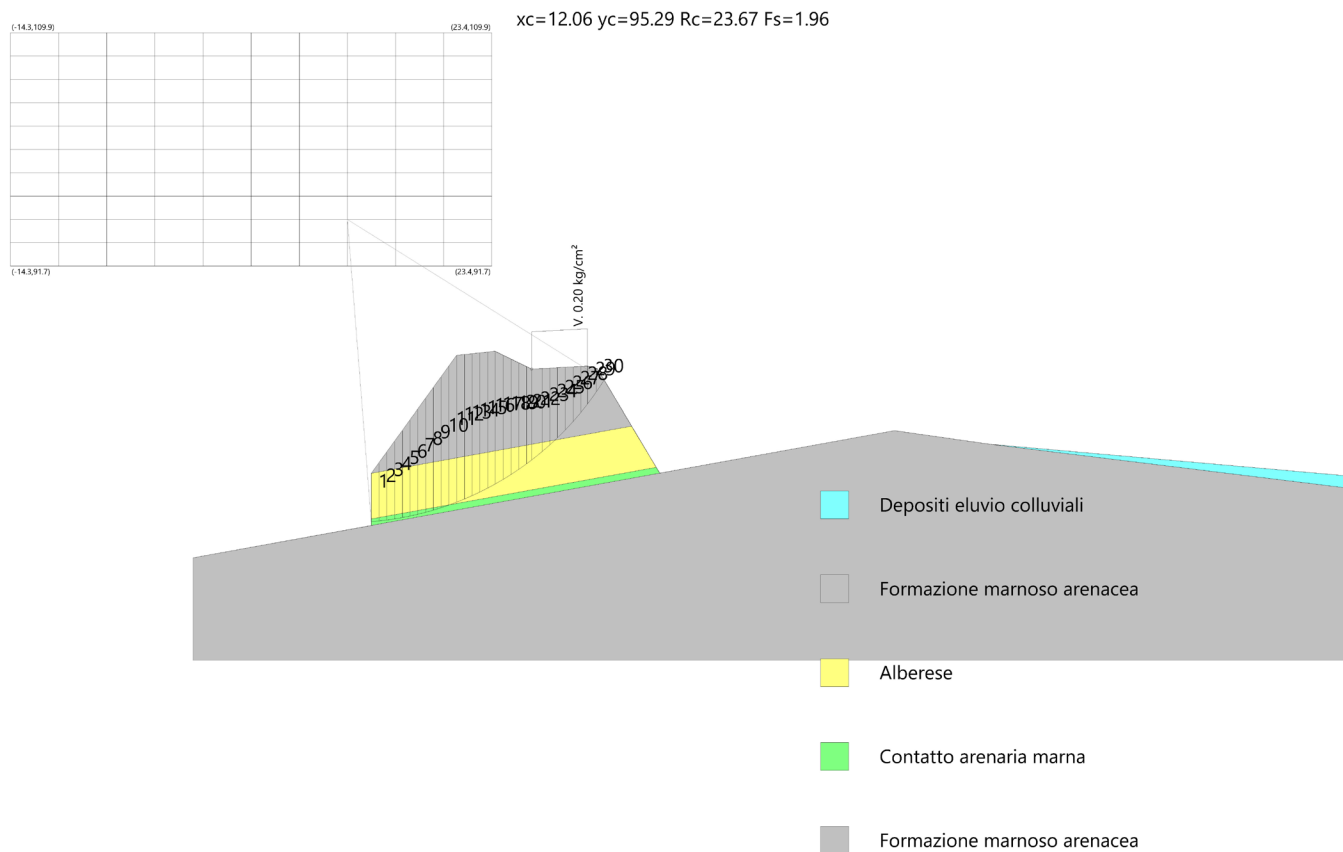


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali)

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1.96
Ascissa centro superficie	12.06 m
Ordinata centro superficie	95.29 m
Raggio superficie	23.67 m

xc = 12.062 yc = 95.293 Rc = 23.669 Fs=1.961

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.61	5.2	0.6	6190.16	451.88	-222.85	0.0	10.5	0.0	6167.7	528.1
2	0.61	6.7	0.6	7322.98	534.58	-263.63	0.0	10.5	0.0	7300.1	625.0
3	0.61	8.2	0.6	8432.67	615.58	-303.58	0.0	10.5	0.0	8416.2	720.6
4	0.61	9.7	0.6	9518.99	694.89	-342.68	0.0	10.5	0.0	9518.0	815.0
5	0.61	11.2	0.6	10581.67	772.46	-380.94	0.0	10.5	0.0	10607.6	908.2
6	0.61	12.7	0.6	11620.35	848.29	-418.33	0.0	10.5	0.0	11686.7	1000.6
7	0.61	14.2	0.6	12634.63	922.33	-454.85	0.0	10.5	0.0	12757.4	1092.3
8	0.61	15.7	0.6	13624.04	994.55	-490.47	0.0	10.5	0.0	13821.5	1183.4
9	0.61	17.3	0.6	14588.0	1064.92	-525.17	0.0	10.5	0.0	14881.1	1274.1
10	0.61	18.8	0.6	15526.03	1133.4	-558.94	0.0	10.5	0.0	15938.0	1364.6

SLOPE

11	0.61	20.4	0.6	16503.1	1204.73	-594.11	1.6	32.0	0.0	14277.2	8957.4
12	0.6	22.0	0.7	16679.74	1217.62	-600.47	1.6	32.0	0.0	14358.6	8992.8
13	0.61	23.5	0.7	16463.98	1201.87	-592.7	1.6	32.0	0.0	14046.4	8979.0
14	0.61	25.2	0.7	16148.38	1178.83	-581.34	1.6	32.0	0.0	13648.1	8926.5
15	0.61	26.8	0.7	15800.96	1153.47	-568.83	1.6	32.0	0.0	13220.9	8872.3
16	0.58	28.4	0.7	14641.39	1068.82	-527.09	1.6	32.0	0.0	12120.5	8366.6
17	0.64	30.1	0.7	15494.77	1131.12	-557.81	1.6	32.0	0.0	12620.8	9124.3
18	0.61	31.9	0.7	13741.06	1003.1	-494.68	1.6	32.0	0.0	10919.8	8462.0
19	0.61	33.6	0.7	12727.16	929.08	-458.18	1.6	32.0	0.0	9803.4	8243.3
20	0.61	35.4	0.7	11672.41	852.09	-420.21	1.6	32.0	0.0	8622.4	8017.8
21	0.4	36.9	0.5	7134.02	520.78	-256.82	1.6	32.0	0.0	5027.3	5186.3
22	0.81	38.8	1.0	15407.09	1124.72	-554.66	1.6	32.0	0.0	11003.2	10904.8
23	0.61	41.0	0.8	10688.97	780.3	-384.8	1.6	32.0	0.0	7173.9	8040.4
24	0.61	43.0	0.8	9916.43	723.9	-356.99	1.6	32.0	0.0	6160.9	7934.9
25	0.61	45.0	0.9	9107.52	664.85	-327.87	1.2	32.0	0.0	6284.9	6595.0
26	0.61	47.1	0.9	8239.41	601.48	-296.62	1.2	32.0	0.0	5157.2	6454.9
27	0.61	49.3	0.9	7299.25	532.85	-262.77	1.2	32.0	0.0	3868.0	6300.0
28	0.53	51.5	0.8	5470.15	399.32	-196.93	1.2	32.0	0.0	2118.1	5305.5
29	0.69	53.9	1.2	3966.11	289.53	-142.78	1.2	32.0	0.0	-1563.3	6046.9
30	0.61	56.7	1.1	1427.91	104.24	-51.4	1.2	32.0	0.0	-4679.3	4786.5

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI NON DRENATE IN REGIME DINAMICO
AZIONE SISMICA VERTICALE POSITIVA**

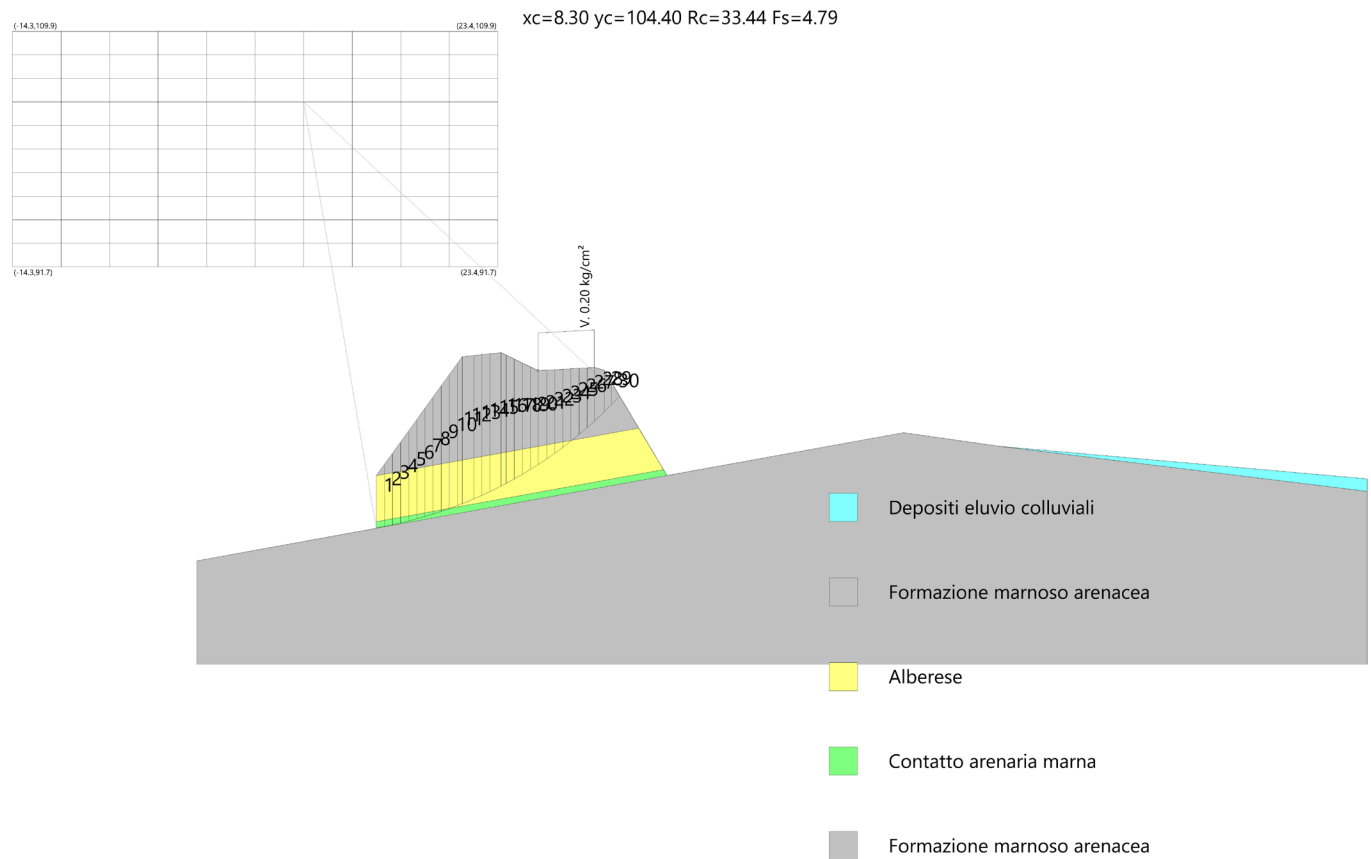


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	4.79
Ascissa centro superficie	8.3 m
Ordinata centro superficie	104.4 m
Raggio superficie	33.44 m

xc = 8.297 yc = 104.40 Rc = 33.441 Fs=4.791

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.63	10.0	0.6	7330.81	535.15	263.91	2.43	0.0	0.0	6924.9	2942.8
2	0.63	11.3	0.6	8561.89	625.02	308.23	2.43	0.0	0.0	8139.5	2955.8
3	0.63	12.4	0.6	9772.44	713.39	351.81	2.43	0.0	0.0	9352.7	2967.8
4	0.63	13.6	0.6	10962.2	800.24	394.64	2.43	0.0	0.0	10557.6	2981.0
5	0.63	14.7	0.7	12130.96	885.56	436.71	2.43	0.0	0.0	11755.5	2995.6

SLOPE

6	0.63	15.8	0.713278.27	969.31	478.02	2.43	0.0	0.012947.2	3011.5
7	0.63	16.9	0.714403.96	1051.49	518.54	2.43	0.0	0.014133.9	3028.9
8	0.63	18.0	0.715507.48	1132.05	558.27	2.43	0.0	0.015316.3	3047.7
9	0.63	19.2	0.716588.54	1210.96	597.19	2.43	0.0	0.016495.7	3068.1
10	0.63	20.3	0.717642.85	1287.93	635.14	5.71	0.0	0.016121.3	7271.1
11	0.39	21.2	0.4 11457.0	836.36	412.45	5.71	0.0	0.010528.7	4536.6
12	0.87	22.4	0.925630.58	1871.03	922.7	5.71	0.0	0.023527.2	10178.0
13	0.63	23.8	0.718170.98	1326.48	654.16	5.71	0.0	0.016572.8	7452.8
14	0.63	25.0	0.717803.64	1299.67	640.93	5.71	0.0	0.016136.2	7522.9
15	0.87	26.4	1.024087.85	1758.41	867.16	5.71	0.0	0.021638.8	10583.4
16	0.38	27.6	0.410196.14	744.32	367.06	5.71	0.0	0.0 9051.3	4694.4
17	0.63	28.6	0.715859.62	1157.75	570.95	5.71	0.0	0.013828.9	7767.1
18	0.63	29.8	0.7 14769.5	1078.17	531.7	5.71	0.0	0.012517.5	7861.3
19	0.63	31.1	0.713648.66	996.35	491.35	5.71	0.0	0.011136.4	7962.9
20	0.59	32.3	0.711747.28	857.55	422.9	5.71	0.0	0.0 9115.9	7563.4
21	0.67	33.6	0.814109.81	1030.02	507.95	5.71	0.0	0.011159.7	8700.1
22	0.63	34.9	0.812593.04	919.29	453.35	5.71	0.0	0.0 9549.6	8319.1
23	0.63	36.3	0.811891.89	868.11	428.11	5.71	0.0	0.0 8543.3	8458.2
24	0.63	37.6	0.811152.29	814.12	401.48	5.71	0.0	0.0 7445.0	8609.1
25	0.63	39.0	0.810381.53	757.85	373.74	5.0	0.0	0.0 7141.8	7677.2
26	0.63	40.4	0.8 9584.41	699.66	345.04	5.0	0.0	0.0 5918.0	7834.6
27	0.56	41.7	0.7 7760.53	566.52	279.38	5.0	0.0	0.0 4081.8	7081.6
28	0.77	43.3	1.1 7365.56	537.69	265.16	5.0	0.0	0.0 665.4	10035.5
29	0.56	44.9	0.8 3583.48	261.59	129.01	5.0	0.0	0.0 -2404.5	7494.4
30	0.63	46.3	0.9 1406.62	102.68	50.64	5.0	0.0	0.0 -7015.1	8641.1

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI NON DRENATE IN REGIME DINAMICO**
AZIONE SISMICA VERTICALE NEGATIVA

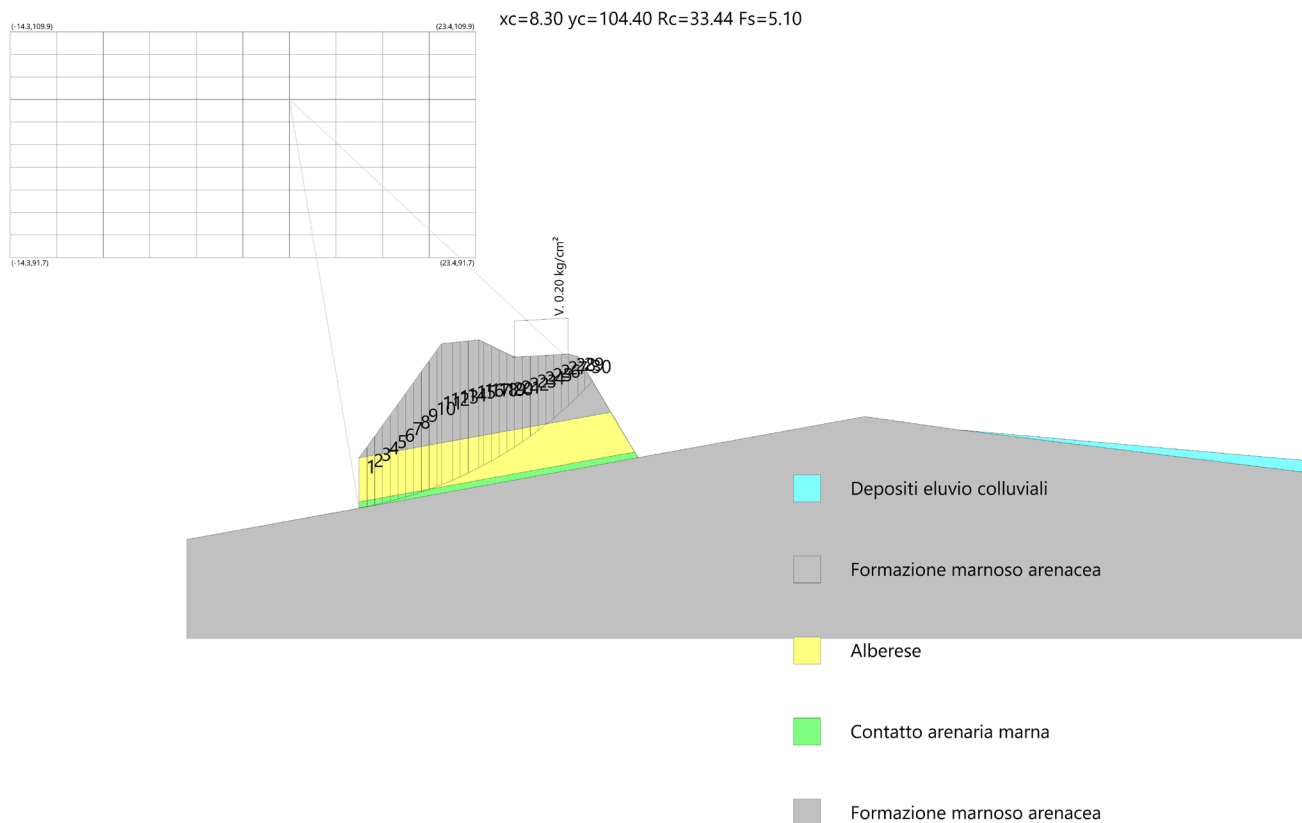


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	5.1
Ascissa centro superficie	8.3 m
Ordinata centro superficie	104.4 m
Raggio superficie	33.44 m

xc = 8.297 yc = 104.40 Rc = 33.441 Fs=5.101

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.63	10.0	0.6	7330.81	535.15	-263.91	2.43	0.0	0.0	6956.4	2764.4
2	0.63	11.3	0.6	8561.89	625.02	-308.23	2.43	0.0	0.0	8175.5	2776.6
3	0.63	12.4	0.6	9772.44	713.39	-351.81	2.43	0.0	0.0	9392.4	2787.8
4	0.63	13.6	0.6	10962.2	800.24	-394.64	2.43	0.0	0.0	10601.2	2800.3
5	0.63	14.7	0.7	12130.96	885.56	-436.71	2.43	0.0	0.0	11803.1	2813.9
6	0.63	15.8	0.7	13278.27	969.31	-478.02	2.43	0.0	0.0	12998.8	2828.9
7	0.63	16.9	0.7	14403.96	1051.49	-518.54	2.43	0.0	0.0	14189.7	2845.2
8	0.63	18.0	0.7	15507.48	1132.05	-558.27	2.43	0.0	0.0	15376.4	2862.9
9	0.63	19.2	0.7	16588.54	1210.96	-597.19	2.43	0.0	0.0	16560.3	2882.1
10	0.63	20.3	0.7	17642.85	1287.93	-635.14	5.71	0.0	0.0	16284.5	6830.2

SLOPE

11	0.39	21.2	0.4	11457.0	836.36	-412.45	5.71	0.0	0.0	10635.6	4261.6
12	0.87	22.4	0.925	630.58	1871.03	-922.7	5.71	0.0	0.0	23781.7	9560.9
13	0.63	23.8	0.718	170.98	1326.48	-654.16	5.71	0.0	0.0	16772.1	7000.9
14	0.63	25.0	0.717	803.64	1299.67	-640.93	5.71	0.0	0.0	16348.7	7066.8
15	0.87	26.4	1.024	087.85	1758.41	-867.16	5.71	0.0	0.0	21957.6	9941.7
16	0.38	27.6	0.410	196.14	744.32	-367.06	5.71	0.0	0.0	9200.2	4409.8
17	0.63	28.6	0.715	859.62	1157.75	-570.95	5.71	0.0	0.0	14085.8	7296.2
18	0.63	29.8	0.7	14769.5	1078.17	-531.7	5.71	0.0	0.0	12790.9	7384.6
19	0.63	31.1	0.713	648.66	996.35	-491.35	5.71	0.0	0.0	11427.5	7480.1
20	0.59	32.3	0.711	747.28	857.55	-422.9	5.71	0.0	0.0	9406.0	7104.8
21	0.67	33.6	0.814	109.81	1030.02	-507.95	5.71	0.0	0.0	11510.3	8172.6
22	0.63	34.9	0.812	593.04	919.29	-453.35	5.71	0.0	0.0	9902.1	7814.7
23	0.63	36.3	0.811	891.89	868.11	-428.11	5.71	0.0	0.0	8919.7	7945.4
24	0.63	37.6	0.811	1152.29	814.12	-401.48	5.71	0.0	0.0	7847.3	8087.1
25	0.63	39.0	0.810	381.53	757.85	-373.74	5.0	0.0	0.0	7518.7	7211.7
26	0.63	40.4	0.8	9584.41	699.66	-345.04	5.0	0.0	0.0	6322.2	7359.5
27	0.56	41.7	0.7	7760.53	566.52	-279.38	5.0	0.0	0.0	4464.9	6652.3
28	0.77	43.3	1.1	7365.56	537.69	-265.16	5.0	0.0	0.0	1238.6	9427.0
29	0.56	44.9	0.8	3583.48	261.59	-129.01	5.0	0.0	0.0	-1952.1	7040.0
30	0.63	46.3	0.9	1406.62	102.68	-50.64	5.0	0.0	0.0	-6466.2	8117.1

ELABORATI DI CALCOLO SEZIONE 3-3' SETTORE NO

SUPERFICIE CIRCOLARE

- ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI DRENATE IN REGIME STATICO**

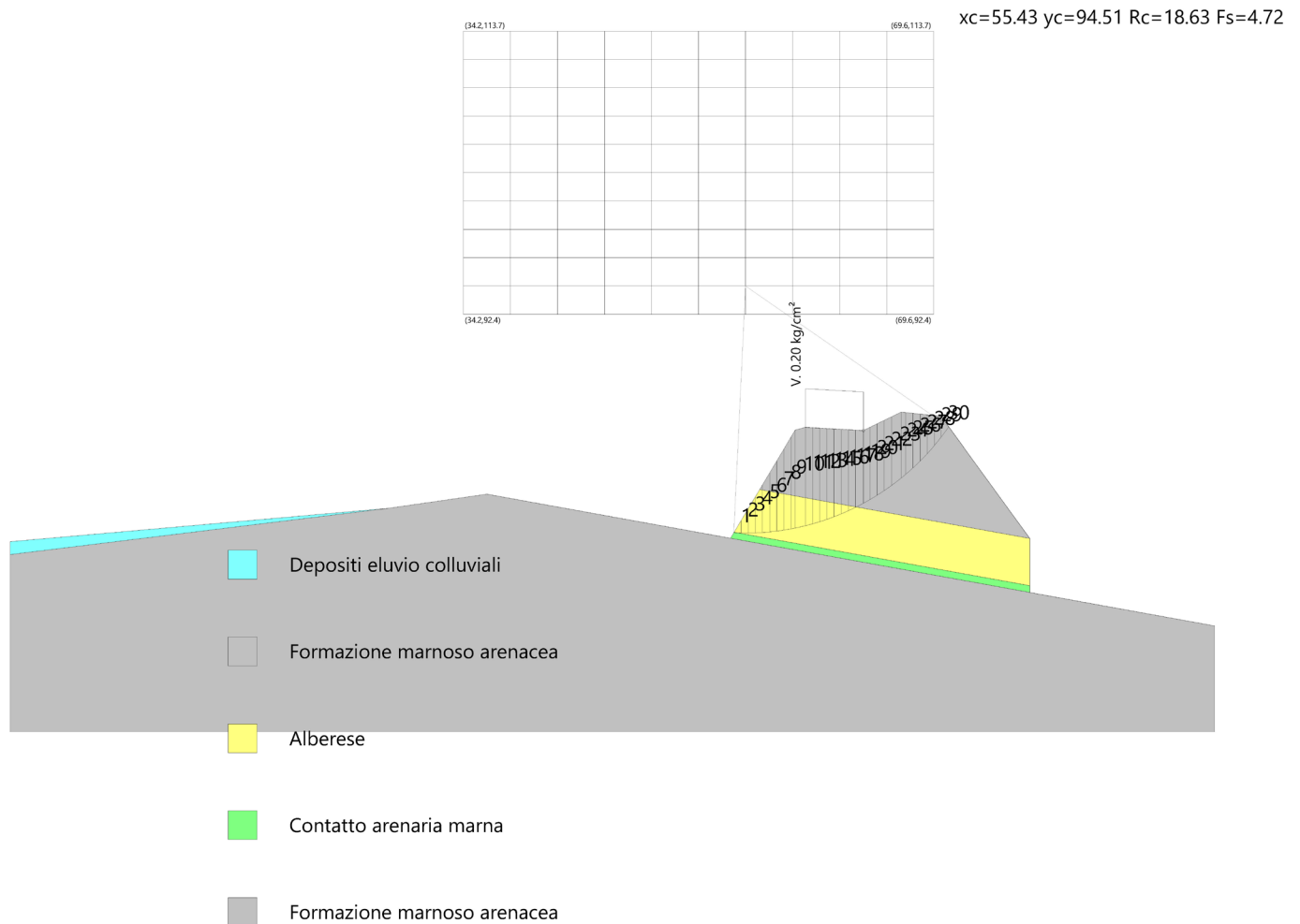


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

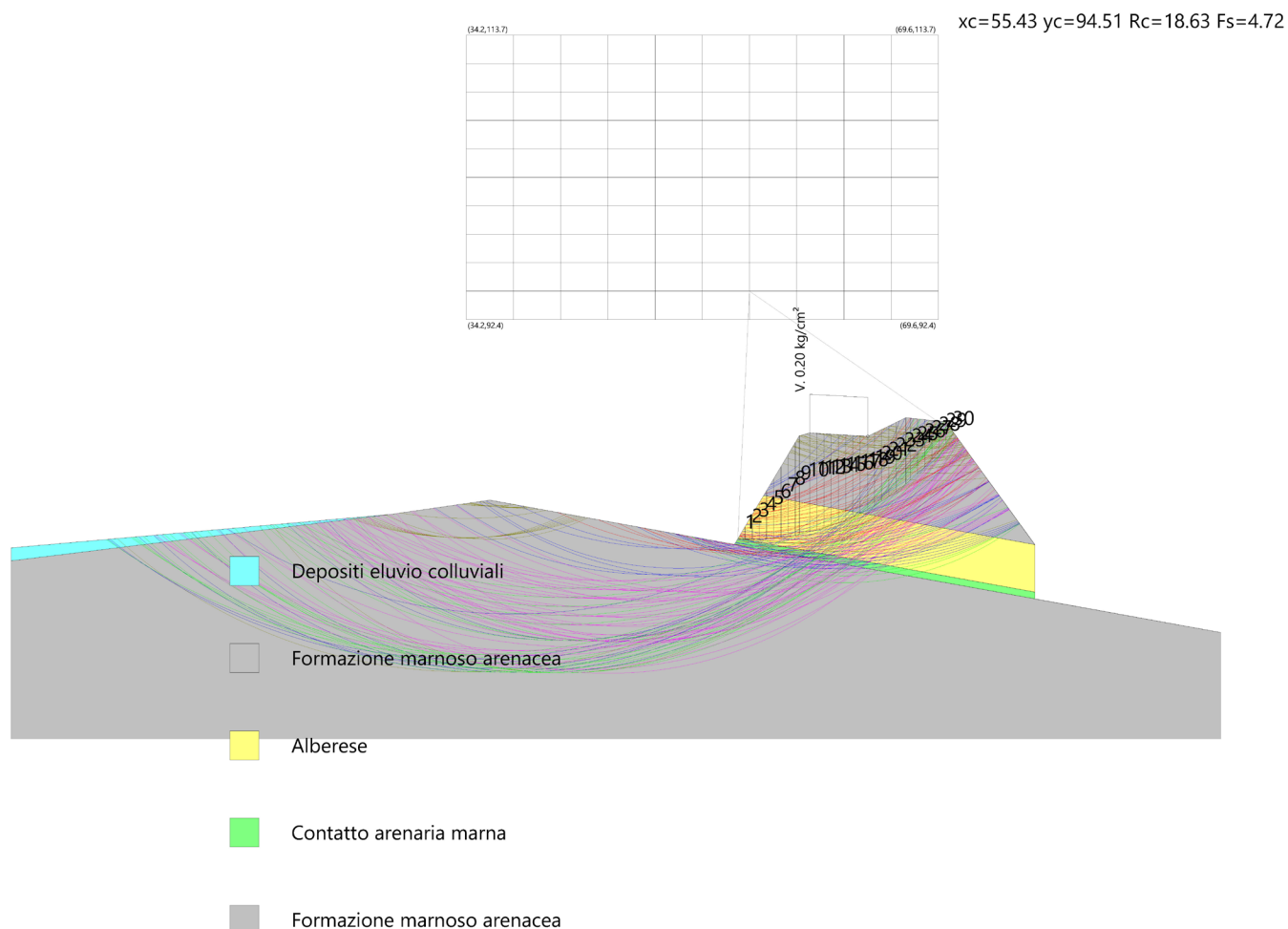


Figura rappresentante tutte le superfici di rottura calcolate.

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	4.72
Ascissa centro superficie	55.43 m
Ordinata centro superficie	94.51 m
Raggio superficie	18.63 m

$x_c = 55.426$ $y_c = 94.507$ $R_c = 18.634$ $F_s=4.724$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.54	-1.9	0.5	623.13	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	624.2	22.2
2	0.54	-0.2	0.5	1855.59	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	1862.5	1885.7
3	0.54	1.4	0.5	3066.31	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	3016.2	2025.0
4	0.54	3.1	0.5	4255.94	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	4144.7	2162.7
5	0.54	4.8	0.5	5376.74	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	5204.0	2293.4
6	0.54	6.4	0.5	6469.79	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	6237.4	2422.5
7	0.54	8.1	0.5	7541.44	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	7254.0	2551.0
8	0.54	9.8	0.5	8591.3	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	8255.9	2679.3
9	0.31	11.1	0.3	5316.86	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	5109.6	1572.6
10	0.77	12.8	0.81	3847.82	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	3285.2	4029.2

SLOPE

11	0.54	14.9	0.6	9669.61	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	9249.2	2844.7
12	0.54	16.6	0.6	9347.67	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	8917.4	2806.7
13	0.54	18.4	0.6	9074.69	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	8635.6	2789.5
14	0.54	20.1	0.6	8776.98	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	8332.0	2771.8
15	0.54	21.9	0.6	8453.78	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	8004.3	2753.6
16	0.54	23.7	0.6	8104.11	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	7650.0	2734.8
17	0.54	25.5	0.6	7727.09	0.0	0.0	1.6	32.0	0.0	7266.2	2715.3
18	0.59	27.5	0.7	7967.83	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	7702.6	2456.9
19	0.49	29.3	0.6	6433.43	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	6227.6	2050.5
20	0.54	31.2	0.6	7002.7	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	6808.0	2275.5
21	0.54	33.1	0.6	6902.94	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	6742.7	2299.4
22	0.54	35.1	0.7	6768.75	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	6642.4	2323.0
23	0.75	37.6	0.9	9111.81	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	8986.2	3266.3
24	0.33	39.7	0.4	3796.14	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	3739.4	1439.8
25	0.54	41.5	0.7	5670.81	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	5512.7	2326.9
26	0.54	43.8	0.7	4953.2	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	4667.9	2286.8
27	0.54	46.1	0.8	4181.67	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	3700.5	2242.3
28	0.54	48.5	0.8	3349.34	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	2577.0	2192.6
29	0.51	51.1	0.8	2342.6	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	1220.3	2025.8
30	0.57	53.8	1.0	1075.57	0.0	0.0	1.2	32.0	0.0	-1039.2	2094.3

- ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI NON DRENATE IN REGIME STATICO***

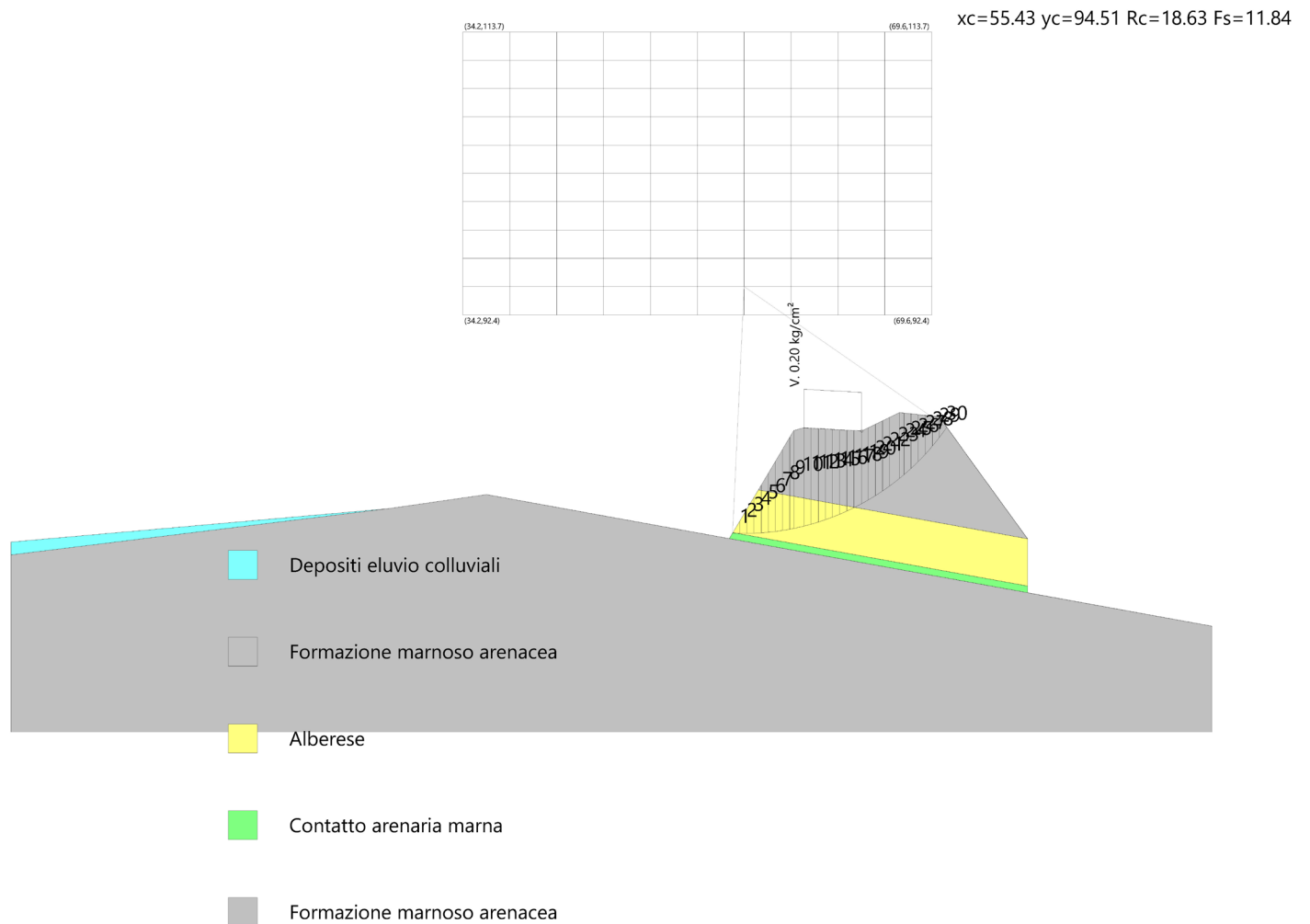


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

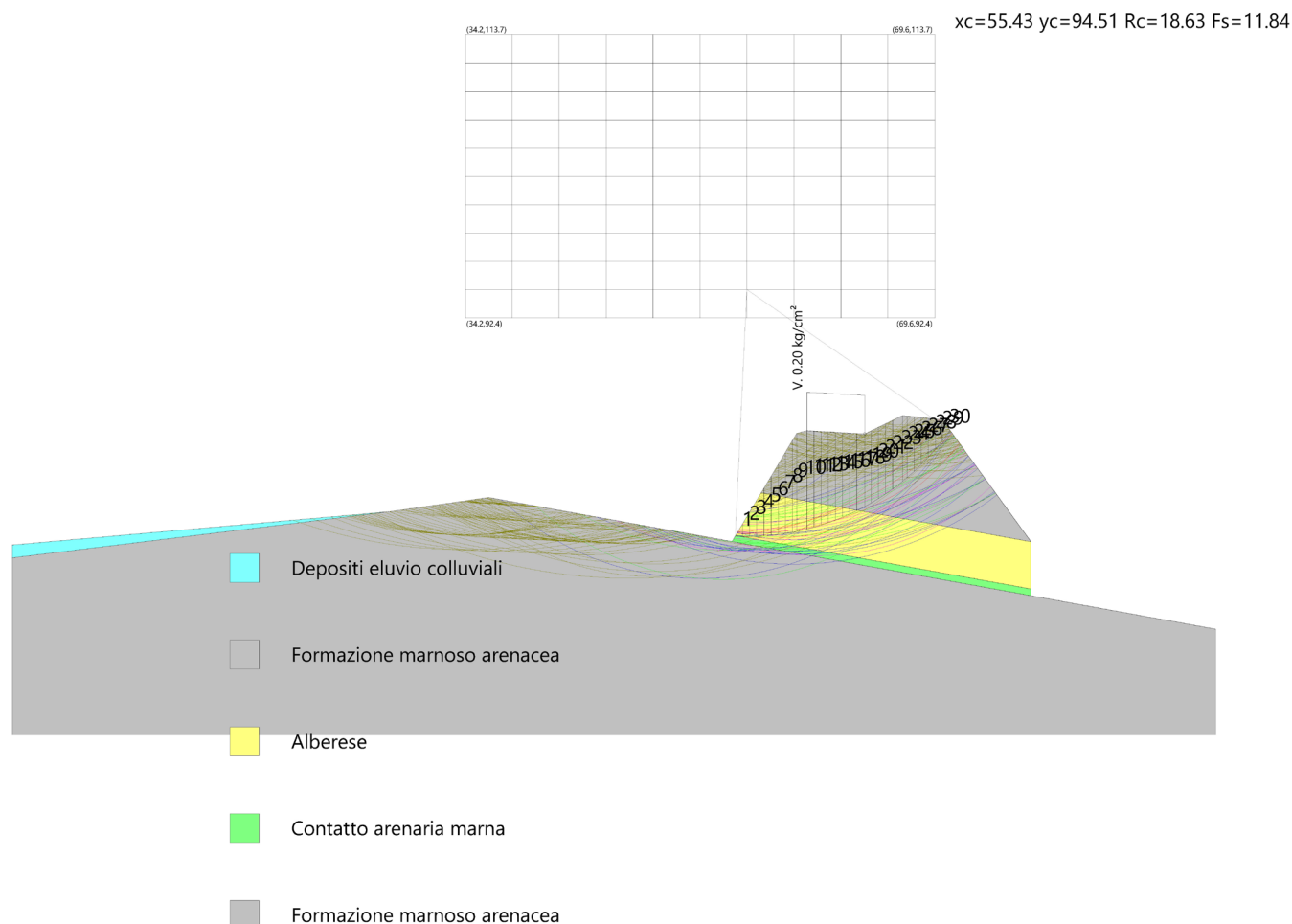


Figura rappresentante tutte le superfici di rottura calcolate.

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	11.84
Ascissa centro superficie	55.43 m
Ordinata centro superficie	94.51 m
Raggio superficie	18.63 m

$x_c = 55.426$ $y_c = 94.507$ $R_c = 18.634$ $F_s=11.842$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.54	-1.9	0.5	673.04	0.0	0.0	2.43	0.0	0.0	706.3	1006.8
2	0.54	-0.2	0.5	2004.04	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	2012.8	2367.6
3	0.54	1.4	0.5	3311.62	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	3252.9	2368.3
4	0.54	3.1	0.5	4596.42	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	4474.4	2371.1
5	0.54	4.8	0.5	5810.69	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	5632.6	2375.8
6	0.54	6.4	0.5	6995.51	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	6771.0	2382.6
7	0.54	8.1	0.5	8157.21	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	7898.7	2391.5
8	0.54	9.8	0.5	9295.39	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	9018.1	2402.6
9	0.31	11.1	0.3	5753.62	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	5595.4	1365.1
10	0.77	12.8	0.81	4987.24	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	14582.1	3464.1

SLOPE

11	0.54	14.9	0.610466.39	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	10173.8	2468.1
12	0.54	16.6	0.610118.82	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	9822.5	2470.8
13	0.54	18.4	0.6 9824.31	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	9523.3	2494.5
14	0.54	20.1	0.6 9503.07	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	9196.9	2521.4
15	0.54	21.9	0.6 9154.31	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	8840.4	2551.6
16	0.54	23.7	0.6 8776.97	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	8450.3	2585.5
17	0.54	25.5	0.6 8370.08	0.0	0.0	5.71	0.0	0.0	8022.5	2623.5
18	0.59	27.5	0.7 8631.82	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	8405.6	2544.1
19	0.49	29.3	0.6 6969.55	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	6779.2	2163.3
20	0.54	31.2	0.6 7586.26	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	7401.8	2421.4
21	0.54	33.1	0.6 7478.19	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	7315.6	2474.1
22	0.54	35.1	0.7 7332.82	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	7184.1	2533.5
23	0.75	37.6	0.9 9871.13	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	9662.4	3632.7
24	0.33	39.7	0.4 4112.48	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	3979.6	1645.7
25	0.54	41.5	0.7 6143.37	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5755.4	2765.8
26	0.54	43.8	0.7 5365.96	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	4682.9	2868.0
27	0.54	46.1	0.8 4530.14	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	3428.8	2987.4
28	0.54	48.5	0.8 3628.45	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	1938.0	3129.4
29	0.51	51.1	0.8 2537.82	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	172.8	3123.5
30	0.57	53.8	1.0 1165.2	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	-3064.9	3689.1

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI DRENATE IN REGIME DINAMICO
AZIONE SISMICA VERTICALE POSITIVA**

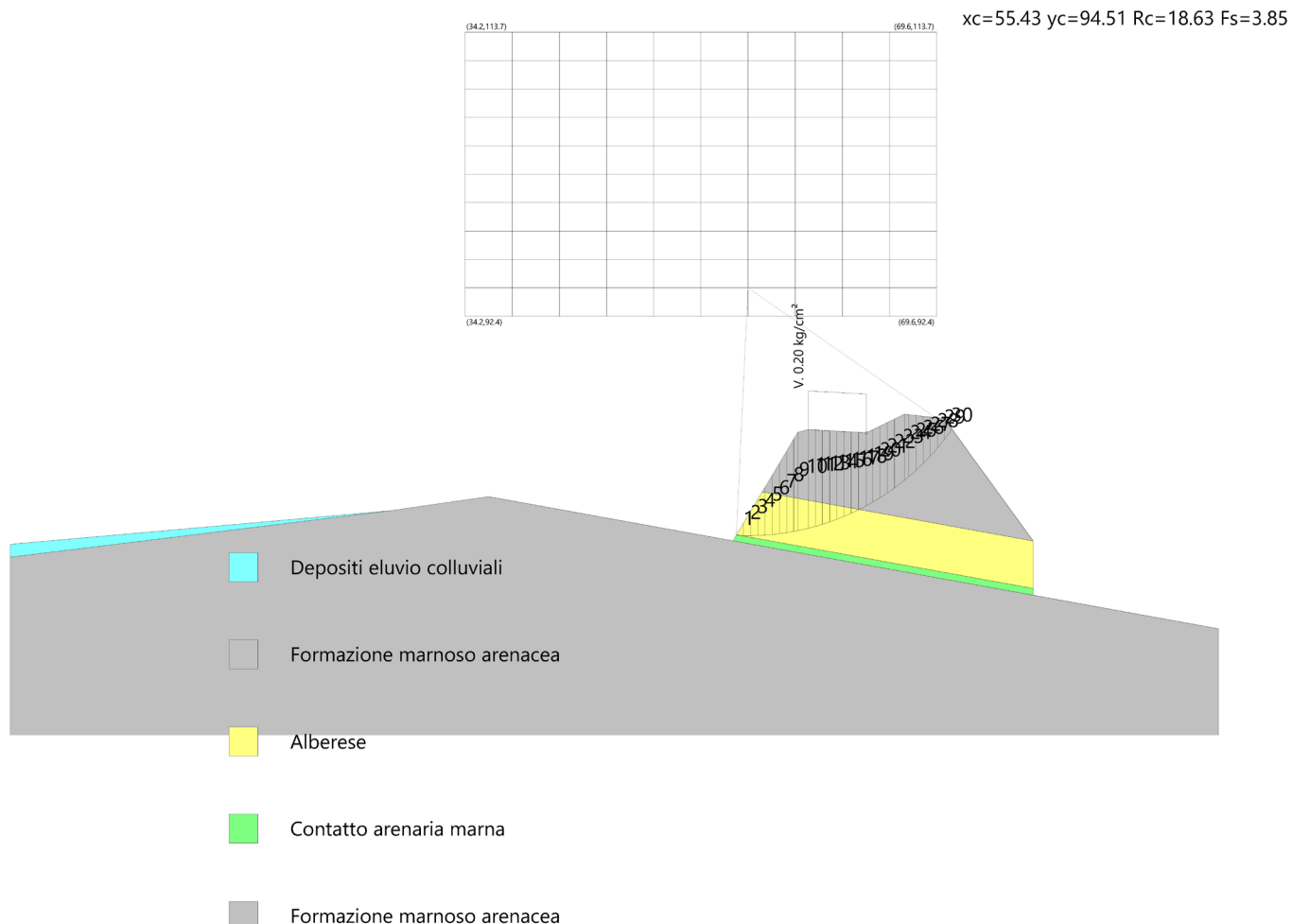


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	3.85
Ascissa centro superficie	55.43 m
Ordinata centro superficie	94.51 m
Raggio superficie	18.63 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 55.426 \quad y_c = 94.507 \quad R_c = 18.634 \quad F_s = 3.853$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	---------------	-----------	------------	-------------	------------

SLOPE

1	0.54	-1.9	0.5	623.13	45.49	22.43	0.0	10.5	0.0	624.4	27.2
2	0.54	-0.2	0.5	1855.59	135.46	66.8	1.6	32.0	0.0	1864.1	2312.0
3	0.54	1.4	0.5	3066.31	223.84	110.39	1.6	32.0	0.0	3004.7	2480.8
4	0.54	3.1	0.5	4255.94	310.68	153.21	1.6	32.0	0.0	4118.4	2647.4
5	0.54	4.8	0.5	5376.74	392.5	193.56	1.6	32.0	0.0	5161.3	2805.3
6	0.54	6.4	0.5	6469.79	472.29	232.91	1.6	32.0	0.0	6176.7	2960.8
7	0.54	8.1	0.5	7541.44	550.52	271.49	1.6	32.0	0.0	7173.5	3115.5
8	0.54	9.8	0.5	8591.3	627.16	309.29	1.6	32.0	0.0	8154.0	3269.6
9	0.31	11.1	0.3	5316.86	388.13	191.41	1.6	32.0	0.0	5041.7	1918.0
10	0.77	12.8	0.8	13847.82	1010.89	498.52	1.6	32.0	0.0	13085.0	4910.0
11	0.54	14.9	0.6	9669.61	705.88	348.11	1.6	32.0	0.0	9084.9	3463.2
12	0.54	16.6	0.6	9347.67	682.38	336.52	1.6	32.0	0.0	8736.1	3414.1
13	0.54	18.4	0.6	9074.69	662.45	326.69	1.6	32.0	0.0	8436.3	3390.3
14	0.54	20.1	0.6	8776.98	640.72	315.97	1.6	32.0	0.0	8114.4	3365.9
15	0.54	21.9	0.6	8453.78	617.13	304.34	1.6	32.0	0.0	7768.3	3340.9
16	0.54	23.7	0.6	8104.11	591.6	291.75	1.6	32.0	0.0	7395.3	3315.1
17	0.54	25.5	0.6	7727.09	564.08	278.18	1.6	32.0	0.0	6992.6	3288.4
18	0.59	27.5	0.7	7967.83	581.65	286.84	1.2	32.0	0.0	7434.7	2972.5
19	0.49	29.3	0.6	6433.43	469.64	231.6	1.2	32.0	0.0	5987.1	2478.3
20	0.54	31.2	0.6	7002.7	511.2	252.1	1.2	32.0	0.0	6522.4	2747.5
21	0.54	33.1	0.6	6902.94	503.91	248.51	1.2	32.0	0.0	6433.3	2773.3
22	0.54	35.1	0.7	6768.75	494.12	243.68	1.2	32.0	0.0	6307.7	2798.5
23	0.75	37.6	0.9	9111.81	665.16	328.03	1.2	32.0	0.0	8475.6	3928.9
24	0.33	39.7	0.4	3796.14	277.12	136.66	1.2	32.0	0.0	3498.6	1729.6
25	0.54	41.5	0.7	5670.81	413.97	204.15	1.2	32.0	0.0	5101.3	2792.0
26	0.54	43.8	0.7	4953.2	361.58	178.32	1.2	32.0	0.0	4234.4	2739.6
27	0.54	46.1	0.8	4181.67	305.26	150.54	1.2	32.0	0.0	3244.0	2681.6
28	0.54	48.5	0.8	3349.34	244.5	120.58	1.2	32.0	0.0	2096.4	2617.1
29	0.51	51.1	0.8	2342.6	171.01	84.33	1.2	32.0	0.0	741.4	2412.9
30	0.57	53.8	1.0	1075.57	78.52	38.72	1.2	32.0	0.0	-1577.0	2488.2

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI DRENATE IN REGIME DINAMICO**
AZIONE SISMICA VERTICALE NEGATIVA

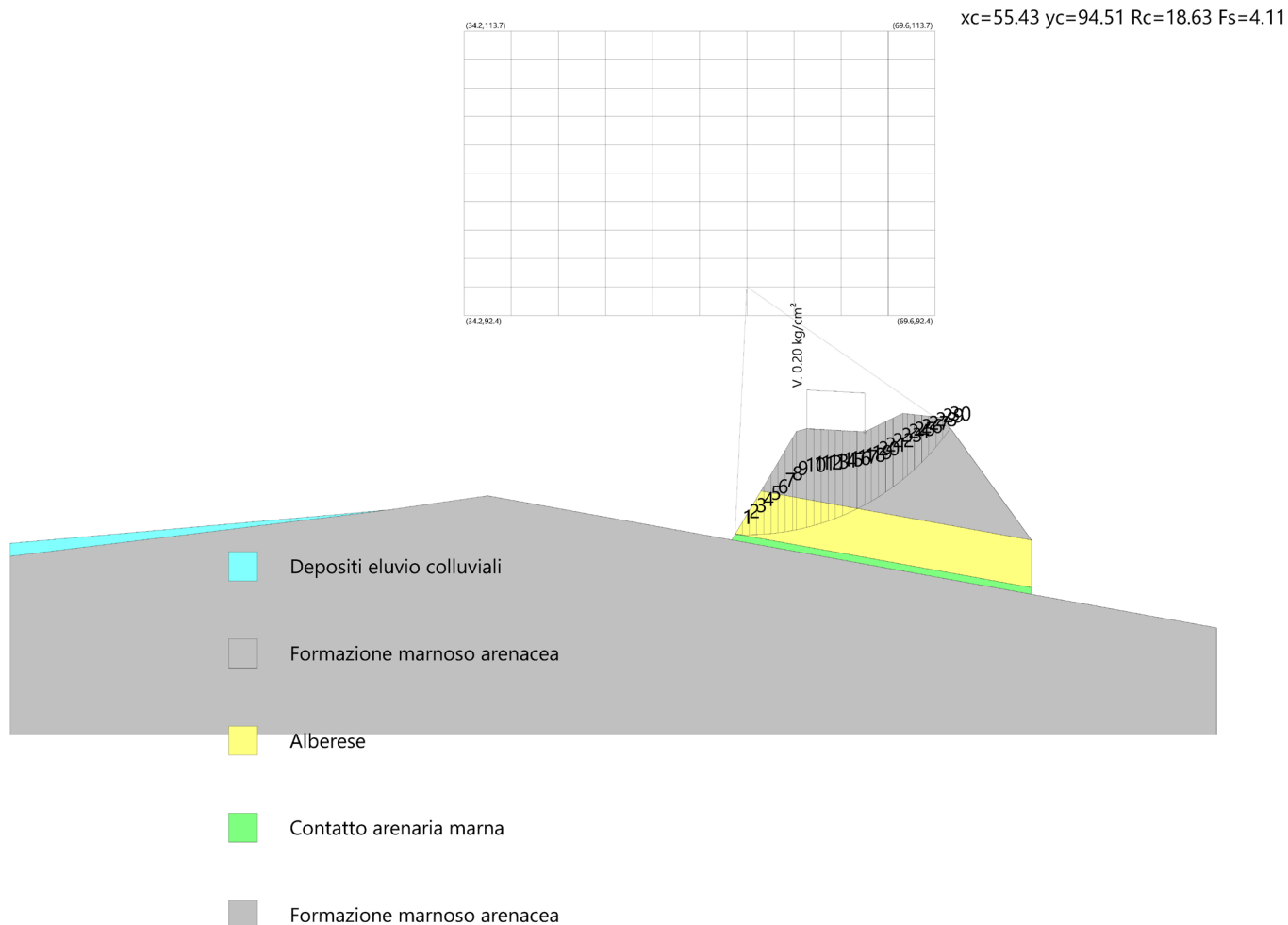


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali)

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	4.11
Ascissa centro superficie	55.43 m
Ordinata centro superficie	94.51 m
Raggio superficie	18.63 m

xc = 55.426 yc = 94.507 Rc = 18.634 Fs=4.114

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.54	-1.9	0.5	623.13	45.49	-22.43	0.0	10.5	0.0	624.3	25.5
2	0.54	-0.2	0.5	1855.59	135.46	-66.8	1.6	32.0	0.0	1863.6	2165.5
3	0.54	1.4	0.5	3066.31	223.84	-110.39	1.6	32.0	0.0	3008.6	2324.3
4	0.54	3.1	0.5	4255.94	310.68	-153.21	1.6	32.0	0.0	4127.4	2481.0
5	0.54	4.8	0.5	5376.74	392.5	-193.56	1.6	32.0	0.0	5176.0	2629.7
6	0.54	6.4	0.5	6469.79	472.29	-232.91	1.6	32.0	0.0	6197.5	2776.2

SLOPE

7	0.54	8.1	0.5	7541.44	550.52	-271.49	1.6	32.0	0.0	7201.1	2922.0
8	0.54	9.8	0.5	8591.3	627.16	-309.29	1.6	32.0	0.0	8188.9	3067.4
9	0.31	11.1	0.3	5316.86	388.13	-191.41	1.6	32.0	0.0	5065.0	1799.7
10	0.77	12.8	0.8	13847.82	1010.89	-498.52	1.6	32.0	0.0	13153.5	4608.6
11	0.54	14.9	0.6	9669.61	705.88	-348.11	1.6	32.0	0.0	9141.1	3251.7
12	0.54	16.6	0.6	9347.67	682.38	-336.52	1.6	32.0	0.0	8798.1	3206.5
13	0.54	18.4	0.6	9074.69	662.45	-326.69	1.6	32.0	0.0	8504.4	3185.0
14	0.54	20.1	0.6	8776.98	640.72	-315.97	1.6	32.0	0.0	8188.7	3163.1
15	0.54	21.9	0.6	8453.78	617.13	-304.34	1.6	32.0	0.0	7848.8	3140.5
16	0.54	23.7	0.6	8104.11	591.6	-291.75	1.6	32.0	0.0	7482.2	3117.2
17	0.54	25.5	0.6	7727.09	564.08	-278.18	1.6	32.0	0.0	7085.8	3093.0
18	0.59	27.5	0.7	7967.83	581.65	-286.84	1.2	32.0	0.0	7526.0	2796.9
19	0.49	29.3	0.6	6433.43	469.64	-231.6	1.2	32.0	0.0	6069.0	2332.6
20	0.54	31.2	0.6	7002.7	511.2	-252.1	1.2	32.0	0.0	6619.5	2587.0
21	0.54	33.1	0.6	6902.94	503.91	-248.51	1.2	32.0	0.0	6538.5	2612.2
22	0.54	35.1	0.7	6768.75	494.12	-243.68	1.2	32.0	0.0	6421.4	2637.0
23	0.75	37.6	0.9	9111.81	665.16	-328.03	1.2	32.0	0.0	8648.8	3704.1
24	0.33	39.7	0.4	3796.14	277.12	-136.66	1.2	32.0	0.0	3580.2	1631.3
25	0.54	41.5	0.7	5670.81	413.97	-204.15	1.2	32.0	0.0	5240.7	2634.4
26	0.54	43.8	0.7	4953.2	361.58	-178.32	1.2	32.0	0.0	4381.1	2586.4
27	0.54	46.1	0.8	4181.67	305.26	-150.54	1.2	32.0	0.0	3398.3	2533.1
28	0.54	48.5	0.8	3349.34	244.5	-120.58	1.2	32.0	0.0	2258.7	2473.8
29	0.51	51.1	0.8	2342.6	171.01	-84.33	1.2	32.0	0.0	902.8	2282.4
30	0.57	53.8	1.0	1075.57	78.52	-38.72	1.2	32.0	0.0	-1396.0	2355.6

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI NON DRENATE IN REGIME DINAMICO
AZIONE SISMICA VERTICALE POSITIVA**

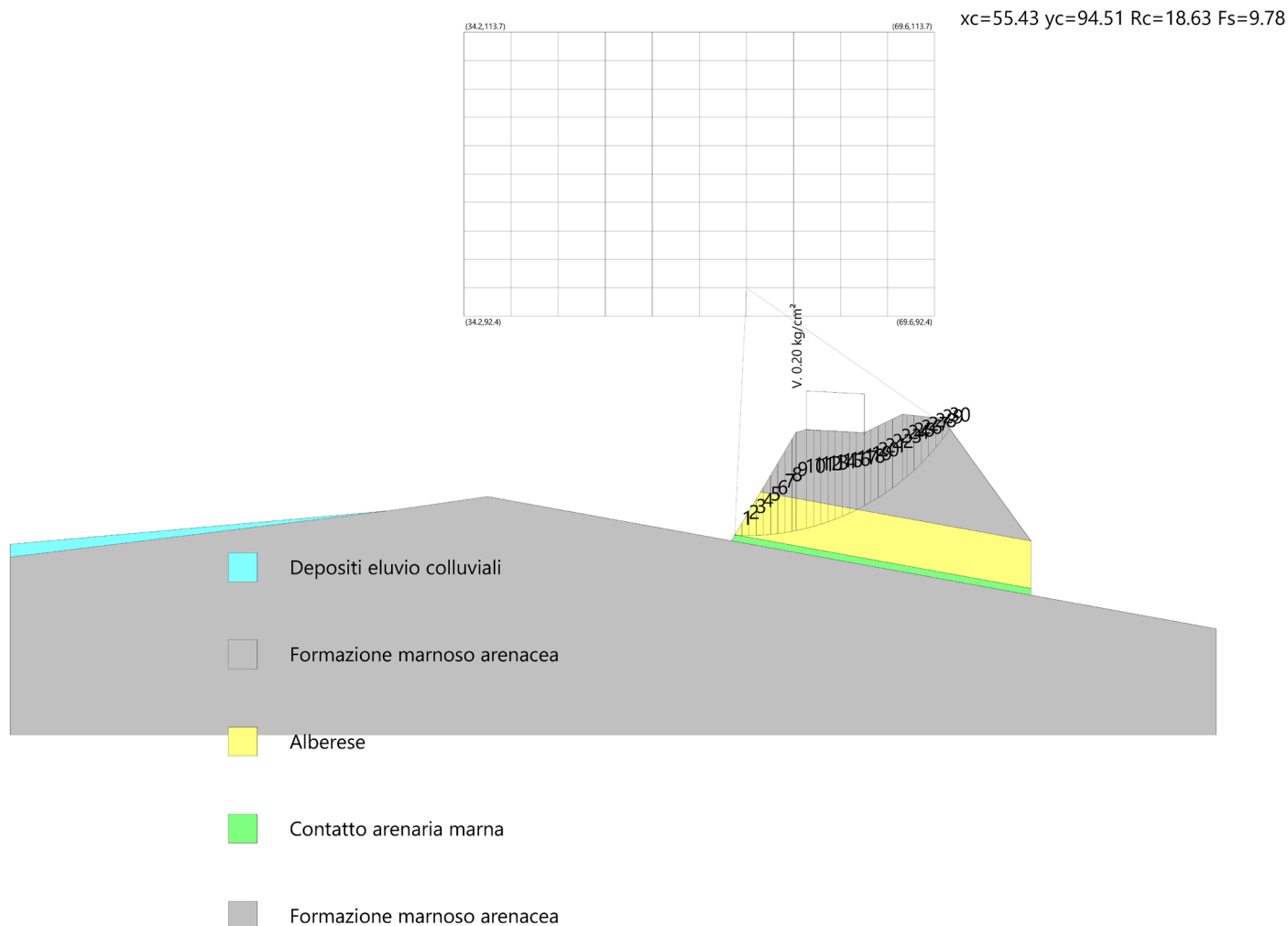


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	9.78
Ascissa centro superficie	55.43 m
Ordinata centro superficie	94.51 m
Raggio superficie	18.63 m

xc = 55.426 yc = 94.507 Rc = 18.634 Fs=9.778

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.54	-1.9	0.5	673.04	49.13	24.23	2.43	0.0	0.0	713.2	1219.3
2	0.54	-0.2	0.5	2004.04	146.29	72.15	5.71	0.0	0.0	2014.6	2867.3
3	0.54	1.4	0.5	3311.62	241.75	119.22	5.71	0.0	0.0	3240.3	2868.2
4	0.54	3.1	0.5	4596.42	335.54	165.47	5.71	0.0	0.0	4447.2	2871.6

SLOPE

5	0.54	4.8	0.5	5810.69	424.18	209.19	5.71	0.0	0.0	5590.8	2877.3
6	0.54	6.4	0.5	6995.51	510.67	251.84	5.71	0.0	0.0	6714.2	2885.5
7	0.54	8.1	0.5	8157.21	595.48	293.66	5.71	0.0	0.0	7826.7	2896.3
8	0.54	9.8	0.5	9295.39	678.56	334.63	5.71	0.0	0.0	8930.6	2909.7
9	0.31	11.1	0.3	5753.62	420.01	207.13	5.71	0.0	0.0	5538.8	1653.2
10	0.77	12.8	0.81	4987.24	1094.07	539.54	5.71	0.0	0.0	14415.9	4195.3
11	0.54	14.9	0.61	0466.39	764.05	376.79	5.71	0.0	0.0	10035.3	2989.1
12	0.54	16.6	0.61	0118.82	738.67	364.28	5.71	0.0	0.0	9666.8	2992.3
13	0.54	18.4	0.6	9824.31	717.17	353.68	5.71	0.0	0.0	9348.6	3021.0
14	0.54	20.1	0.6	9503.07	693.72	342.11	5.71	0.0	0.0	9002.0	3053.6
15	0.54	21.9	0.6	9154.31	668.26	329.56	5.71	0.0	0.0	8624.0	3090.2
16	0.54	23.7	0.6	8776.97	640.72	315.97	5.71	0.0	0.0	8210.8	3131.2
17	0.54	25.5	0.6	8370.08	611.02	301.32	5.71	0.0	0.0	7758.1	3177.2
18	0.59	27.5	0.7	8631.82	630.12	310.75	5.0	0.0	0.0	8126.6	3081.1
19	0.49	29.3	0.6	6969.55	508.78	250.9	5.0	0.0	0.0	6522.5	2619.9
20	0.54	31.2	0.6	7586.26	553.8	273.11	5.0	0.0	0.0	7092.5	2932.5
21	0.54	33.1	0.6	7478.19	545.91	269.21	5.0	0.0	0.0	6974.7	2996.3
22	0.54	35.1	0.7	7332.82	535.3	263.98	5.0	0.0	0.0	6807.6	3068.2
23	0.75	37.6	0.9	9871.13	720.59	355.36	5.0	0.0	0.0	9071.5	4399.5
24	0.33	39.7	0.4	4112.48	300.21	148.05	5.0	0.0	0.0	3690.9	1993.0
25	0.54	41.5	0.7	6143.37	448.47	221.16	5.0	0.0	0.0	5239.0	3349.6
26	0.54	43.8	0.7	5365.96	391.72	193.17	5.0	0.0	0.0	4103.3	3473.4
27	0.54	46.1	0.8	4530.14	330.7	163.09	5.0	0.0	0.0	2773.6	3618.0
28	0.54	48.5	0.8	3628.45	264.88	130.62	5.0	0.0	0.0	1190.0	3790.0
29	0.51	51.1	0.8	2537.82	185.26	91.36	5.0	0.0	0.0	-642.9	3782.8
30	0.57	53.8	1.0	1165.2	85.06	41.95	5.0	0.0	0.0	-4128.2	4467.8

• **ANALISI DI STABILITA' - CONDIZIONI NON DRENATE IN REGIME DINAMICO**
AZIONE SISMICA VERTICALE NEGATIVA

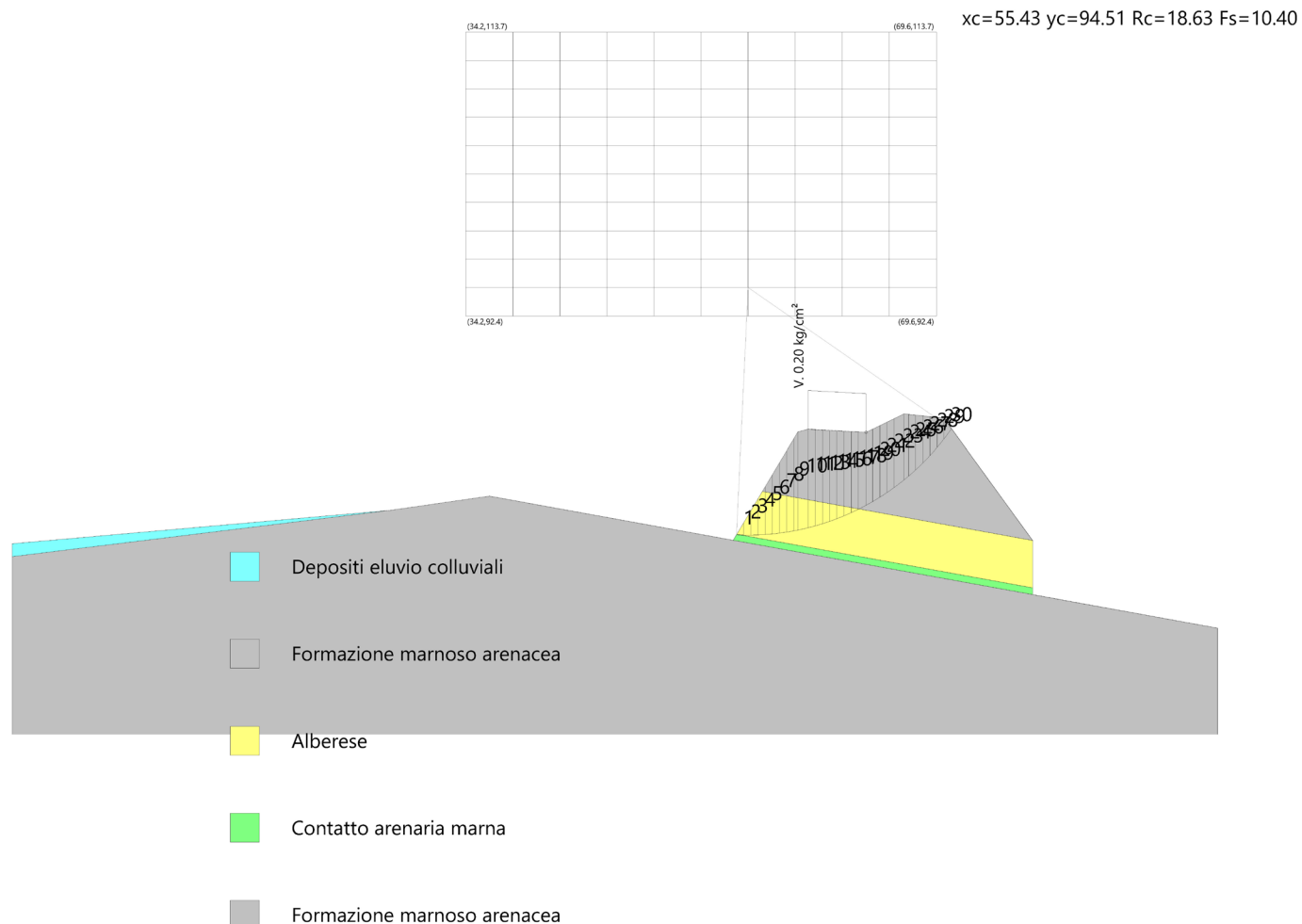


Figura rappresentante la superficie a fattore minimo (campitura a righe verticali).

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	10.4
Ascissa centro superficie	55.43 m
Ordinata centro superficie	94.51 m
Raggio superficie	18.63 m

$x_c = 55.426$ $y_c = 94.507$ $R_c = 18.634$ $F_s=10.396$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.54	-1.9	0.5	673.04	49.13	-24.23	2.43	0.0	0.0	710.8	1146.8
2	0.54	-0.2	0.5	2004.04	146.29	-72.15	5.71	0.0	0.0	2014.0	2696.9
3	0.54	1.4	0.5	3311.62	241.75	-119.22	5.71	0.0	0.0	3244.6	2697.7
4	0.54	3.1	0.5	4596.42	335.54	-165.47	5.71	0.0	0.0	4456.5	2700.8
5	0.54	4.8	0.5	5810.69	424.18	-209.19	5.71	0.0	0.0	5605.0	2706.2
6	0.54	6.4	0.5	6995.51	510.67	-251.84	5.71	0.0	0.0	6733.6	2714.0

SLOPE

7	0.54	8.1	0.5	8157.21	595.48	-293.66	5.71	0.0	0.0	7851.3	2724.1
8	0.54	9.8	0.5	9295.39	678.56	-334.63	5.71	0.0	0.0	8960.4	2736.8
9	0.31	11.1	0.3	5753.62	420.01	-207.13	5.71	0.0	0.0	5558.1	1554.9
10	0.77	12.8	0.81	4987.24	1094.07	-539.54	5.71	0.0	0.0	14472.6	3945.9
11	0.54	14.9	0.61	0466.39	764.05	-376.79	5.71	0.0	0.0	10082.6	2811.4
12	0.54	16.6	0.61	0118.82	738.67	-364.28	5.71	0.0	0.0	9719.9	2814.4
13	0.54	18.4	0.6	9824.31	717.17	-353.68	5.71	0.0	0.0	9408.2	2841.4
14	0.54	20.1	0.6	9503.07	693.72	-342.11	5.71	0.0	0.0	9068.5	2872.0
15	0.54	21.9	0.6	9154.31	668.26	-329.56	5.71	0.0	0.0	8697.8	2906.5
16	0.54	23.7	0.6	8776.97	640.72	-315.97	5.71	0.0	0.0	8292.5	2945.1
17	0.54	25.5	0.6	8370.08	611.02	-301.32	5.71	0.0	0.0	7848.3	2988.4
18	0.59	27.5	0.7	8631.82	630.12	-310.75	5.0	0.0	0.0	8221.8	2897.9
19	0.49	29.3	0.6	6969.55	508.78	-250.9	5.0	0.0	0.0	6610.1	2464.1
20	0.54	31.2	0.6	7586.26	553.8	-273.11	5.0	0.0	0.0	7198.0	2758.1
21	0.54	33.1	0.6	7478.19	545.91	-269.21	5.0	0.0	0.0	7091.0	2818.2
22	0.54	35.1	0.7	7332.82	535.3	-263.98	5.0	0.0	0.0	6936.0	2885.8
23	0.75	37.6	0.9	9871.13	720.59	-355.36	5.0	0.0	0.0	9273.1	4138.0
24	0.33	39.7	0.4	4112.48	300.21	-148.05	5.0	0.0	0.0	3789.4	1874.5
25	0.54	41.5	0.7	6143.37	448.47	-221.16	5.0	0.0	0.0	5415.2	3150.4
26	0.54	43.8	0.7	5365.96	391.72	-193.17	5.0	0.0	0.0	4301.0	3266.9
27	0.54	46.1	0.8	4530.14	330.7	-163.09	5.0	0.0	0.0	2997.1	3402.9
28	0.54	48.5	0.8	3628.45	264.88	-130.62	5.0	0.0	0.0	1445.2	3564.7
29	0.51	51.1	0.8	2537.82	185.26	-91.36	5.0	0.0	0.0	-364.7	3557.9
30	0.57	53.8	1.0	1165.2	85.06	-41.95	5.0	0.0	0.0	-3765.5	4202.1

5) CONCLUSIONI

Le verifiche di stabilità sono state eseguite, utilizzando il programma di calcolo Slope-Geostru Software 2025, lungo la sezione di scavo 7-7', orientata SO-NE al fine di valutare l'eventuale scorrimento traslativo del banco di alberese in tale direzione e la sezione 3-3', orientata NO-SE per valutare la stabilità della strada vicinale in corrispondenza delle scarpate di scavo SE e NO.

Nelle elaborazioni di calcolo si è tenuto conto del sovraccarico distribuito stimato pari cautelativamente a 0.2 Kg/cm², indotto dal transito veicolare insistente nella strada vicinale.

I parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche sono quelli derivati dai dati di laboratorio.

A tale scopo sono stati presi in considerazione per lo strato basale al contatto arenaria-marna i parametri geotecnici residui derivanti da prove di laboratorio.

L'angolo di attrito interno pari a 13°, la coesione drenata pari rispettivamente a 0.1 e 0 Kg/cm^q.

Le verifiche sono state eseguite in condizioni drenate ed in condizioni non drenate.

La stabilità del pendio è stata verificata in condizioni statiche ed in condizioni dinamiche.

Nel metodo di calcolo, in condizioni dinamiche, è stato considerato l'effetto dell'azione sismica verticale positiva e negativa.

Nel metodo pseudostatico l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso del volume di terreno potenzialmente instabile.

La condizione di stato limite ultimo (SLU) viene riferita al cinematiso di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza.

In queste verifiche la condizione limite valutata è quella di salvaguardia della vita (SLV), come espressamente richiesto nelle NTC 2018.

Il metodo di calcolo che si è utilizzato per l'analisi delle superfici planari definite della sezione 7-7' è stato quello di Morgenstern e Price.

Il metodo di calcolo che si è utilizzato per l'analisi delle superfici circolari della sezione 3-3' è stato quello di Bishop.

I parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche sono quelli derivati dai dati di laboratorio.

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso unità di volume saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.08	0.8	24	1800	2000	Depositi eluvio colluviali	
2	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	
3	2	8	38	2500	2700	Alberese	
4	0	3.4	13	2400	2600	Contatto arenaria marna	
5	1.5	7	38	2400	2600	Formazione marnoso arenacea	

Nelle elaborazioni effettuate, precisate negli elaborati di calcolo, sono stati ottenuti i seguenti fattori di sicurezza minimi:

SEZIONE 7-7'

SUPERFICIE DI ROTTURA PREDEFINITA

- **coesione strato contatto arenaria-marna = 0.1 Kg/cm^q**

Superficie 1:

2.02 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;

18.18 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico;

1.56 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;

1.61 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

6.22 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;

6.55 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 2:

- 4.09 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 12.89 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico;
- 3.30 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 3.45 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;
- 10.43 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 11.07 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 3:

- 9.52 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 30.73 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico;
- 8.34 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 8.85 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;
- 26.95 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 28.77 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 4:

- 8.61 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 26.48 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico;
- 7.30 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 7.70 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;
- 22.44 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 23.90 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 5:

- 7.99 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 23.30 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico;
- 6.55 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 6.87 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;
- 19.06 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 20.25 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

- **coesione strato contatto arenaria-marna = 0 Kg/cmq**

Superficie 1:

- 1.83 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 1.41 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 1.45 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 2:

- 3.99 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 3.36 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 4.80 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 3:

- 9.49 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 8.81 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 4.03 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 4:

-
- 8.60 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
 - 7.29 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
 - 7.69 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

Superficie 5:

- 7.98 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico;
- 6.54 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva;
- 6.85 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa;

SEZIONE 3-3' SETTORE SE

SUPERFICIE DI ROTTURA CIRCOLARE

- 2.22 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 5.69 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 1.82 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 1.96 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 4.79 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 5.10 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;

SEZIONE 3-3' SETTORE NO

SUPERFICIE DI ROTTURA CIRCOLARE

- 4.72 a lungo termine (condizioni drenate) in regime statico tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 11.84 a breve termine (condizioni non drenate) in regime statico tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 3.85 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 4.11 a lungo termine (condizioni drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 9.78 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale positiva, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;
- 10.40 a breve termine (condizioni non drenate) in regime dinamico, con azione sismica verticale negativa, tra le potenziali superfici di scorrimento circolari;

Considerando che i fattori di sicurezza risultano sempre ampiamente al di sopra del limite di legge, si rileva che le verifiche eseguite risultano soddisfatte per il versante in esame.

In particolare le verifiche di stabilità eseguite in condizioni drenate (statiche e dinamiche) nel caso di scivolamento traslativo dello strato di alberese lungo la massima pendenza, hanno sempre evidenziato valori superiori a 1.1, anche azzerando il parametro coesione dello strato basale di contatto marna-arenaria.
