COMUNE DI MONTALTO UFFUGO

Prov. di Cosenza

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDROGEOLOGICO ALLA LOCALITÀ CALDOPIANO MEDIANTE RIPRISTINO DELLA STRUTTURA STRADALE DI CONTENIMENTO INTERESSATA DA DISSESTO
CUP: H84H20000700001

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

COMMITTENTE : AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONTALTO UFFUGO

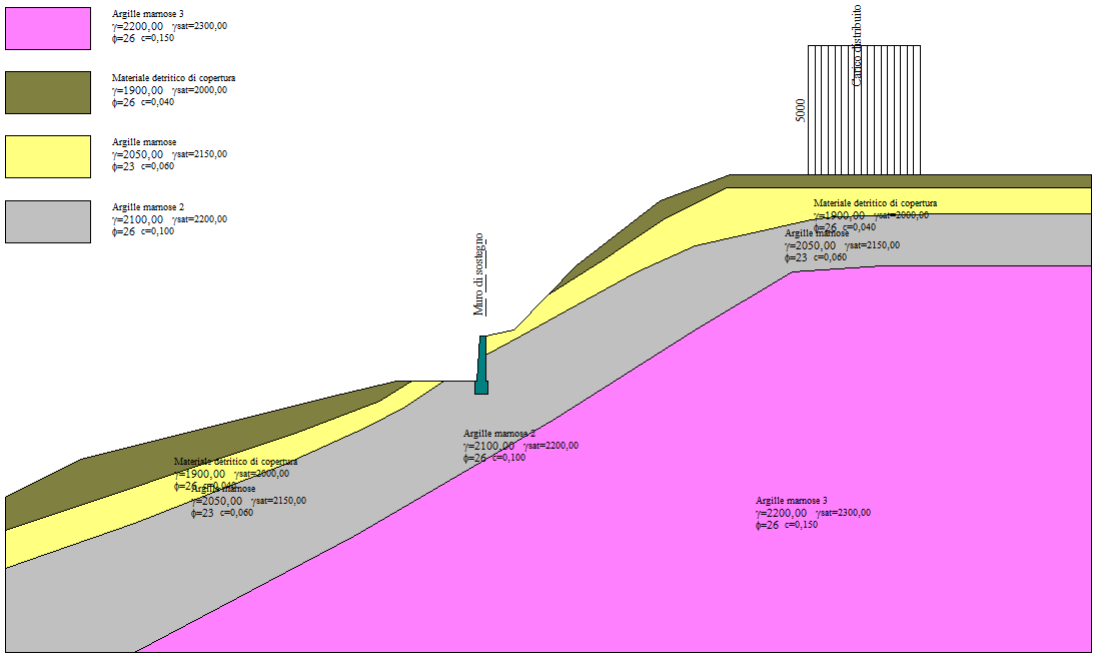
VERIFICA DI STABILITA' ANTE E POST INTERVENTO

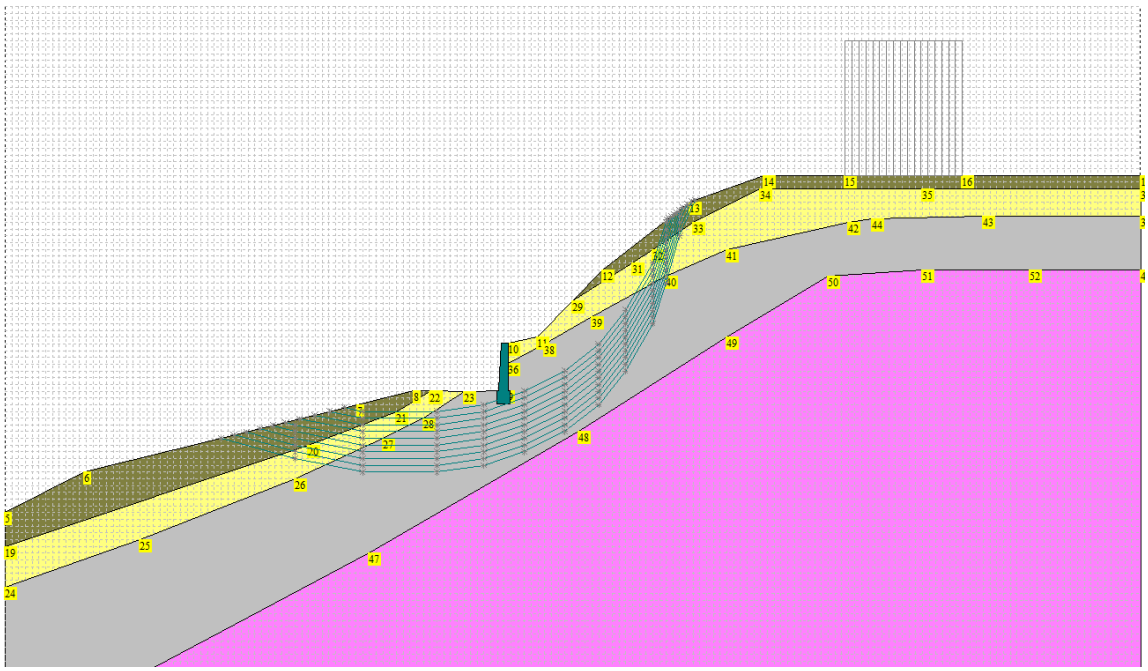
			TAV. 15

Il R.U.P.
Ing. Massimiliano Costanzo

Il Progettista
Ing. Govanni Motta

ANALISI DI STABILITA' STATO ATTUALE
COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO **1.079**





Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
Δ**X**	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
Δ**E**	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bell

Bell suppone nota l'andamento della pressione normale lungo la superficie di rottura ed assume per la σ_i la seguente espressione

$$\sigma_i = C_1(1-K_y)W_i\cos\alpha_i/l_i + C_2 f(x,y)$$

La funzione *f(x,y)* è espressa in funzione delle coordinate della striscia

$$f(x,y) = \sin 2\pi \frac{x_n - x_i}{x_n - x_0}$$

Per pareggiare il numero delle equazioni con il numero delle incognite introduce l'ulteriore incognita C_3 come moltiplicatore della coesione. Tale incognita dovrà essere in soluzione pari all'unità. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bell** si ottiene dalla risoluzione del seguente sistema di equazioni non lineari, nelle incognite C_1, C_2 e C_3, ottenuto scrivendo l'equilibrio dell'intera massa alla traslazione orizzontale, verticale ed alla rotazione:

$$\begin{aligned} M_{11}\,C_1 + M_{12}\,C_2 + M_{13}\,C_3 &= V_1 \\ M_{21}\,C_1 + M_{22}\,C_2 + M_{23}\,C_3 &= V_2 \\ M_{31}\,C_1 + M_{32}\,C_2 + M_{33}\,C_3 &= V_3 \end{aligned}$$

dove i coefficienti del sistema si ricavano dalle equazioni di equilibrio e valgono:
$M_{11} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\, W_i \cos^2\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i - F\,\Sigma_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i]$
$M_{12} = \Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i - F\,\Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i$
$M_{13} = \Sigma_i\, c_i\, b_i$
$M_{21} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\, W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F\,\Sigma_i\, W_i \cos^2\alpha_i]$
$M_{22} = \Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F\,\Sigma_i\, f_i\, b_i$
$M_{23} = \Sigma_i\, c_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i$
$M_{31} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\,(W_i \cos^2\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci}) + F\,[\Sigma_i\,(W_i \cos^2\alpha_i)\, x_{ci} - \Sigma_i(W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i)\, y_{ci}]]$
$M_{32} = \Sigma_i(f_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci} - F\,[\Sigma_i\,(f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i)\, y_{ci} + \Sigma_i\,(f_i\, b_i)\, x_{ci}]$
$M_{33} = \Sigma_i(c_i\, b_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(c_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i)\, x_{ci}$
$V_1 = \Sigma_i\, u_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i + F(K_x\,\Sigma_i\, W_i - X)$
$V_2 = \Sigma_i\, u_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F[(1 - K_y)\,\Sigma_i\, W_i + Z]$
$V_3 = \Sigma_i(u_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(u_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci} + F\,[K_x\,\Sigma_i\, W_i\, y_{cgi} + (1 - K_y)\,\Sigma_i\, W_i\, x_{cgi} - X\, y_x - Z\, x_y]$

La ricerca del fattore di sicurezza avviene operando sul coefficiente $\mathbf{C_3}$. Si comincia da due valori di **F** che individuano un intervallo all'interno del quale si può ritenere sia compreso il coefficiente di sicurezza soluzione del problema. Risolvendo il sistema si ricavano i due corrispondenti valori di $\mathbf{C_3}$ e quindi si reitera prendendo come nuovo valore quello derivante dall'interpolazione:

$$F = F_f + \frac{1 - C_{3f}}{C_{3f} - C_{3i}} (F_f - F_i)$$

dove gli indici **i** ed **f** stanno rispettivamente per iniziale e finale. L'iterazione si può fermare quando la differenza tra l'ultimo **F** ricavato ed il penultimo è abbastanza piccola, oppure quando la differenza di $\mathbf{C_3}$ dall'unità può essere ritenuta trascurabile.

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cmq]
1	Materiale detritico di copertura	1900	2000	26.00	0,040
2	Argille marnose	2050	2150	23.00	0,060
3	Argille marnose 2	2100	2200	26.00	0,100
4	Argille marnose 3	2200	2300	26.00	0,150

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.
Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	12,00
2	5,86	15,00
3	26,10	20,00
4	30,34	21,05
5	31,55	21,05
6	34,00	21,00
7	37,27	21,05
8	37,27	23,09
9	37,27	24,55
10	39,47	25,00
11	42,04	27,68
12	44,27	30,00
13	50,77	35,00
14	56,21	37,00
15	62,28	37,00
16	70,95	37,00
17	84,23	37,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Argille marnose 3)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	10,05	0,00
2	84,23	0,00
3	84,23	30,00
4	76,00	30,00
5	68,00	30,00
6	61,00	29,50
7	53,50	25,00
8	42,50	18,00
9	27,00	9,00

Strato N° **2** costituito da terreno n° 1 (Materiale detritico di copertura)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	31,55	21,05
2	30,34	21,05
3	26,10	20,00
4	5,86	15,00
5	0,00	12,00
6	0,00	9,50
7	22,50	17,00
8	29,00	19,50
9	31,50	21,00

Strato N° **3** costituito da terreno n° 2 (Argille marnose)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	34,00	21,00
2	31,55	21,05
3	31,50	21,00
4	29,00	19,50
5	22,50	17,00
6	0,00	9,50
7	0,00	6,50
8	10,00	10,00
9	21,50	14,50
10	28,00	17,50
11	31,00	19,00

Strato N° **4** costituito da terreno n° 1 (Materiale detritico di copertura)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	84,23	36,00
2	84,23	37,00
3	70,95	37,00
4	62,28	37,00
5	56,21	37,00
6	50,77	35,00
7	44,27	30,00
8	42,04	27,68
9	46,50	30,50
10	48,00	31,50
11	51,00	33,50
12	56,00	36,00
13	68,00	36,00

Strato N° **5** costituito da terreno n° 2 (Argille marnose)

Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	84,23	34,00
2	84,23	36,00
3	68,00	36,00
4	56,00	36,00
5	51,00	33,50
6	48,00	31,50
7	46,50	30,50
8	42,04	27,68
9	39,47	25,00
10	37,27	24,55
11	37,27	23,09
12	40,00	24,50
13	43,50	26,50
14	49,00	29,50
15	53,50	31,50
16	62,50	33,50
17	64,25	33,75
18	72,50	34,00

Strato N° **6** costituito da terreno n° 3 (Argille marnose 2)

Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	84,23	30,00
2	84,23	34,00
3	72,50	34,00
4	64,25	33,75
5	62,50	33,50
6	53,50	31,50
7	49,00	29,50
8	43,50	26,50

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
9	40,00	24,50
10	37,27	23,09
11	37,27	21,05
12	34,00	21,00
13	31,00	19,00
14	28,00	17,50
15	21,50	14,50
16	10,00	10,00
17	0,00	6,50
18	0,00	0,00
19	10,05	0,00
20	27,00	9,00
21	42,50	18,00
22	53,50	25,00
23	61,00	29,50
24	68,00	30,00
25	76,00	30,00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate
L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.
N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Tipo Tipo carico
Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile
Carichi distribuiti
P_i, P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i	P_f	Vy	Vx
				[m]	*[m]*	*[kg/m]*	*[kg/m]*
1	Carico distribuito	Permanente	--	62,28 37,00	70,95 37,00	5000 5000	0 0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1,30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	37,27	m
Altezza paramento	3,50	m
Spessore in testa	0,50	m
Inclinazione esterna	2,740	
Inclinazione interna	0,000	
Spessore alla base	0,67	m
Lunghezza mensola fondazione valle	0,18	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0,16	m
Lunghezza fondazione totale	1,01	m
Spessore fondazione	1,00	m
Altezza di scavo	3,00	m

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	39.381718
Longitudine	16.129267
Comune	
Provincia	
Regione	
Punti di interpolazione del reticolo	39446 - 39445 - 39667 - 39668

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		3.154	1.158
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.321	0.118
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.454	2.334
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.400	0.334
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.232	1.370
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	13.31	5.43
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.65	2.72

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considerano 10 superfici di rottura definite per punti

Coordinate superficie di rottura n° 1

n°	X *[m]*	Y *[m]*
1	15,99	17,50
2	21,50	16,00
3	26,50	15,00
4	32,00	15,00
5	35,50	15,50
6	38,50	16,50
7	41,50	18,00
8	44,00	20,00

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
9	46,00	22,50
10	48,00	26,00
11	49,00	29,00
12	50,00	32,50
13	51,13	35,13

Coordinate superficie di rottura n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	16,95	17,74
2	21,50	16,50
3	26,50	15,50
4	32,00	15,50
5	35,50	16,00
6	38,50	17,00
7	41,50	18,50
8	44,00	20,50
9	46,00	23,00
10	48,00	26,50
11	49,00	29,50
12	50,00	33,00
13	50,87	35,04

Coordinate superficie di rottura n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	17,91	17,98
2	21,50	17,00
3	26,50	16,00
4	32,00	16,00
5	35,50	16,50
6	38,50	17,50
7	41,50	19,00
8	44,00	21,00
9	46,00	23,50
10	48,00	27,00
11	49,00	30,00
12	50,00	33,50
13	50,58	34,85

Coordinate superficie di rottura n° 4

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	18,88	18,22
2	21,50	17,50
3	26,50	16,50
4	32,00	16,50
5	35,50	17,00
6	38,50	18,00
7	41,50	19,50
8	44,00	21,50
9	46,00	24,00
10	48,00	27,50
11	49,00	30,50
12	50,00	34,00
13	50,26	34,61

Coordinate superficie di rottura n° 5

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	19,84	18,45
2	21,50	18,00
3	26,50	17,00
4	32,00	17,00
5	35,50	17,50
6	38,50	18,50
7	41,50	20,00
8	44,00	22,00
9	46,00	24,50
10	48,00	28,00
11	49,00	31,00
12	49,97	34,38

Coordinate superficie di rottura n° 6

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	20,80	18,69

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
2	21,50	18,50
3	26,50	17,50
4	32,00	17,50
5	35,50	18,00
6	38,50	19,00
7	41,50	20,50
8	44,00	22,50
9	46,00	25,00
10	48,00	28,50
11	49,00	31,50
12	49,78	34,24

Coordinate superficie di rottura n° 7

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	21,81	18,94
2	26,50	18,00
3	32,00	18,00
4	35,50	18,50
5	38,50	19,50
6	41,50	21,00
7	44,00	23,00
8	46,00	25,50
9	48,00	29,00
10	49,00	32,00
11	49,60	34,10

Coordinate superficie di rottura n° 8

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	22,92	19,22
2	26,50	18,50
3	32,00	18,50
4	35,50	19,00
5	38,50	20,00
6	41,50	21,50
7	44,00	23,50
8	46,00	26,00
9	48,00	29,50
10	49,00	32,50
11	49,42	33,96

Coordinate superficie di rottura n° 9

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	24,04	19,49
2	26,50	19,00
3	32,00	19,00
4	35,50	19,50
5	38,50	20,50
6	41,50	22,00
7	44,00	24,00
8	46,00	26,50
9	48,00	30,00
10	49,00	33,00
11	49,23	33,82

Coordinate superficie di rottura n° 10

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	25,16	19,77
2	26,50	19,50
3	32,00	19,50
4	35,50	20,00
5	38,50	21,00
6	41,50	22,50
7	44,00	24,50
8	46,00	27,00
9	48,00	30,50
10	49,00	33,50
11	49,05	33,68

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:
- BELL

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**
Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	50
Coefficiente di sicurezza minimo	1.079
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BELL	50	1.079	1	1.683	50

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x *[m]*	C_y *[m]*	R *[m]*	x_v *[m]*	x_m *[m]*	V *[mc]*	FS	Caso	Sisma
1	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,079 (L)	[PC]	[SLV] H -V
2	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,085 (L)	[PC]	[SLV] H -V
3	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,087 (L)	[PC]	[SLV] H +V
4	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,104 (L)	[PC]	[SLV] H -V
5	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,111 (L)	[PC]	[SLV] H +V
6	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,111 (L)	[PC]	[SLV] H -V
7	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,115 (L)	[PC]	[SLV] H +V
8	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,123 (L)	[PC]	[SLV] H +V
9	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,143 (L)	[PC]	[SLV] H -V
10	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,143 (L)	[PC]	[SLV] H +V
11	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,172 (L)	[PC]	[SLV] H +V
12	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,175 (L)	[PC]	[SLV] H -V
13	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,201 (L)	[PC]	[SLV] H +V
14	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,206 (L)	[PC]	[SLV] H -V
15	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,229 (L)	[PC]	[SLV] H +V
16	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,229 (L)	[PC]	[SLD] H -V
17	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,237 (L)	[PC]	[SLV] H -V
18	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,239 (L)	[PC]	[SLD] H -V
19	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,240 (L)	[PC]	[SLD] H +V
20	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,257 (L)	[PC]	[SLV] H +V
21	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,259 (L)	[PC]	[SLD] H +V
22	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,264 (L)	[PC]	[SLD] H -V
23	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,267 (L)	[PC]	[SLV] H -V
24	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,269 (L)	[PC]	[SLD] H -V
25	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,279 (L)	[PC]	[SLD] H +V
26	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,281 (L)	[PC]	[SLD] H +V
27	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,284 (L)	[PC]	[SLV] H +V
28	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,297 (L)	[PC]	[SLV] H -V
29	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,307 (L)	[PC]	[SLD] H -V
30	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,316 (L)	[PC]	[SLD] H +V
31	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,347 (L)	[PC]	[SLD] H -V
32	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,354 (L)	[PC]	[SLD] H +V
33	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,363 (L)	[PC]	--
34	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,376 (L)	[PC]	--
35	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,385 (L)	[PC]	[SLD] H -V
36	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,392 (L)	[PC]	[SLD] H +V
37	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,406 (L)	[PC]	--
38	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,410 (L)	[PC]	--
39	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,423 (L)	[PC]	[SLD] H -V
40	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,429 (L)	[PC]	[SLD] H +V
41	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,456 (L)	[PC]	--
42	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,460 (L)	[PC]	[SLD] H -V
43	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,465 (L)	[PC]	[SLD] H +V
44	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,497 (L)	[PC]	[SLD] H -V
45	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,501 (L)	[PC]	[SLD] H +V
46	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,503 (L)	[PC]	--
47	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,549 (L)	[PC]	--
48	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,594 (L)	[PC]	--
49	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,638 (L)	[PC]	--
50	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,683 (L)	[PC]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso il basso

Numero di strisce	29	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 22,92	Y_v[m]= 19,22
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 49,42	Y_m[m]= 33,96

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_q	Y_q	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
1	22,92	19,22	19,22	23,98	19,48	19,00	23,63	19,23	1,08	-11,31	26.00	0,04
2	23,98	19,48	19,00	25,04	19,74	18,79	24,57	19,25	1,08	-11,31	26.00	0,04
3	25,04	19,74	18,79	26,10	20,00	18,58	25,61	19,28	1,08	-11,31	26.00	0,04
4	26,10	20,00	18,58	26,50	20,10	18,50	26,30	19,29	0,41	-11,31	25.51	0,04
5	26,50	20,10	18,50	27,78	20,42	18,50	27,16	19,38	1,28	0,00	23.00	0,06
6	27,78	20,42	18,50	29,06	20,73	18,50	28,44	19,54	1,28	0,00	23.00	0,06
7	29,06	20,73	18,50	30,34	21,05	18,50	29,71	19,70	1,28	0,00	23.80	0,07
8	30,34	21,05	18,50	31,00	21,05	18,50	30,67	19,78	0,66	0,00	26.00	0,10
9	31,00	21,05	18,50	31,55	21,05	18,50	31,28	19,77	0,55	0,00	26.00	0,10
10	31,55	21,05	18,50	32,00	21,04	18,50	31,77	19,77	0,45	0,00	26.00	0,10
11	32,00	21,04	18,50	33,00	21,02	18,64	32,49	19,80	1,01	8,13	26.00	0,10
12	33,00	21,02	18,64	34,00	21,00	18,79	33,49	19,86	1,01	8,13	26.00	0,10
13	34,00	21,00	18,79	34,75	21,01	18,89	34,37	19,92	0,76	8,13	26.00	0,10
14	34,75	21,01	18,89	35,50	21,02	19,00	35,12	19,98	0,76	8,13	26.00	0,10
15	35,50	21,02	19,00	36,39	21,04	19,30	35,93	20,09	0,93	18,43	26.00	0,10
16	36,39	21,04	19,30	37,27	21,05	19,59	36,81	20,24	0,93	18,43	26.00	0,10
17	37,27	24,55	19,59	38,50	24,80	20,00	37,88	22,23	1,30	18,43	26.00	0,10
18	38,50	24,80	20,00	39,47	25,00	20,48	38,98	22,57	1,08	26,57	26.00	0,10
19	39,47	25,00	20,48	40,48	26,06	20,99	39,99	23,14	1,13	26,57	26.00	0,10
20	40,48	26,06	20,99	41,50	27,11	21,50	41,00	23,92	1,13	26,57	26.00	0,10
21	41,50	27,11	21,50	42,75	28,42	22,50	42,13	24,89	1,60	38,66	26.00	0,10
22	42,75	28,42	22,50	44,00	29,72	23,50	43,38	26,04	1,60	38,66	26.00	0,10
23	44,00	29,72	23,50	44,27	30,00	23,84	44,13	26,76	0,43	51,34	26.00	0,10
24	44,27	30,00	23,84	45,14	30,67	24,92	44,70	27,35	1,38	51,34	26.00	0,10
25	45,14	30,67	24,92	46,00	31,33	26,00	45,56	28,22	1,38	51,34	26.00	0,10
26	46,00	31,33	26,00	47,00	32,10	27,75	46,48	29,27	2,02	60,26	26.00	0,10
27	47,00	32,10	27,75	48,00	32,87	29,50	47,48	30,53	2,02	60,26	24.64	0,08
28	48,00	32,87	29,50	49,00	33,64	32,50	48,42	31,97	3,16	71,57	23.43	0,06
29	49,00	33,64	32,50	49,42	33,96	33,96	49,14	33,37	1,52	74,05	26.00	0,04

Metodo di **BELL**

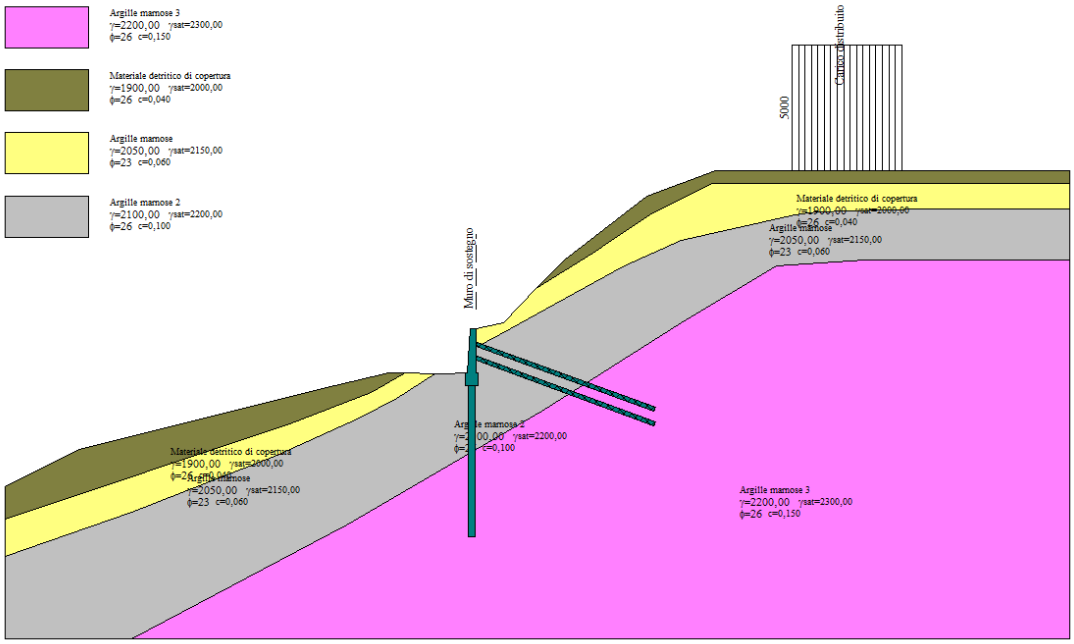
Coefficiente di sicurezza F_S= 1.079

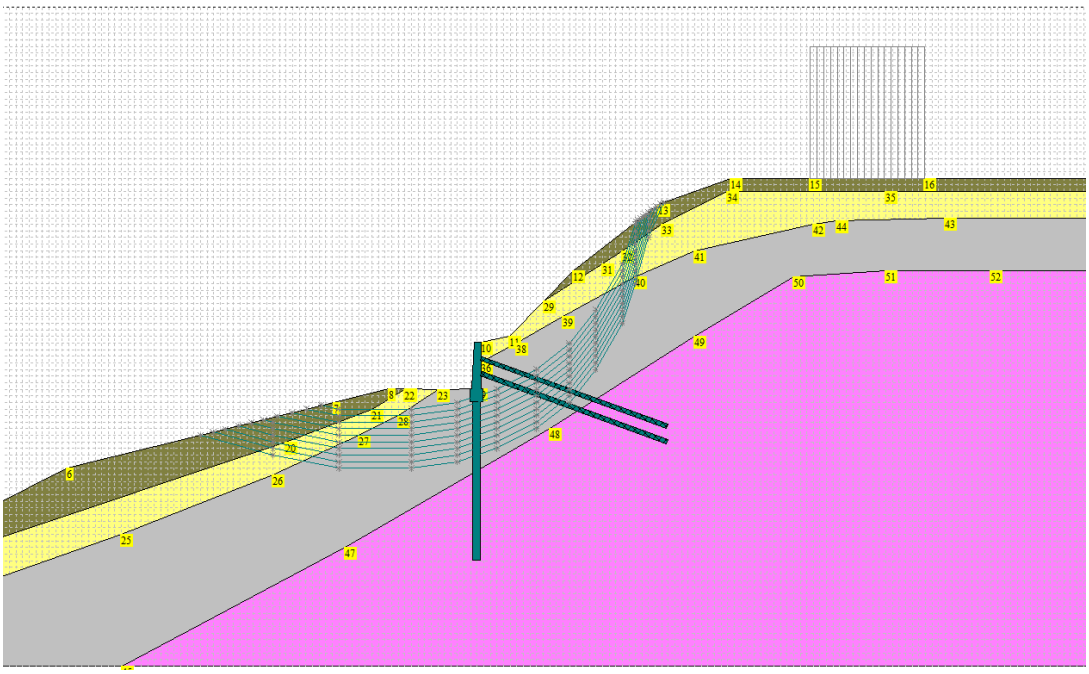
Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	476	0	634	687	0	0	735	0	20	
2	1428	0	1899	1259	0	735	2151	20	-71	
3	2381	0	3150	1824	0	2151	4241	-71	-263	
4	1147	0	1511	832	0	4241	5200	-263	-358	
5	4329	0	5789	2989	0	5200	7613	-358	-1530	
6	5194	0	6915	3432	0	7613	10354	-1530	-2905	
7	6090	0	8018	4115	0	10354	13658	-2905	-4428	
8	3407	0	4443	2620	0	13658	15824	-4428	-5237	

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
9	2879	0	3737	2199	0	15824	17640	-5237	-5904	
10	2371	0	3063	1802	0	17640	19126	-5904	-6438	
11	5113	0	6509	3878	0	19126	21364	-6438	-7977	
12	4804	0	6048	3670	0	21364	23502	-7977	-9360	
13	3412	0	4236	2617	0	23502	25040	-9360	-10284	
14	3261	0	3989	2505	0	25040	26522	-10284	-11109	
15	3498	0	4025	2684	0	26522	27329	-11109	-12045	
16	2975	0	3323	2367	0	27329	28128	-12045	-12773	
17	12529	0	14048	7551	0	28128	29182	-12773	-15125	
18	9444	0	9820	5444	0	29182	28402	-15125	-16270	
19	10157	0	10471	5785	0	28402	27541	-16270	-17390	
20	11304	0	11632	6309	0	27541	26478	-17390	-18559	
21	14991	0	13263	7478	0	26478	22037	-18559	-17598	
22	15661	0	13890	7762	0	22037	17337	-17598	-16590	
23	3435	0	2367	1470	0	17337	15951	-16590	-15553	
24	10553	0	7280	4574	0	15951	11718	-15553	-12418	
25	9774	0	6773	4345	0	11718	7843	-12418	-9617	
26	9804	0	5176	4208	0	7843	4131	-9617	-5382	
27	7724	0	4146	3292	0	4131	1137	-5382	-2060	
28	4411	0	1318	2204	0	1137	-3	-2060	138	
29	451	0	109	612	0	-3	0	138	0	

ANALISI DI STABILITA' STATO FUTURO
COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO **1.222**





Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bell

Bell suppone nota l'andamento della pressione normale lungo la superficie di rottura ed assume per la σ_i la seguente espressione

$$\sigma_i = C_1(1-K_y)W_i\cos\alpha_i/l_i+C_2f(x,y)$$

La funzione *f(x,y)* è espressa in funzione delle coordinate della striscia

$$f(x,y) = \sin 2\pi \frac{x_n-x_i}{x_n-x_0}$$

Per pareggiare il numero delle equazioni con il numero delle incognite introduce l'ulteriore incognita C_3 come moltiplicatore della coesione. Tale incognita dovrà essere in soluzione pari all'unità. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bell** si ottiene dalla risoluzione del seguente sistema di equazioni non lineari, nelle incognite C_1, C_2 e C_3, ottenuto scrivendo l'equilibrio dell'intera massa alla traslazione orizzontale, verticale ed alla rotazione:

$$\begin{aligned} M_{11}\,C_1 + M_{12}\,C_2 + M_{13}\,C_3 &= V_1 \\ M_{21}\,C_1 + M_{22}\,C_2 + M_{23}\,C_3 &= V_2 \\ M_{31}\,C_1 + M_{32}\,C_2 + M_{33}\,C_3 &= V_3 \end{aligned}$$

dove i coefficienti del sistema si ricavano dalle equazioni di equilibrio e valgono:
$M_{11} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\, W_i \cos^2\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i - F\,\Sigma_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i]$
$M_{12} = \Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i - F\,\Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i$
$M_{13} = \Sigma_i\, c_i\, b_i$
$M_{21} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\, W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F\,\Sigma_i\, W_i \cos^2\alpha_i]$
$M_{22} = \Sigma_i\, f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F\,\Sigma_i\, f_i\, b_i$
$M_{23} = \Sigma_i\, c_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i$
$M_{31} = (1 - K_y)\,[\Sigma_i\,(W_i \cos^2\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci}) + F\,[\Sigma_i\,(W_i \cos^2\alpha_i)\, x_{ci} - \Sigma_i(W_i \cos\alpha_i \sin\alpha_i)\, y_{ci}]]$
$M_{32} = \Sigma_i(f_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci} - F\,[\Sigma_i\,(f_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i)\, y_{ci} + \Sigma_i\,(f_i\, b_i)\, x_{ci}]$
$M_{33} = \Sigma_i(c_i\, b_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(c_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i)\, x_{ci}$
$V_1 = \Sigma_i\, u_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i + F(K_x\,\Sigma_i\, W_i - X)$
$V_2 = \Sigma_i\, u_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i + F[(1 - K_y)\,\Sigma_i\, W_i + Z]$
$V_3 = \Sigma_i(u_i\, b_i \operatorname{tg}\phi_i)\, y_{ci} + \Sigma_i(u_i\, b_i \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)\, x_{ci} + F\,[K_x\,\Sigma_i\, W_i\, y_{cgi} + (1 - K_y)\,\Sigma_i\, W_i\, x_{cgi} - X\, y_x - Z\, x_y]$

La ricerca del fattore di sicurezza avviene operando sul coefficiente $\mathbf{C_3}$. Si comincia da due valori di **F** che individuano un intervallo all'interno del quale si può ritenere sia compreso il coefficiente di sicurezza soluzione del problema. Risolvendo il sistema si ricavano i due corrispondenti valori di $\mathbf{C_3}$ e quindi si reitera prendendo come nuovo valore quello derivante dall'interpolazione:

$$F = F_f + \frac{1 - C_{3f}}{C_{3f} - C_{3i}}\,(F_f - F_i)$$

dove gli indici **i** ed **f** stanno rispettivamente per iniziale e finale. L'iterazione si può fermare quando la differenza tra l'ultimo **F** ricavato ed il penultimo è abbastanza piccola, oppure quando la differenza di $\mathbf{C_3}$ dall'unità può essere ritenuta trascurabile.

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
1	Materiale detritico di copertura	1900	2000	26.00	0,040
2	Argille marnose	2050	2150	23.00	0,060
3	Argille marnose 2	2100	2200	26.00	0,100
4	Argille marnose 3	2200	2300	26.00	0,150

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	0,00	12,00
2	5,86	15,00
3	26,10	20,00
4	30,34	21,05
5	31,55	21,05
6	34,00	21,00
7	37,27	21,05
8	37,27	23,09
9	37,27	24,55
10	39,47	25,00
11	42,04	27,68
12	44,27	30,00
13	50,77	35,00
14	56,21	37,00
15	62,28	37,00
16	70,95	37,00
17	84,23	37,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Argille marnose 3)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	10,05	0,00
2	84,23	0,00
3	84,23	30,00
4	76,00	30,00
5	68,00	30,00
6	61,00	29,50
7	53,50	25,00
8	42,50	18,00
9	27,00	9,00

Strato N° **2** costituito da terreno n° 1 (Materiale detritico di copertura)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	31,55	21,05
2	30,34	21,05

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
3	26,10	20,00
4	5,86	15,00
5	0,00	12,00
6	0,00	9,50
7	22,50	17,00
8	29,00	19,50
9	31,50	21,00

Strato N° **3** costituito da terreno n° 2 (Argille marnose)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	34,00	21,00
2	31,55	21,05
3	31,50	21,00
4	29,00	19,50
5	22,50	17,00
6	0,00	9,50
7	0,00	6,50
8	10,00	10,00
9	21,50	14,50
10	28,00	17,50
11	31,00	19,00

Strato N° **4** costituito da terreno n° 1 (Materiale detritico di copertura)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	84,23	36,00
2	84,23	37,00
3	70,95	37,00
4	62,28	37,00
5	56,21	37,00
6	50,77	35,00
7	44,27	30,00
8	42,04	27,68
9	46,50	30,50
10	48,00	31,50
11	51,00	33,50
12	56,00	36,00
13	68,00	36,00

Strato N° **5** costituito da terreno n° 2 (Argille marnose)

Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	84,23	34,00
2	84,23	36,00
3	68,00	36,00
4	56,00	36,00
5	51,00	33,50
6	48,00	31,50
7	46,50	30,50
8	42,04	27,68
9	39,47	25,00
10	37,27	24,55
11	37,27	23,09
12	40,00	24,50
13	43,50	26,50
14	49,00	29,50
15	53,50	31,50
16	62,50	33,50
17	64,25	33,75
18	72,50	34,00

Strato N° **6** costituito da terreno n° 3 (Argille marnose 2)

Coordinate dei vertici dello strato n° 6

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	84,23	30,00
2	84,23	34,00
3	72,50	34,00
4	64,25	33,75
5	62,50	33,50
6	53,50	31,50
7	49,00	29,50
8	43,50	26,50
9	40,00	24,50
10	37,27	23,09

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
11	37,27	21,05
12	34,00	21,00
13	31,00	19,00
14	28,00	17,50
15	21,50	14,50
16	10,00	10,00
17	0,00	6,50
18	0,00	0,00
19	10,05	0,00
20	27,00	9,00
21	42,50	18,00
22	53,50	25,00
23	61,00	29,50
24	68,00	30,00
25	76,00	30,00

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate
L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.
N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Tipo Tipo carico
Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile
Carichi distribuiti
P_i, P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i	P_f	Vy	Vx
				[m]	*[m]*	*[kg/m]*	*[kg/m]*
1	Carico distribuito	Permanente	--	62,28 37,00	70,95 37,00	5000 5000	0 0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Muro con 2 file di tiranti e 1 file di pali - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1,30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	37,27	m
Altezza paramento	3,50	m
Spessore in testa	0,50	m
Inclinazione esterna	2,740	
Inclinazione interna	0,000	
Spessore alla base	0,67	m
Lunghezza mensola fondazione valle	0,18	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0,16	m
Lunghezza fondazione totale	1,01	m
Spessore fondazione	1,00	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	300	kg/cmq
Percentuale di armatura zona tesa	0,30	%
Percentuale di armatura zona compressa	0,15	%
Altezza di scavo	3,00	m

Pali del muro
Fila di pali n° 1 - Pali

Posizione rispetto alla testa (positiva verso destra)	-0,35	m
Lunghezza pali	12,00	m
Diametro pali	0,60	m
Interasse pali	1,00	m
Ascissa rispetto allo spigolo di monte della fondazione	36,92	m
Percentuale di armatura	1,00	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq

Tiranti del muro
Fila di tiranti n° 1 - Tiranti passivi

Posizione rispetto alla testa (positiva verso il basso)	2,30	m
Lunghezza totale tiranti	15,00	m

Lunghezza fondazione tiranti	15,00	m
Inclinazione tiranti	20,00	
Interasse tiranti	4,00	m
Diametro tiranti	18,00	cm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	300	kg/cmq
Resistenza trazione (per tirante)	0	kg
Resistenza taglio (per tirante)	0	kg

Fila di tiranti n° 2 - Tiranti passivi

Posizione rispetto alla testa (positiva verso il basso)	1,15	m
Lunghezza totale tiranti	15,00	m
Lunghezza fondazione tiranti	15,00	m
Inclinazione tiranti	20,00	
Interasse tiranti	4,00	m
Diametro tiranti	18,00	cm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	300	kg/cmq
Resistenza trazione (per tirante)	0	kg
Resistenza taglio (per tirante)	0	kg

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	39.381718
Longitudine	16.129267
Comune	
Provincia	
Regione	
Punti di interpolazione del reticolo	39446 - 39445 - 39667 - 39668

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		3.154	1.158
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.321	0.118
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.454	2.334
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.400	0.334
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.232	1.370
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	13.31	5.43
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.65	2.72

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considerano 10 superfici di rottura definite per punti

Coordinate superficie di rottura n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	15,99	17,50
2	21,50	16,00
3	26,50	15,00
4	32,00	15,00
5	35,50	15,50
6	38,50	16,50
7	41,50	18,00
8	44,00	20,00
9	46,00	22,50
10	48,00	26,00
11	49,00	29,00
12	50,00	32,50
13	51,13	35,13

Coordinate superficie di rottura n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	16,95	17,74
2	21,50	16,50
3	26,50	15,50
4	32,00	15,50
5	35,50	16,00
6	38,50	17,00
7	41,50	18,50
8	44,00	20,50
9	46,00	23,00
10	48,00	26,50
11	49,00	29,50
12	50,00	33,00
13	50,87	35,04

Coordinate superficie di rottura n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	17,91	17,98
2	21,50	17,00
3	26,50	16,00
4	32,00	16,00
5	35,50	16,50
6	38,50	17,50
7	41,50	19,00
8	44,00	21,00
9	46,00	23,50
10	48,00	27,00
11	49,00	30,00
12	50,00	33,50
13	50,58	34,85

Coordinate superficie di rottura n° 4

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	18,88	18,22
2	21,50	17,50
3	26,50	16,50
4	32,00	16,50
5	35,50	17,00
6	38,50	18,00
7	41,50	19,50
8	44,00	21,50
9	46,00	24,00
10	48,00	27,50
11	49,00	30,50
12	50,00	34,00
13	50,26	34,61

Coordinate superficie di rottura n° 5

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	19,84	18,45
2	21,50	18,00
3	26,50	17,00
4	32,00	17,00
5	35,50	17,50
6	38,50	18,50
7	41,50	20,00
8	44,00	22,00
9	46,00	24,50
10	48,00	28,00
11	49,00	31,00
12	49,97	34,38

Coordinate superficie di rottura n° 6

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	20,80	18,69
2	21,50	18,50
3	26,50	17,50
4	32,00	17,50
5	35,50	18,00
6	38,50	19,00
7	41,50	20,50
8	44,00	22,50
9	46,00	25,00
10	48,00	28,50
11	49,00	31,50
12	49,78	34,24

Coordinate superficie di rottura n° 7

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	21,81	18,94
2	26,50	18,00
3	32,00	18,00
4	35,50	18,50
5	38,50	19,50
6	41,50	21,00
7	44,00	23,00
8	46,00	25,50
9	48,00	29,00
10	49,00	32,00
11	49,60	34,10

Coordinate superficie di rottura n° 8

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	22,92	19,22
2	26,50	18,50
3	32,00	18,50
4	35,50	19,00
5	38,50	20,00
6	41,50	21,50
7	44,00	23,50
8	46,00	26,00
9	48,00	29,50
10	49,00	32,50
11	49,42	33,96

Coordinate superficie di rottura n° 9

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	24,04	19,49
2	26,50	19,00
3	32,00	19,00
4	35,50	19,50
5	38,50	20,50
6	41,50	22,00
7	44,00	24,00
8	46,00	26,50
9	48,00	30,00
10	49,00	33,00
11	49,23	33,82

Coordinate superficie di rottura n° 10

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	25,16	19,77
2	26,50	19,50
3	32,00	19,50
4	35,50	20,00
5	38,50	21,00
6	41,50	22,50
7	44,00	24,50
8	46,00	27,00
9	48,00	30,50
10	49,00	33,50
11	49,05	33,68

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:
- BELL

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**
Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	50
Coefficiente di sicurezza minimo	1.222
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BELL	50	1.222	1	1.742	50

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)

Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x	C_v	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
1	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,222 (L)	[PC]	[SLV] H -V
2	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,228 (L)	[PC]	[SLV] H -V
3	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,234 (L)	[PC]	[SLV] H -V
4	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,239 (L)	[PC]	[SLV] H +V
5	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,239 (L)	[PC]	[SLV] H -V
6	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,241 (L)	[PC]	[SLV] H +V
7	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,244 (L)	[PC]	[SLV] H +V
8	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,259 (L)	[PC]	[SLV] H -V
9	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,259 (L)	[PC]	[SLV] H +V
10	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,263 (L)	[PC]	[SLV] H -V
11	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,264 (L)	[PC]	[SLV] H +V
12	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,274 (L)	[PC]	[SLV] H -V
13	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,283 (L)	[PC]	[SLV] H +V
14	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,286 (L)	[PC]	[SLV] H -V
15	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,300 (L)	[PC]	[SLV] H +V
16	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,306 (L)	[PC]	[SLV] H -V
17	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,309 (L)	[PC]	[SLV] H +V
18	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,321 (L)	[PC]	[SLV] H +V
19	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,330 (L)	[PC]	[SLV] H -V
20	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,333 (L)	[PC]	[SLV] H +V
21	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,418 (L)	[PC]	[SLD] H -V
22	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,422 (L)	[PC]	[SLD] H -V
23	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,434 (L)	[PC]	[SLD] H -V
24	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,436 (L)	[PC]	[SLD] H -V
25	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,437 (L)	[PC]	[SLD] H +V
26	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,438 (L)	[PC]	[SLD] H +V
27	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,447 (L)	[PC]	[SLD] H +V
28	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,456 (L)	[PC]	[SLD] H -V
29	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,462 (L)	[PC]	[SLD] H +V
30	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,467 (L)	[PC]	[SLD] H +V
31	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,478 (L)	[PC]	[SLD] H -V
32	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,490 (L)	[PC]	[SLD] H -V
33	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,492 (L)	[PC]	[SLD] H -V
34	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,499 (L)	[PC]	[SLD] H +V
35	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,512 (L)	[PC]	[SLD] H +V
36	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,514 (L)	[PC]	[SLD] H -V
37	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,522 (L)	[PC]	[SLD] H +V
38	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,533 (L)	[PC]	[SLD] H +V
39	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,543 (L)	[PC]	[SLD] H -V
40	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,549 (L)	[PC]	[SLD] H +V
41	G	--	--	--	21,81	49,60	98,04	1,597 (L)	[PC]	--
42	G	--	--	--	20,80	49,78	112,25	1,601 (L)	[PC]	--
43	G	--	--	--	19,84	49,97	127,02	1,613 (L)	[PC]	--
44	G	--	--	--	22,92	49,42	84,47	1,623 (L)	[PC]	--
45	G	--	--	--	18,88	50,26	142,40	1,639 (L)	[PC]	--
46	G	--	--	--	24,04	49,23	71,55	1,677 (L)	[PC]	--
47	G	--	--	--	17,91	50,58	158,41	1,679 (L)	[PC]	--
48	G	--	--	--	25,16	49,05	59,28	1,694 (L)	[PC]	--
49	G	--	--	--	16,95	50,87	175,06	1,707 (L)	[PC]	--
50	G	--	--	--	15,99	51,13	192,33	1,742 (L)	[PC]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso il basso

Numero di strisce 30
Intersezione a valle con il profilo topografico X_v[m]= 21,81 Y_v[m]= 18,94
Intersezione a monte con il profilo topografico X_m[m]= 49,60 Y_m[m]= 34,10

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s [m]	Y_{ss} [m]	Y_{si} [m]	X_d [m]	Y_{ds} [m]	Y_{di} [m]	X_q [m]	Y_q [m]	L [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]
1	21,81	18,94	18,94	22,88	19,20	18,72	22,52	18,96	1,10	-11,31	26.00	0,04
2	22,88	19,20	18,72	23,95	19,47	18,51	23,48	18,98	1,10	-11,31	26.00	0,04
3	23,95	19,47	18,51	25,03	19,73	18,29	24,53	19,00	1,10	-11,31	26.00	0,04
4	25,03	19,73	18,29	26,10	20,00	18,08	25,59	19,03	1,10	-11,31	24.54	0,05
5	26,10	20,00	18,08	26,50	20,10	18,00	26,30	19,04	0,41	-11,31	23.00	0,06
6	26,50	20,10	18,00	27,25	20,28	18,00	26,88	19,10	0,75	0,00	23.00	0,06
7	27,25	20,28	18,00	28,00	20,47	18,00	27,63	19,19	0,75	0,00	23.00	0,06
8	28,00	20,47	18,00	29,17	20,76	18,00	28,60	19,31	1,17	0,00	23.44	0,07
9	29,17	20,76	18,00	30,34	21,05	18,00	29,76	19,45	1,17	0,00	26.00	0,10
10	30,34	21,05	18,00	31,55	21,05	18,00	30,95	19,52	1,21	0,00	26.00	0,10
11	31,55	21,05	18,00	32,00	21,04	18,00	31,77	19,52	0,45	0,00	26.00	0,10
12	32,00	21,04	18,00	33,00	21,02	18,14	32,50	19,55	1,01	8,13	26.00	0,10
13	33,00	21,02	18,14	34,00	21,00	18,29	33,50	19,61	1,01	8,13	26.00	0,10
14	34,00	21,00	18,29	34,75	21,01	18,39	34,37	19,67	0,76	8,13	26.00	0,10
15	34,75	21,01	18,39	35,50	21,02	18,50	35,12	19,73	0,76	8,13	26.00	0,10
16	35,50	21,02	18,50	36,39	21,04	18,80	35,93	19,84	0,93	18,43	26.00	0,10
17	36,39	21,04	18,80	37,27	21,05	19,09	36,82	19,99	0,93	18,43	26.00	0,10
18	37,27	24,55	19,09	38,50	24,80	19,50	37,88	21,98	1,30	18,43	26.00	0,10
19	38,50	24,80	19,50	39,47	25,00	19,98	38,98	22,32	1,08	26,57	26.00	0,10
20	39,47	25,00	19,98	40,48	26,06	20,49	39,99	22,89	1,13	26,57	26.00	0,10
21	40,48	26,06	20,49	41,50	27,11	21,00	41,00	23,67	1,13	26,57	26.00	0,10
22	41,50	27,11	21,00	42,75	28,42	22,00	42,13	24,64	1,60	38,66	26.00	0,10
23	42,75	28,42	22,00	44,00	29,72	23,00	43,38	25,79	1,60	38,66	26.00	0,10
24	44,00	29,72	23,00	44,27	30,00	23,34	44,13	26,51	0,43	51,34	26.00	0,10
25	44,27	30,00	23,34	45,14	30,67	24,42	44,70	27,10	1,38	51,34	26.00	0,10
26	45,14	30,67	24,42	46,00	31,33	25,50	45,56	27,97	1,38	51,34	26.00	0,10
27	46,00	31,33	25,50	47,00	32,10	27,25	46,48	29,03	2,02	60,26	26.00	0,10
28	47,00	32,10	27,25	48,00	32,87	29,00	47,48	30,28	2,02	60,26	25.89	0,10
29	48,00	32,87	29,00	49,00	33,64	32,00	48,43	31,75	3,16	71,57	23.00	0,06
30	49,00	33,64	32,00	49,60	34,10	34,10	49,20	33,25	2,18	74,05	25.71	0,04

Metodo di **BELL**

Coefficiente di sicurezza F_S= 1.222

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E_s [kg]	E_d [kg]	X_s [kg]	X_d [kg]	ID
1	490	0	645	616	0	0	665	0	10	
2	1469	0	1932	1129	0	665	1955	10	-96	
3	2448	0	3208	1638	0	1955	3865	-96	-309	
4	3439	0	4481	2119	0	3865	6364	-309	-619	
5	1553	0	2012	899	0	6364	7434	-619	-760	
6	3200	0	4208	1829	0	7434	8837	-760	-1555	
7	3497	0	4589	1962	0	8837	10333	-1555	-2414	
8	6050	0	7899	3431	0	10333	12959	-2414	-3860	
9	6823	0	8826	4479	0	12959	16529	-3860	-5409	
10	7556	0	9684	4853	0	16529	20377	-5409	-7034	
11	2844	0	3621	1813	0	20377	21812	-7034	-7622	
12	6163	0	7731	3911	0	21812	23770	-7622	-9256	
13	5854	0	7274	3729	0	23770	25653	-9256	-10740	
14	4200	0	5162	2679	0	25653	27017	-10740	-11750	
15	4049	0	4923	2584	0	27017	28339	-11750	-12671	
16	4427	0	5088	2793	0	28339	28791	-12671	-13659	
17	3904	0	4400	2519	0	28791	29270	-13659	-14466	
18	13821	0	15674	7314	0	29270	38799	-14466	-20037	
19	10463	0	11052	5297	0	38799	37202	-20037	-21133	
20	11223	0	11788	5631	0	37202	35473	-21133	-22225	
21	12370	0	12981	6107	0	35473	33485	-22225	-23373	
22	16304	0	14764	7200	0	33485	27714	-23373	-22011	
23	16973	0	15405	7456	0	27714	21654	-22011	-20596	
24	3718	0	2640	1407	0	21654	19977	-20596	-19377	
25	11462	0	8145	4383	0	19977	14829	-19377	-15664	
26	10682	0	7619	4173	0	14829	10064	-15664	-12289	
27	10854	0	5958	4026	0	10064	5445	-12289	-7163	
28	8767	0	4871	3558	0	5445	1814	-7163	-3318	
29	5432	0	1734	2154	0	1814	127	-3318	-116	
30	935	0	245	846	0	127	0	-116	0	