

## Relazione di calcolo

**Progetto:** Analisi di stabilità **interferenza n.25**  
**Comune:** Pescosansonesco, (PE)

### Introduzione

#### L'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:

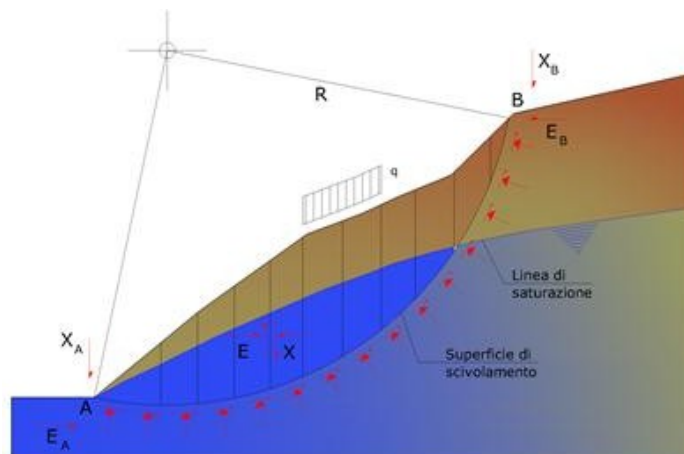
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone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

#### Metodo dell'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 ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), 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.



## Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\gamma_R$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma di calcolo utilizzato per le analisi di stabilità 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
$\alpha$	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
$b$	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
$\phi$	angolo di attrito lungo la base della striscia
$c$	coesione lungo la base della striscia
$\gamma$	peso di volume del terreno
$u$	pressione neutra
<b>W</b>	peso della striscia
<b>N</b>	sforzo normale alla base della striscia
<b>T</b>	sforzo di taglio alla base della striscia
<b>E<sub>s</sub>, E<sub>d</sub></b>	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
<b>X<sub>s</sub>, X<sub>d</sub></b>	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
<b>E<sub>a</sub>, E<sub>b</sub></b>	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
<b><math>\Delta X</math></b>	variazione delle forze tangenziali sulla striscia <b><math>\Delta X = X_d - X_s</math></b>
<b><math>\Delta E</math></b>	variazione delle forze normali sulla striscia <b><math>\Delta E = E_d - E_s</math></b>

## Metodo di Morgenstern e Price

Nel metodo **Morgenstern e Price** le forze normali e tangenziali di interstriscia sono legate fra di loro dalla relazione

$$X = \lambda \cdot f(x) \cdot E$$

dove  $f(x)$  è una funzione di forma definita in modo che  $|f(x)| \leq 1$  e  $\lambda$  è un parametro scalare che si ricava dal processo di soluzione. Il coefficiente si ottiene dalla risoluzione del seguente sistema di equazioni differenziali:

$$\frac{dE}{dx} (Kx + L) + KE = Nx + P$$

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

le cui condizioni al contorno sono:

$$E(x) = E_a \quad \text{quando } x = x_0$$

$$E(x) = E_b \quad \text{quando } x = x_n$$

$$M = E(y - y_t) = \int_{x_n}^{x_0} (X - E \frac{dy}{dx}) dx = 0$$

I termini del sistema sono dati da:

$$K = \lambda k \left( \frac{\text{tg } \phi}{F} + A \right)$$

$$L = \lambda m \left( \frac{\text{tg } \phi}{F} + A \right) + A \frac{\text{tg } \phi}{F} - 1$$

$$N = p \left[ A + \frac{\text{tg } \phi}{F} - r_u(1 + A^2) \frac{\text{tg } \phi}{F} \right]$$

$$P = q \left[ A + \frac{\text{tg } \phi}{F} - r_u(1 + A^2) \frac{\text{tg } \phi}{F} \right] + \frac{\text{tg } \phi}{F} \frac{c}{F}$$

nelle quali  $\mathbf{k}$  ed  $\mathbf{m}$  sono i due parametri assegnati striscia per striscia per definire il rapporto tra la risultante delle forze tangenziali,  $\mathbf{X}$ , all'interfaccia e quella delle pressioni normali,  $\mathbf{E}$ , mentre la variabile  $\lambda$  è introdotta per pareggiare il numero delle equazioni e quello delle incognite oltre che utile per tarare la funzione lineare tra le forze di interstriscia  $\mathbf{X}$  ed  $\mathbf{E}$ .

Nella formulazione di **Morgenstern-Price**, il peso e la superficie di scorrimento, sono espresse come funzioni lineari della  $x$ . Inoltre il termine  $r_u$  è il coefficiente adimensionale che tiene conto della pressione neutra ed è definito dalla relazione:  $r_u = u_w/W b$ .

Lo schema iterativo che permette di determinare il coefficiente di sicurezza è il seguente:

si assegnano due valori ad  $\mathbf{F}$  ed a  $\lambda$ ;

si calcolano  $\mathbf{M}_i$  ed  $\mathbf{E}_i$  dalle equazioni riportate;

si calcolano  $\delta\lambda$  e  $\delta\mathbf{F}$ ;

si incrementano  $\lambda = \lambda + \delta\lambda$  ed  $\mathbf{F} = \mathbf{F} + \delta\mathbf{F}$ ;

si controlla la convergenza nel qual caso si ferma l'iterazione altrimenti si torna al punto 2.

dove gli incrementi per  $\lambda$  ed  $\mathbf{F}$  sono espressi da:

$$\delta\lambda = \frac{M_n \frac{dE_n}{dF} - E_n \frac{dM_n}{dF}}{\frac{dE_n}{d\lambda} - \frac{dM_n}{d\lambda} \frac{dE_n}{dF}}$$

$$\delta\lambda = \frac{E_n \frac{dM_n}{dF} - M_n \frac{dE_n}{dF}}{\frac{dE_n}{d\lambda} - \frac{dM_n}{d\lambda} \frac{dE_n}{dF}}$$

dove  $\mathbf{M}_n$  ed  $\mathbf{E}_n$  sono i valori di  $\mathbf{M}$  ed  $\mathbf{E}$  all'ultima striscia.

### Verifiche in condizioni statiche e sismiche

**La stabilità del pendio in oggetto è stata esaminata attraverso sia l'analisi in condizioni statiche, che in condizioni sismiche. I risultati vengono espressi attraverso un unico file di output mediante la combinazione A2+M2 delle verifiche statiche e sismiche in riferimento alle NTC2018.** La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica in questo caso 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:

$$F_H = K_x W \quad F_V = K_y W$$

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.

### **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.

## 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.

## Dati

### Descrizione terreno

#### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
$c$	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
1	limo argilloso con liv. marne	2320	2350	28.00	0,150
2	terreno vegetale	1700	1720	22.00	0,000
3	sabb. deb. limosa + liv. ghiaios	1833	1956	24.20	0,206
4	limo e limo sabbioso	1910	1960	28.00	0,200

### 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	678,31
2	1,90	678,24
3	2,90	678,18
4	3,91	678,16
5	4,90	678,15
6	5,90	678,15
7	6,90	678,13
8	7,91	678,10
9	8,90	678,09
10	9,90	678,07
11	10,90	677,99
12	11,90	677,92
13	12,90	677,91
14	13,90	677,82
15	14,90	677,80
16	15,90	677,78
17	16,90	677,81
18	17,90	677,83
19	18,90	677,82

n°	X	Y
	[m]	[m]
20	19,91	677,82
21	20,90	677,83
22	21,90	677,81
23	22,90	677,81
24	23,91	677,82
25	24,90	677,81
26	25,90	677,82
27	26,90	677,81
28	27,90	677,79
29	28,90	677,72
30	29,90	677,73
31	30,90	677,80
32	31,91	678,01
33	32,90	677,95
34	33,90	677,71
35	34,90	677,60
36	35,91	677,32
37	36,90	676,99
38	37,90	676,62
39	38,90	677,02
40	39,91	677,47
41	40,90	678,14
42	41,90	678,83
43	42,90	679,63
44	43,91	680,37
45	44,90	680,87
46	45,90	681,54
47	46,90	682,10
48	47,91	682,59
49	48,90	683,11
50	49,90	683,64
51	50,90	684,17
52	51,91	684,57
53	52,90	684,95
54	53,90	685,11
55	54,90	685,56
56	55,91	685,74
57	56,90	685,87
58	57,90	685,98
59	58,90	686,11
60	59,91	686,25
61	60,90	686,41
62	61,90	686,76
63	62,90	686,89
64	63,91	686,93
65	64,90	687,07
66	65,90	687,15
67	66,90	687,43
68	67,91	687,49
69	68,90	687,69
70	69,90	687,85
71	70,90	687,95
72	71,91	688,12
73	72,90	688,23
74	73,90	688,44
75	74,90	688,66
76	75,91	688,86
77	76,90	689,21
78	77,90	689,52
79	78,90	689,75
80	79,91	689,84
81	80,90	690,00
82	81,90	690,20
83	82,90	690,41
84	83,91	690,75
85	84,90	691,02
86	85,90	691,39
87	86,90	691,79
88	87,91	692,11
89	88,90	692,50
90	89,90	692,93
91	90,90	693,31
92	91,91	693,60

n°	X	Y
	[m]	[m]
93	92,90	694,09
94	93,90	694,47
95	94,90	694,95
96	95,91	695,34
97	96,90	695,79
98	97,90	696,13
99	98,90	696,45
100	99,91	697,02
101	100,90	697,89
102	101,90	698,15
103	102,90	698,78
104	103,91	699,08
105	104,90	699,34
106	105,90	699,70
107	106,90	699,77
108	107,91	699,82
109	108,90	699,89
110	109,90	700,02
111	110,90	700,13
112	111,91	700,21
113	112,90	700,33
114	113,90	700,47
115	114,90	700,54
116	115,91	700,70
117	116,90	700,83
118	117,90	701,00
119	118,90	701,21
120	119,91	701,32
121	120,90	701,40
122	121,90	701,58
123	122,90	701,69
124	123,91	701,89
125	124,90	701,96
126	125,90	701,99
127	126,90	702,10
128	127,91	702,14
129	128,90	702,33
130	129,90	702,50
131	130,90	702,83
132	131,91	703,10
133	132,90	703,32
134	133,90	703,56
135	134,90	703,82
136	135,91	704,12
137	136,90	704,47
138	137,90	704,76
139	138,90	704,94
140	139,91	705,10
141	140,90	705,45
142	141,90	705,76
143	142,90	706,19
144	143,91	706,40
145	144,90	706,58
146	145,90	706,81
147	146,90	707,04
148	147,91	707,23
149	148,90	707,32
150	149,90	707,68
151	150,90	708,16
152	151,91	708,66
153	152,90	709,26
154	153,90	709,75
155	154,90	710,14
156	155,91	710,64
157	156,90	711,00
158	157,90	711,34
159	158,90	711,66
160	159,91	712,05
161	160,90	712,50
162	161,90	713,08
163	162,90	713,54
164	163,91	714,10
165	164,90	714,73

n°	X	Y
	[m]	[m]
166	165,90	715,25
167	166,90	715,86
168	167,91	716,15
169	168,90	716,68
170	169,90	717,21
171	170,90	717,77
172	171,91	718,18
173	172,90	718,62
174	173,90	718,98
175	174,90	719,58
176	175,91	720,17
177	176,90	720,38
178	177,90	720,61
179	178,90	720,95
180	179,91	721,24
181	180,90	721,47
182	181,90	721,69
183	182,90	721,99
184	183,91	722,32
185	184,90	722,80
186	185,90	723,12
187	186,90	723,32
188	187,91	723,75
189	188,90	724,16
190	189,90	724,44
191	190,90	724,76
192	191,91	724,94
193	192,90	725,07
194	193,90	725,16
195	194,90	725,39
196	195,91	725,56
197	196,90	725,65
198	197,90	725,84
199	198,90	726,01
200	199,91	726,18
201	200,90	726,36
202	201,90	726,49
203	202,90	726,66
204	203,91	726,81
205	204,90	726,92
206	205,90	727,03
207	206,90	727,21
208	207,90	727,33

## 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° 1 (limo argilloso con liv. marne)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	207,90	718,18
2	206,89	718,07
3	205,86	717,91
4	204,86	717,80
5	203,85	717,68
6	202,87	717,53
7	201,87	717,34
8	200,91	717,23
9	199,82	717,05
10	198,89	716,89
11	197,84	716,72
12	196,85	716,53
13	195,93	716,45
14	194,88	716,27
15	193,92	716,04
16	192,88	715,95
17	191,88	715,82
18	190,92	715,64

n°	X	Y
	[m]	[m]
19	189,91	715,33
20	188,91	715,04
21	187,87	714,61
22	186,89	714,20
23	185,89	714,00
24	184,89	713,68
25	183,78	713,16
26	182,83	712,85
27	181,90	712,57
28	180,86	712,34
29	179,85	712,10
30	178,84	711,81
31	177,89	711,49
32	176,91	711,28
33	175,90	711,05
34	174,83	710,41
35	173,90	709,86
36	172,91	709,51
37	171,84	709,04
38	170,92	708,66
39	169,81	708,04
40	168,91	707,56
41	167,90	707,03
42	166,89	706,75
43	165,82	706,09
44	164,88	705,62
45	163,88	704,97
46	162,89	704,43
47	161,91	703,96
48	160,86	703,36
49	159,91	702,93
50	158,88	702,53
51	157,89	702,22
52	156,82	701,86
53	155,88	701,51
54	154,82	700,99
55	153,89	700,63
56	152,88	700,13
57	151,94	699,57
58	150,86	699,02
59	149,85	698,54
60	148,90	698,19
61	147,89	698,12
62	146,89	697,92
63	145,79	697,67
64	144,85	697,46
65	143,86	697,28
66	142,92	697,07
67	141,89	696,66
68	140,90	696,32
69	139,86	695,98
70	138,85	695,82
71	137,90	695,64
72	136,86	695,34
73	135,85	694,99
74	134,83	694,68
75	133,84	694,43
76	132,81	694,19
77	131,83	693,97
78	130,82	693,68
79	129,91	693,38
80	128,86	693,20
81	127,88	693,02
82	126,90	692,99
83	125,89	692,88
84	124,85	692,83
85	123,90	692,78
86	122,89	692,57
87	121,91	692,47
88	120,89	692,28
89	119,83	692,19
90	118,89	692,10
91	117,81	691,86



n°	X	Y
	[m]	[m]
92	116,88	691,70
93	115,89	691,58
94	114,88	691,42
95	113,90	691,36
96	112,91	691,22
97	111,85	691,08
98	110,84	691,00
99	109,87	690,90
100	108,85	690,78
101	107,90	690,70
102	106,86	690,65
103	105,91	690,59
104	104,84	690,21
105	103,90	689,95
106	102,90	689,67
107	101,90	689,02
108	100,90	688,77
109	99,92	687,90
110	98,89	687,34
111	97,90	687,02
112	96,90	686,67
113	95,83	686,20
114	94,90	685,85
115	93,84	685,34
116	92,91	684,96
117	91,88	684,49
118	90,92	684,21
119	89,84	683,78
120	88,88	683,37
121	87,88	683,00
122	86,89	682,66
123	85,83	682,24
124	84,81	681,88
125	83,90	681,63
126	82,84	681,29
127	81,91	681,08
128	80,82	680,86
129	79,90	680,72
130	78,91	680,64
131	77,78	680,36
132	76,87	680,09
133	75,89	679,74
134	74,82	679,52
135	73,90	679,32
136	72,90	679,11
137	71,90	679,00
138	70,88	678,83
139	69,90	678,75
140	68,91	678,57
141	67,90	678,37
142	66,90	678,32
143	65,89	678,03
144	64,90	677,96
145	63,91	677,81
146	62,89	677,77
147	61,89	677,64
148	60,90	677,29
149	59,84	677,12
150	58,87	676,99
151	57,90	676,87
152	56,86	676,75
153	55,88	676,61
154	54,90	676,44
155	53,90	675,99
156	52,89	675,83
157	51,89	675,45
158	50,85	675,03
159	49,81	674,47
160	48,58	673,82
161	47,65	673,35
162	46,87	672,97
163	45,88	672,42
164	44,90	671,76

n°	X	Y
	[m]	[m]
165	43,89	671,25
166	42,89	670,51
167	41,85	669,97
168	40,14	669,19
169	39,18	668,78
170	37,28	668,00
171	36,08	668,07
172	35,05	668,43
173	34,22	668,54
174	33,62	668,64
175	32,98	668,83
176	32,39	668,88
177	31,83	668,88
178	30,94	668,69
179	29,96	668,63
180	28,82	668,58
181	28,00	668,64
182	26,98	668,70
183	25,84	668,69
184	24,61	668,69
185	23,54	668,70
186	22,65	668,67
187	21,72	668,71
188	20,88	668,71
189	19,63	668,70
190	18,73	668,69
191	18,31	668,70
192	17,58	668,66
193	16,82	668,70
194	15,48	668,68
195	13,87	668,69
196	12,92	668,76
197	11,87	668,77
198	10,85	668,84
199	9,89	668,92
200	8,88	668,95
201	7,83	668,95
202	6,84	668,98
203	5,85	669,00
204	4,84	668,99
205	3,86	669,01
206	2,86	669,03
207	1,85	669,09
208	0,00	669,16
209	0,00	0,00
210	207,90	0,00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (terreno vegetale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	677,95
2	1,88	677,91
3	2,88	677,84
4	3,88	677,82
5	4,88	677,81
6	5,88	677,81
7	6,88	677,79
8	7,88	677,76
9	8,88	677,76
10	9,88	677,73
11	10,88	677,65
12	11,88	677,58
13	12,88	677,57
14	13,88	677,48
15	14,88	677,46
16	15,88	677,45
17	16,88	677,47
18	17,88	677,49
19	18,88	677,48
20	19,88	677,48

n°	X	Y
	[m]	[m]
21	20,88	677,49
22	21,88	677,47
23	22,88	677,47
24	23,88	677,48
25	24,88	677,47
26	25,88	677,48
27	26,88	677,47
28	27,88	677,45
29	28,88	677,38
30	29,88	677,39
31	30,88	677,46
32	31,88	677,68
33	32,88	677,61
34	33,88	677,37
35	34,88	677,26
36	35,88	676,98
37	36,88	676,65
38	37,88	676,28
39	38,88	676,68
40	39,88	677,13
41	40,88	677,80
42	41,88	678,50
43	42,88	679,29
44	43,88	680,03
45	44,88	680,53
46	45,88	681,21
47	46,88	681,77
48	47,88	682,25
49	48,88	682,77
50	49,88	683,30
51	50,88	683,83
52	51,88	684,24
53	52,88	684,61
54	53,88	684,77
55	54,88	685,22
56	55,88	685,40
57	56,88	685,54
58	57,88	685,64
59	58,88	685,77
60	59,88	685,91
61	60,88	686,07
62	61,88	686,42
63	62,88	686,55
64	63,88	686,59
65	64,88	686,74
66	65,88	686,81
67	66,88	687,09
68	67,88	687,15
69	68,88	687,35
70	69,88	687,52
71	70,88	687,61
72	71,88	687,78
73	72,88	687,89
74	73,88	688,11
75	74,88	688,32
76	75,88	688,53
77	76,88	688,87
78	77,88	689,19
79	78,88	689,42
80	79,88	689,50
81	80,88	689,66
82	81,88	689,86
83	82,88	690,08
84	83,88	690,41
85	84,88	690,68
86	85,88	691,05
87	86,88	691,45
88	87,88	691,77
89	88,88	692,17
90	89,88	692,59
91	90,88	692,98
92	91,88	693,26
93	92,88	693,75

n°	X	Y
	[m]	[m]
94	93,88	694,14
95	94,88	694,62
96	95,88	695,00
97	96,88	695,45
98	97,88	695,80
99	98,88	696,12
100	99,88	696,68
101	100,88	697,55
102	101,88	697,81
103	102,88	698,44
104	103,88	698,74
105	104,88	699,00
106	105,88	699,36
107	106,88	699,43
108	107,88	699,48
109	108,88	699,55
110	109,88	699,68
111	110,88	699,79
112	111,88	699,87
113	112,88	699,99
114	113,88	700,14
115	114,88	700,20
116	115,88	700,36
117	116,88	700,49
118	117,88	700,66
119	118,88	700,88
120	119,88	700,98
121	120,88	701,06
122	121,88	701,24
123	122,88	701,35
124	123,88	701,56
125	124,88	701,62
126	125,88	701,65
127	126,88	701,76
128	127,88	701,80
129	128,88	701,99
130	129,88	702,16
131	130,88	702,49
132	131,88	702,77
133	132,88	702,98
134	133,88	703,22
135	134,88	703,48
136	135,88	703,78
137	136,88	704,13
138	137,88	704,42
139	138,88	704,61
140	139,88	704,76
141	140,88	705,11
142	141,88	705,42
143	142,88	705,85
144	143,88	706,06
145	144,88	706,24
146	145,88	706,47
147	146,88	706,70
148	147,88	706,89
149	148,88	706,98
150	149,88	707,35
151	150,88	707,82
152	151,88	708,33
153	152,88	708,92
154	153,88	709,41
155	154,88	709,80
156	155,88	710,30
157	156,88	710,66
158	157,88	711,00
159	158,88	711,32
160	159,88	711,71
161	160,88	712,16
162	161,88	712,74
163	162,88	713,20
164	163,88	713,76
165	164,88	714,40
166	165,88	714,91

n°	X	Y
	[m]	[m]
167	166,88	715,53
168	167,88	715,81
169	168,88	716,34
170	169,88	716,88
171	170,88	717,44
172	171,88	717,85
173	172,88	718,28
174	173,88	718,64
175	174,88	719,24
176	175,88	719,83
177	176,88	720,04
178	177,88	720,27
179	178,88	720,62
180	179,88	720,90
181	180,88	721,13
182	181,88	721,36
183	182,88	721,65
184	183,88	721,98
185	184,88	722,46
186	185,88	722,79
187	186,88	722,98
188	187,88	723,41
189	188,88	723,82
190	189,88	724,10
191	190,88	724,42
192	191,88	724,60
193	192,88	724,73
194	193,88	724,82
195	194,88	725,05
196	195,88	725,22
197	196,88	725,31
198	197,88	725,50
199	198,88	725,67
200	199,88	725,84
201	200,88	726,02
202	201,88	726,15
203	202,88	726,33
204	203,88	726,47
205	204,88	726,59
206	205,88	726,70
207	206,88	726,87
208	207,90	726,99
209	207,90	727,33
210	206,90	727,21
211	205,90	727,03
212	204,90	726,92
213	203,91	726,81
214	202,90	726,66
215	201,90	726,49
216	200,90	726,36
217	199,91	726,18
218	198,90	726,01
219	197,90	725,84
220	196,90	725,65
221	195,91	725,56
222	194,90	725,39
223	193,90	725,16
224	192,90	725,07
225	191,91	724,94
226	190,90	724,76
227	189,90	724,44
228	188,90	724,16
229	187,91	723,75
230	186,90	723,32
231	185,90	723,12
232	184,90	722,80
233	183,91	722,32
234	182,90	721,99
235	181,90	721,69
236	180,90	721,47
237	179,91	721,24
238	178,90	720,95
239	177,90	720,61

n°	X	Y
	[m]	[m]
240	176,90	720,38
241	175,91	720,17
242	174,90	719,58
243	173,90	718,98
244	172,90	718,62
245	171,91	718,18
246	170,90	717,77
247	169,90	717,21
248	168,90	716,68
249	167,91	716,15
250	166,90	715,86
251	165,90	715,25
252	164,90	714,73
253	163,91	714,10
254	162,90	713,54
255	161,90	713,08
256	160,90	712,50
257	159,91	712,05
258	158,90	711,66
259	157,90	711,34
260	156,90	711,00
261	155,91	710,64
262	154,90	710,14
263	153,90	709,75
264	152,90	709,26
265	151,91	708,66
266	150,90	708,16
267	149,90	707,68
268	148,90	707,32
269	147,91	707,23
270	146,90	707,04
271	145,90	706,81
272	144,90	706,58
273	143,91	706,40
274	142,90	706,19
275	141,90	705,76
276	140,90	705,45
277	139,91	705,10
278	138,90	704,94
279	137,90	704,76
280	136,90	704,47
281	135,91	704,12
282	134,90	703,82
283	133,90	703,56
284	132,90	703,32
285	131,91	703,10
286	130,90	702,83
287	129,90	702,50
288	128,90	702,33
289	127,91	702,14
290	126,90	702,10
291	125,90	701,99
292	124,90	701,96
293	123,91	701,89
294	122,90	701,69
295	121,90	701,58
296	120,90	701,40
297	119,91	701,32
298	118,90	701,21
299	117,90	701,00
300	116,90	700,83
301	115,91	700,70
302	114,90	700,54
303	113,90	700,47
304	112,90	700,33
305	111,91	700,21
306	110,90	700,13
307	109,90	700,02
308	108,90	699,89
309	107,91	699,82
310	106,90	699,77
311	105,90	699,70
312	104,90	699,34

n°	X	Y
	[m]	[m]
313	103,91	699,08
314	102,90	698,78
315	101,90	698,15
316	100,90	697,89
317	99,91	697,02
318	98,90	696,45
319	97,90	696,13
320	96,90	695,79
321	95,91	695,34
322	94,90	694,95
323	93,90	694,47
324	92,90	694,09
325	91,91	693,60
326	90,90	693,31
327	89,90	692,93
328	88,90	692,50
329	87,91	692,11
330	86,90	691,79
331	85,90	691,39
332	84,90	691,02
333	83,91	690,75
334	82,90	690,41
335	81,90	690,20
336	80,90	690,00
337	79,91	689,84
338	78,90	689,75
339	77,90	689,52
340	76,90	689,21
341	75,91	688,86
342	74,90	688,66
343	73,90	688,44
344	72,90	688,23
345	71,91	688,12
346	70,90	687,95
347	69,90	687,85
348	68,90	687,69
349	67,91	687,49
350	66,90	687,43
351	65,90	687,15
352	64,90	687,07
353	63,91	686,93
354	62,90	686,89
355	61,90	686,76
356	60,90	686,41
357	59,91	686,25
358	58,90	686,11
359	57,90	685,98
360	56,90	685,87
361	55,91	685,74
362	54,90	685,56
363	53,90	685,11
364	52,90	684,95
365	51,91	684,57
366	50,90	684,17
367	49,90	683,64
368	48,90	683,11
369	47,91	682,59
370	46,90	682,10
371	45,90	681,54
372	44,90	680,87
373	43,91	680,37
374	42,90	679,63
375	41,90	678,83
376	40,90	678,14
377	39,91	677,47
378	38,90	677,02
379	37,90	676,62
380	36,90	676,99
381	35,91	677,32
382	34,90	677,60
383	33,90	677,71
384	32,90	677,95
385	31,91	678,01

n°	X	Y
	[m]	[m]
386	30,90	677,80
387	29,90	677,73
388	28,90	677,72
389	27,90	677,79
390	26,90	677,81
391	25,90	677,82
392	24,90	677,81
393	23,91	677,82
394	22,90	677,81
395	21,90	677,81
396	20,90	677,83
397	19,91	677,82
398	18,90	677,82
399	17,90	677,83
400	16,90	677,81
401	15,90	677,78
402	14,90	677,80
403	13,90	677,82
404	12,90	677,91
405	11,90	677,92
406	10,90	677,99
407	9,90	678,07
408	8,90	678,09
409	7,91	678,10
410	6,90	678,13
411	5,90	678,15
412	4,90	678,15
413	3,91	678,16
414	2,90	678,18
415	1,90	678,24
416	0,00	678,31

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (sabb. deb. limosa + liv. ghiaios)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	674,65
2	1,85	674,58
3	2,86	674,52
4	3,86	674,50
5	4,84	674,48
6	5,85	674,49
7	6,84	674,47
8	7,83	674,44
9	8,88	674,44
10	9,89	674,41
11	10,85	674,33
12	11,87	674,26
13	12,92	674,26
14	13,87	674,18
15	15,49	674,04
16	16,66	673,76
17	17,94	673,27
18	18,47	673,12
19	18,98	673,02
20	19,79	672,94
21	20,89	672,93
22	21,90	672,96
23	22,77	673,01
24	23,60	673,09
25	24,75	673,24
26	25,90	673,39
27	26,96	673,49
28	27,99	673,54
29	28,92	673,53
30	29,87	673,44
31	30,88	673,25
32	31,75	672,99
33	32,73	672,80
34	33,79	672,60
35	35,10	672,35



n°	X	Y
	[m]	[m]
36	35,96	672,52
37	36,84	672,71
38	37,85	672,93
39	38,85	673,33
40	39,85	673,78
41	40,85	674,44
42	41,85	675,14
43	42,85	675,94
44	43,85	676,68
45	44,85	677,18
46	45,85	677,85
47	46,85	678,41
48	47,85	678,90
49	48,85	679,42
50	49,85	679,95
51	50,85	680,48
52	51,85	680,88
53	52,85	681,26
54	53,85	681,42
55	54,85	681,87
56	55,85	682,04
57	56,85	682,18
58	57,85	682,29
59	58,85	682,42
60	59,85	682,56
61	60,85	682,72
62	61,85	683,07
63	62,85	683,20
64	63,85	683,23
65	64,85	683,38
66	65,85	683,46
67	66,85	683,74
68	67,85	683,79
69	68,85	684,00
70	69,85	684,16
71	70,85	684,26
72	71,85	684,43
73	72,85	684,53
74	73,85	684,75
75	74,85	684,97
76	75,85	685,17
77	76,85	685,52
78	77,85	685,83
79	78,85	686,06
80	79,85	686,15
81	80,85	686,31
82	81,85	686,50
83	82,85	686,72
84	83,85	687,06
85	84,85	687,33
86	85,85	687,70
87	86,85	688,10
88	87,85	688,42
89	88,85	688,81
90	89,85	689,23
91	90,85	689,62
92	91,85	689,91
93	92,85	690,39
94	93,85	690,78
95	94,85	691,26
96	95,85	691,65
97	96,85	692,10
98	97,85	692,44
99	98,85	692,76
100	99,85	693,32
101	100,85	694,20
102	101,85	694,46
103	102,85	695,08
104	103,85	695,39
105	104,85	695,65
106	105,85	696,01
107	106,85	696,08
108	107,85	696,13

n°	X	Y
	[m]	[m]
109	108,85	696,20
110	109,85	696,33
111	110,85	696,44
112	111,85	696,52
113	112,85	696,63
114	113,85	696,78
115	114,85	696,85
116	115,85	697,01
117	116,85	697,14
118	117,85	697,31
119	118,85	697,52
120	119,85	697,63
121	120,85	697,71
122	121,85	697,89
123	122,85	698,00
124	123,85	698,20
125	124,85	698,27
126	125,85	698,30
127	126,85	698,41
128	127,85	698,45
129	128,85	698,63
130	129,85	698,81
131	130,85	699,14
132	131,85	699,41
133	132,85	699,62
134	133,85	699,86
135	134,85	700,13
136	135,85	700,43
137	136,85	700,78
138	137,85	701,07
139	138,85	701,25
140	139,85	701,40
141	140,85	701,76
142	141,85	702,07
143	142,85	702,50
144	143,85	702,71
145	144,85	702,89
146	145,85	703,11
147	146,85	703,35
148	147,85	703,54
149	148,85	703,63
150	149,85	703,99
151	150,85	704,47
152	151,85	704,97
153	152,85	705,57
154	153,85	706,06
155	154,85	706,45
156	155,85	706,95
157	156,85	707,31
158	157,85	707,65
159	158,85	707,96
160	159,85	708,36
161	160,85	708,81
162	161,85	709,39
163	162,85	709,85
164	163,85	710,41
165	164,85	711,04
166	165,85	711,56
167	166,85	712,17
168	167,85	712,46
169	168,85	712,99
170	169,85	713,52
171	170,85	714,08
172	171,85	714,49
173	172,85	714,93
174	173,85	715,29
175	174,85	715,89
176	175,85	716,48
177	176,85	716,69
178	177,85	716,92
179	178,85	717,26
180	179,85	717,55
181	180,85	717,77

n°	X	Y
	[m]	[m]
182	181,85	718,00
183	182,85	718,30
184	183,85	718,63
185	184,85	719,11
186	185,85	719,43
187	186,85	719,63
188	187,85	720,06
189	188,89	720,50
190	189,88	720,77
191	190,90	721,10
192	191,89	721,28
193	192,87	721,40
194	193,89	721,50
195	194,86	721,72
196	195,88	721,90
197	196,85	721,99
198	197,84	722,17
199	198,85	722,34
200	199,82	722,51
201	200,89	722,70
202	201,87	722,83
203	202,86	723,00
204	203,85	723,14
205	204,85	723,26
206	205,86	723,36
207	206,89	723,56
208	207,90	723,67
209	207,90	726,99
210	206,88	726,87
211	205,88	726,70
212	204,88	726,59
213	203,88	726,47
214	202,88	726,33
215	201,88	726,15
216	200,88	726,02
217	199,88	725,84
218	198,88	725,67
219	197,88	725,50
220	196,88	725,31
221	195,88	725,22
222	194,88	725,05
223	193,88	724,82
224	192,88	724,73
225	191,88	724,60
226	190,88	724,42
227	189,88	724,10
228	188,88	723,82
229	187,88	723,41
230	186,88	722,98
231	185,88	722,79
232	184,88	722,46
233	183,88	721,98
234	182,88	721,65
235	181,88	721,36
236	180,88	721,13
237	179,88	720,90
238	178,88	720,62
239	177,88	720,27
240	176,88	720,04
241	175,88	719,83
242	174,88	719,24
243	173,88	718,64
244	172,88	718,28
245	171,88	717,85
246	170,88	717,44
247	169,88	716,88
248	168,88	716,34
249	167,88	715,81
250	166,88	715,53
251	165,88	714,91
252	164,88	714,40
253	163,88	713,76
254	162,88	713,20

n°	X	Y
	[m]	[m]
255	161,88	712,74
256	160,88	712,16
257	159,88	711,71
258	158,88	711,32
259	157,88	711,00
260	156,88	710,66
261	155,88	710,30
262	154,88	709,80
263	153,88	709,41
264	152,88	708,92
265	151,88	708,33
266	150,88	707,82
267	149,88	707,35
268	148,88	706,98
269	147,88	706,89
270	146,88	706,70
271	145,88	706,47
272	144,88	706,24
273	143,88	706,06
274	142,88	705,85
275	141,88	705,42
276	140,88	705,11
277	139,88	704,76
278	138,88	704,61
279	137,88	704,42
280	136,88	704,13
281	135,88	703,78
282	134,88	703,48
283	133,88	703,22
284	132,88	702,98
285	131,88	702,77
286	130,88	702,49
287	129,88	702,16
288	128,88	701,99
289	127,88	701,80
290	126,88	701,76
291	125,88	701,65
292	124,88	701,62
293	123,88	701,56
294	122,88	701,35
295	121,88	701,24
296	120,88	701,06
297	119,88	700,98
298	118,88	700,88
299	117,88	700,66
300	116,88	700,49
301	115,88	700,36
302	114,88	700,20
303	113,88	700,14
304	112,88	699,99
305	111,88	699,87
306	110,88	699,79
307	109,88	699,68
308	108,88	699,55
309	107,88	699,48
310	106,88	699,43
311	105,88	699,36
312	104,88	699,00
313	103,88	698,74
314	102,88	698,44
315	101,88	697,81
316	100,88	697,55
317	99,88	696,68
318	98,88	696,12
319	97,88	695,80
320	96,88	695,45
321	95,88	695,00
322	94,88	694,62
323	93,88	694,14
324	92,88	693,75
325	91,88	693,26
326	90,88	692,98
327	89,88	692,59

n°	X	Y
	[m]	[m]
328	88,88	692,17
329	87,88	691,77
330	86,88	691,45
331	85,88	691,05
332	84,88	690,68
333	83,88	690,41
334	82,88	690,08
335	81,88	689,86
336	80,88	689,66
337	79,88	689,50
338	78,88	689,42
339	77,88	689,19
340	76,88	688,87
341	75,88	688,53
342	74,88	688,32
343	73,88	688,11
344	72,88	687,89
345	71,88	687,78
346	70,88	687,61
347	69,88	687,52
348	68,88	687,35
349	67,88	687,15
350	66,88	687,09
351	65,88	686,81
352	64,88	686,74
353	63,88	686,59
354	62,88	686,55
355	61,88	686,42
356	60,88	686,07
357	59,88	685,91
358	58,88	685,77
359	57,88	685,64
360	56,88	685,54
361	55,88	685,40
362	54,88	685,22
363	53,88	684,77
364	52,88	684,61
365	51,88	684,24
366	50,88	683,83
367	49,88	683,30
368	48,88	682,77
369	47,88	682,25
370	46,88	681,77
371	45,88	681,21
372	44,88	680,53
373	43,88	680,03
374	42,88	679,29
375	41,88	678,50
376	40,88	677,80
377	39,88	677,13
378	38,88	676,68
379	37,88	676,28
380	36,88	676,65
381	35,88	676,98
382	34,88	677,26
383	33,88	677,37
384	32,88	677,61
385	31,88	677,68
386	30,88	677,46
387	29,88	677,39
388	28,88	677,38
389	27,88	677,45
390	26,88	677,47
391	25,88	677,48
392	24,88	677,47
393	23,88	677,48
394	22,88	677,47
395	21,88	677,47
396	20,88	677,49
397	19,88	677,48
398	18,88	677,48
399	17,88	677,49
400	16,88	677,47

n°	X	Y
	[m]	[m]
401	15,88	677,45
402	14,88	677,46
403	13,88	677,48
404	12,88	677,57
405	11,88	677,58
406	10,88	677,65
407	9,88	677,73
408	8,88	677,76
409	7,88	677,76
410	6,88	677,79
411	5,88	677,81
412	4,88	677,81
413	3,88	677,82
414	2,88	677,84
415	1,88	677,91
416	0,00	677,95

Strato N° 4 costituito da terreno n° 4 (limo e limo sabbioso)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	669,16
2	1,85	669,09
3	2,86	669,03
4	3,86	669,01
5	4,84	668,99
6	5,85	669,00
7	6,84	668,98
8	7,83	668,95
9	8,88	668,95
10	9,89	668,92
11	10,85	668,84
12	11,87	668,77
13	12,92	668,76
14	13,87	668,69
15	15,48	668,68
16	16,82	668,70
17	17,58	668,66
18	18,31	668,70
19	18,73	668,69
20	19,63	668,70
21	20,88	668,71
22	21,72	668,71
23	22,65	668,67
24	23,54	668,70
25	24,61	668,69
26	25,84	668,69
27	26,98	668,70
28	28,00	668,64
29	28,82	668,58
30	29,96	668,63
31	30,94	668,69
32	31,83	668,88
33	32,39	668,88
34	32,98	668,83
35	33,62	668,64
36	34,22	668,54
37	35,05	668,43
38	36,08	668,07
39	37,28	668,00
40	39,18	668,78
41	40,14	669,19
42	41,85	669,97
43	42,89	670,51
44	43,89	671,25
45	44,90	671,76
46	45,88	672,42
47	46,87	672,97
48	47,65	673,35
49	48,58	673,82
50	49,81	674,47

n°	X	Y
	[m]	[m]
51	50,85	675,03
52	51,89	675,45
53	52,89	675,83
54	53,90	675,99
55	54,90	676,44
56	55,88	676,61
57	56,86	676,75
58	57,90	676,87
59	58,87	676,99
60	59,84	677,12
61	60,90	677,29
62	61,89	677,64
63	62,89	677,77
64	63,91	677,81
65	64,90	677,96
66	65,89	678,03
67	66,90	678,32
68	67,90	678,37
69	68,91	678,57
70	69,90	678,75
71	70,88	678,83
72	71,90	679,00
73	72,90	679,11
74	73,90	679,32
75	74,82	679,52
76	75,89	679,74
77	76,87	680,09
78	77,78	680,36
79	78,91	680,64
80	79,90	680,72
81	80,82	680,86
82	81,91	681,08
83	82,84	681,29
84	83,90	681,63
85	84,81	681,88
86	85,83	682,24
87	86,89	682,66
88	87,88	683,00
89	88,88	683,37
90	89,84	683,78
91	90,92	684,21
92	91,88	684,49
93	92,91	684,96
94	93,84	685,34
95	94,90	685,85
96	95,83	686,20
97	96,90	686,67
98	97,90	687,02
99	98,89	687,34
100	99,92	687,90
101	100,90	688,77
102	101,90	689,02
103	102,90	689,67
104	103,90	689,95
105	104,84	690,21
106	105,91	690,59
107	106,86	690,65
108	107,90	690,70
109	108,85	690,78
110	109,87	690,90
111	110,84	691,00
112	111,85	691,08
113	112,91	691,22
114	113,90	691,36
115	114,88	691,42
116	115,89	691,58
117	116,88	691,70
118	117,81	691,86
119	118,89	692,10
120	119,83	692,19
121	120,89	692,28
122	121,91	692,47
123	122,89	692,57

n°	X	Y
	[m]	[m]
124	123,90	692,78
125	124,85	692,83
126	125,89	692,88
127	126,90	692,99
128	127,88	693,02
129	128,86	693,20
130	129,91	693,38
131	130,82	693,68
132	131,83	693,97
133	132,81	694,19
134	133,84	694,43
135	134,83	694,68
136	135,85	694,99
137	136,86	695,34
138	137,90	695,64
139	138,85	695,82
140	139,86	695,98
141	140,90	696,32
142	141,89	696,66
143	142,92	697,07
144	143,86	697,28
145	144,85	697,46
146	145,79	697,67
147	146,89	697,92
148	147,89	698,12
149	148,90	698,19
150	149,85	698,54
151	150,86	699,02
152	151,94	699,57
153	152,88	700,13
154	153,89	700,63
155	154,82	700,99
156	155,88	701,51
157	156,82	701,86
158	157,89	702,22
159	158,88	702,53
160	159,91	702,93
161	160,86	703,36
162	161,91	703,96
163	162,89	704,43
164	163,88	704,97
165	164,88	705,62
166	165,82	706,09
167	166,89	706,75
168	167,90	707,03
169	168,91	707,56
170	169,81	708,04
171	170,92	708,66
172	171,84	709,04
173	172,91	709,51
174	173,90	709,86
175	174,83	710,41
176	175,90	711,05
177	176,91	711,28
178	177,89	711,49
179	178,84	711,81
180	179,85	712,10
181	180,86	712,34
182	181,90	712,57
183	182,83	712,85
184	183,78	713,16
185	184,89	713,68
186	185,89	714,00
187	186,89	714,20
188	187,87	714,61
189	188,91	715,04
190	189,91	715,33
191	190,92	715,64
192	191,88	715,82
193	192,88	715,95
194	193,92	716,04
195	194,88	716,27
196	195,93	716,45



n°	X	Y
	[m]	[m]
197	196,85	716,53
198	197,84	716,72
199	198,89	716,89
200	199,82	717,05
201	200,91	717,23
202	201,87	717,34
203	202,87	717,53
204	203,85	717,68
205	204,86	717,80
206	205,86	717,91
207	206,89	718,07
208	207,90	718,18
209	207,90	723,67
210	206,89	723,56
211	205,86	723,36
212	204,85	723,26
213	203,85	723,14
214	202,86	723,00
215	201,87	722,83
216	200,89	722,70
217	199,82	722,51
218	198,85	722,34
219	197,84	722,17
220	196,85	721,99
221	195,88	721,90
222	194,86	721,72
223	193,89	721,50
224	192,87	721,40
225	191,89	721,28
226	190,90	721,10
227	189,88	720,77
228	188,89	720,50
229	187,85	720,06
230	186,85	719,63
231	185,85	719,43
232	184,85	719,11
233	183,85	718,63
234	182,85	718,30
235	181,85	718,00
236	180,85	717,77
237	179,85	717,55
238	178,85	717,26
239	177,85	716,92
240	176,85	716,69
241	175,85	716,48
242	174,85	715,89
243	173,85	715,29
244	172,85	714,93
245	171,85	714,49
246	170,85	714,08
247	169,85	713,52
248	168,85	712,99
249	167,85	712,46
250	166,85	712,17
251	165,85	711,56
252	164,85	711,04
253	163,85	710,41
254	162,85	709,85
255	161,85	709,39
256	160,85	708,81
257	159,85	708,36
258	158,85	707,96
259	157,85	707,65
260	156,85	707,31
261	155,85	706,95
262	154,85	706,45
263	153,85	706,06
264	152,85	705,57
265	151,85	704,97
266	150,85	704,47
267	149,85	703,99
268	148,85	703,63
269	147,85	703,54

n°	X	Y
	[m]	[m]
270	146,85	703,35
271	145,85	703,11
272	144,85	702,89
273	143,85	702,71
274	142,85	702,50
275	141,85	702,07
276	140,85	701,76
277	139,85	701,40
278	138,85	701,25
279	137,85	701,07
280	136,85	700,78
281	135,85	700,43
282	134,85	700,13
283	133,85	699,86
284	132,85	699,62
285	131,85	699,41
286	130,85	699,14
287	129,85	698,81
288	128,85	698,63
289	127,85	698,45
290	126,85	698,41
291	125,85	698,30
292	124,85	698,27
293	123,85	698,20
294	122,85	698,00
295	121,85	697,89
296	120,85	697,71
297	119,85	697,63
298	118,85	697,52
299	117,85	697,31
300	116,85	697,14
301	115,85	697,01
302	114,85	696,85
303	113,85	696,78
304	112,85	696,63
305	111,85	696,52
306	110,85	696,44
307	109,85	696,33
308	108,85	696,20
309	107,85	696,13
310	106,85	696,08
311	105,85	696,01
312	104,85	695,65
313	103,85	695,39
314	102,85	695,08
315	101,85	694,46
316	100,85	694,20
317	99,85	693,32
318	98,85	692,76
319	97,85	692,44
320	96,85	692,10
321	95,85	691,65
322	94,85	691,26
323	93,85	690,78
324	92,85	690,39
325	91,85	689,91
326	90,85	689,62
327	89,85	689,23
328	88,85	688,81
329	87,85	688,42
330	86,85	688,10
331	85,85	687,70
332	84,85	687,33
333	83,85	687,06
334	82,85	686,72
335	81,85	686,50
336	80,85	686,31
337	79,85	686,15
338	78,85	686,06
339	77,85	685,83
340	76,85	685,52
341	75,85	685,17
342	74,85	684,97

n°	X	Y
	[m]	[m]
343	73,85	684,75
344	72,85	684,53
345	71,85	684,43
346	70,85	684,26
347	69,85	684,16
348	68,85	684,00
349	67,85	683,79
350	66,85	683,74
351	65,85	683,46
352	64,85	683,38
353	63,85	683,23
354	62,85	683,20
355	61,85	683,07
356	60,85	682,72
357	59,85	682,56
358	58,85	682,42
359	57,85	682,29
360	56,85	682,18
361	55,85	682,04
362	54,85	681,87
363	53,85	681,42
364	52,85	681,26
365	51,85	680,88
366	50,85	680,48
367	49,85	679,95
368	48,85	679,42
369	47,85	678,90
370	46,85	678,41
371	45,85	677,85
372	44,85	677,18
373	43,85	676,68
374	42,85	675,94
375	41,85	675,14
376	40,85	674,44
377	39,85	673,78
378	38,85	673,33
379	37,85	672,93
380	36,84	672,71
381	35,96	672,52
382	35,10	672,35
383	33,79	672,60
384	32,73	672,80
385	31,75	672,99
386	30,88	673,25
387	29,87	673,44
388	28,92	673,53
389	27,99	673,54
390	26,96	673,49
391	25,90	673,39
392	24,75	673,24
393	23,60	673,09
394	22,77	673,01
395	21,90	672,96
396	20,89	672,93
397	19,79	672,94
398	18,98	673,02
399	18,47	673,12
400	17,94	673,27
401	16,66	673,76
402	15,49	674,04
403	13,87	674,18
404	12,92	674,26
405	11,87	674,26
406	10,85	674,33
407	9,89	674,41
408	8,88	674,44
409	7,83	674,44
410	6,84	674,47
411	5,85	674,49
412	4,84	674,48
413	3,86	674,50
414	2,86	674,52
415	1,85	674,58

n°	X	Y
	[m]	[m]
416	0,00	674,65

**Dati zona sismica**

*Identificazione del sito*

Latitudine	42.225587
Longitudine	13.849469
Comune	Pescosansonesco
Provincia	Pescara
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26978 - 27200 - 27201 - 26979

*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	$a_a$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.058	1.298
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.312	0.132
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.396	2.305
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.360	0.303
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.101
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	$\beta_s$		0.280	0.280
Coefficiente riduzione fronti di scavo	$\beta_s$		0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_a/g*\beta_s*St*S)$	9.61	4.44
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.81	2.22

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_a/g*\beta_s*St*S)$	13.05	7.46
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.52	3.73

**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	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.00	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

*Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 26,00$	$Y_0 = 692,00$
Passo maglia	[m]	$dX = 2,00$	$dY = 2,00$
Numero passi		$Nx = 10$	$Ny = 10$
Raggio	[m]	$R = 30,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=0,50$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

Opzioni di calcolo

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

- MORGENSTERN

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

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	5232
Coefficiente di sicurezza minimo	1.727
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
MORGENSTERN	5232	1.727	1	5.169	6213

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)

C<sub>x</sub> ascissa x del centro [m]

C<sub>y</sub> ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x<sub>v</sub> ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x<sub>m</sub> 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

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 <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	42,00	708,00	31,00	39,15	64,86	98,09	1,727 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
2	C	42,00	710,00	33,00	39,13	65,80	103,74	1,740 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
3	C	40,00	708,00	30,50	39,95	61,88	65,61	1,746 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
4	C	44,00	708,00	32,00	33,20	68,69	151,41	1,756 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
5	C	40,00	710,00	32,50	39,95	62,84	70,62	1,758 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
6	C	44,00	708,00	31,50	38,72	67,91	133,87	1,763 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
7	C	42,00	708,00	30,50	40,05	64,07	84,31	1,766 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
8	C	44,00	710,00	33,50	38,67	69,01	140,39	1,774 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
9	C	42,00	710,00	32,50	40,04	65,04	89,49	1,778 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
10	C	44,00	710,00	34,00	32,60	69,78	158,86	1,786 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
11	C	44,00	708,00	31,00	39,57	67,21	118,10	1,788 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
12	C	40,00	708,00	30,00	40,71	60,82	53,94	1,794 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
13	C	44,00	710,00	33,00	39,54	68,18	124,09	1,796 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
14	C	42,00	708,00	31,00	39,15	64,86	98,09	1,797 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
15	C	42,00	710,00	33,00	39,13	65,80	103,74	1,811 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
16	C	40,00	708,00	30,50	39,95	61,88	65,61	1,811 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
17	C	38,00	710,00	32,00	40,89	59,36	41,75	1,814 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
18	C	40,00	710,00	32,00	40,70	62,01	58,39	1,815 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
19	C	44,00	708,00	30,50	40,29	66,39	103,22	1,817 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
20	C	42,00	708,00	30,00	40,73	63,33	71,41	1,818 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
21	C	40,00	710,00	32,50	39,95	62,84	70,62	1,826 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
22	C	42,00	710,00	32,00	40,73	64,22	76,14	1,826 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
23	C	38,00	708,00	30,00	40,90	58,45	37,68	1,828 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
24	C	44,00	708,00	32,00	33,20	68,69	151,41	1,832 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
25	C	44,00	710,00	32,50	40,27	67,41	108,75	1,833 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
26	C	42,00	708,00	30,50	40,05	64,07	84,31	1,836 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
27	C	44,00	708,00	31,50	38,72	67,91	133,87	1,839 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
28	C	42,00	710,00	32,50	40,04	65,04	89,49	1,850 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
29	C	44,00	710,00	33,50	38,67	69,01	140,39	1,851 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
30	C	44,00	708,00	30,00	40,93	65,54	89,24	1,857 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
31	C	40,00	708,00	30,00	40,71	60,82	53,94	1,860 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
32	C	44,00	706,00	30,50	31,89	68,30	163,51	1,860 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
33	C	42,00	706,00	30,00	31,45	65,30	125,23	1,863 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
34	C	44,00	708,00	31,00	39,57	67,21	118,10	1,864 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
35	C	44,00	710,00	34,00	32,60	69,78	158,86	1,864 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
36	C	44,00	710,00	32,00	40,91	66,60	94,21	1,870 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
37	C	40,00	710,00	31,50	41,47	60,87	47,19	1,870 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
38	C	44,00	710,00	33,00	39,54	68,18	124,09	1,874 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
39	C	40,00	708,00	31,50	30,98	63,40	95,42	1,874 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
40	C	44,00	708,00	32,50	31,62	69,44	171,79	1,875 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
41	C	42,00	706,00	30,50	30,46	66,00	144,43	1,875 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
42	C	42,00	708,00	32,00	31,23	66,39	132,37	1,877 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
43	C	40,00	710,00	33,50	30,79	64,35	101,54	1,878 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
44	C	42,00	708,00	31,00	39,15	64,86	98,09	1,879 (M)	[PC]	[SLV] H+V
45	C	40,00	710,00	32,00	40,70	62,01	58,39	1,884 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
46	C	44,00	706,00	31,00	31,05	69,03	184,28	1,885 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
47	C	42,00	708,00	32,50	30,13	67,18	152,29	1,885 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
48	C	42,00	710,00	34,00	31,01	67,46	139,48	1,888 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
49	C	44,00	710,00	34,50	31,37	70,50	179,92	1,888 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
50	C	42,00	710,00	31,50	41,43	63,43	63,66	1,890 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
51	C	42,00	708,00	30,00	40,73	63,33	71,41	1,890 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
52	C	38,00	708,00	30,00	40,90	58,45	37,68	1,890 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
53	C	40,00	708,00	30,50	39,95	61,88	65,61	1,891 (M)	[PC]	[SLV] H+V
54	C	42,00	710,00	34,50	29,80	68,19	160,00	1,891 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
55	C	44,00	708,00	33,00	30,73	70,15	193,21	1,892 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V

N°	F	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>v</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
56	C	42,00	706,00	31,00	29,29	66,80	164,74	1,892 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
57	C	44,00	708,00	30,50	40,29	66,39	103,22	1,894 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
58	C	44,00	708,00	33,50	29,65	70,83	215,66	1,895 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
59	C	42,00	710,00	33,00	39,13	65,80	103,74	1,896 (M)	[PC]	[SLV] H+V
60	C	44,00	704,00	30,00	29,52	69,21	218,18	1,896 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
61	C	44,00	706,00	32,00	29,02	70,39	228,80	1,898 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
62	C	44,00	710,00	35,00	30,37	71,23	201,99	1,898 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
63	C	44,00	710,00	35,50	29,22	71,96	225,13	1,898 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
64	C	44,00	706,00	31,50	30,08	69,73	206,01	1,898 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
65	C	42,00	708,00	33,00	28,88	67,85	173,31	1,899 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
66	C	42,00	710,00	32,00	40,73	64,22	76,14	1,899 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
67	C	44,00	708,00	34,00	28,48	71,54	239,19	1,901 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
68	C	44,00	710,00	36,00	27,93	72,65	249,43	1,906 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
69	C	42,00	710,00	35,00	28,39	68,98	181,72	1,908 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
70	C	40,00	710,00	32,50	39,95	62,84	70,62	1,908 (M)	[PC]	[SLV] H+V
71	C	44,00	704,00	30,50	28,47	69,87	241,21	1,910 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
72	C	44,00	710,00	32,50	40,27	67,41	108,75	1,911 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
73	C	44,00	706,00	32,50	27,86	71,04	252,65	1,912 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
74	C	40,00	706,00	30,00	29,95	63,13	106,87	1,914 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
75	C	40,00	708,00	32,00	29,63	64,11	113,74	1,914 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
76	C	42,00	706,00	31,50	28,00	67,47	186,22	1,915 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
77	C	44,00	708,00	34,50	27,32	72,22	263,87	1,917 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
78	C	44,00	710,00	31,50	41,56	65,66	80,61	1,919 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
79	C	44,00	708,00	32,00	33,20	68,69	151,41	1,919 (M)	[PC]	[SLV] H+V
80	C	40,00	710,00	34,00	29,31	65,12	120,46	1,920 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
81	C	42,00	708,00	30,50	40,05	64,07	84,31	1,920 (M)	[PC]	[SLV] H+V
82	C	40,00	706,00	30,50	28,51	63,80	125,79	1,921 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
83	C	44,00	710,00	36,50	26,79	73,37	274,89	1,921 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
84	C	42,00	708,00	33,50	27,51	68,59	195,55	1,922 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
85	C	42,00	708,00	31,00	39,15	64,86	98,09	1,923 (M)	[PC]	[SLV] H-V
86	C	40,00	708,00	32,50	28,04	64,86	133,32	1,926 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
87	C	44,00	708,00	31,50	38,72	67,91	133,87	1,927 (M)	[PC]	[SLV] H+V
88	C	44,00	704,00	31,00	27,43	70,50	265,33	1,931 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
89	C	42,00	710,00	35,50	27,04	69,72	204,75	1,931 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
90	C	44,00	706,00	33,00	26,84	71,72	277,59	1,932 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
91	C	40,00	708,00	30,50	39,95	61,88	65,61	1,932 (M)	[PC]	[SLV] H-V
92	C	40,00	710,00	34,50	27,63	65,84	140,70	1,933 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
93	C	44,00	708,00	35,00	26,28	72,88	289,61	1,934 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
94	C	44,00	708,00	30,00	40,93	65,54	89,24	1,935 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
95	C	44,00	710,00	37,00	25,74	74,10	301,46	1,936 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
96	C	42,00	704,00	30,00	27,39	67,01	198,58	1,937 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
97	C	42,00	710,00	32,50	40,04	65,04	89,49	1,937 (M)	[PC]	[SLV] H+V
98	C	42,00	706,00	30,00	31,45	65,30	125,23	1,939 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
99	C	40,00	710,00	31,50	41,47	60,87	47,19	1,940 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
100	C	42,00	710,00	33,00	39,13	65,80	103,74	1,940 (M)	[PC]	[SLV] H-V
101	C	44,00	710,00	33,50	38,67	69,01	140,39	1,941 (M)	[PC]	[SLV] H+V
102	C	44,00	706,00	30,50	31,89	68,30	163,51	1,941 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
103	C	42,00	706,00	32,00	26,86	68,14	208,86	1,941 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
104	C	40,00	708,00	30,00	40,71	60,82	53,94	1,942 (M)	[PC]	[SLV] H+V
105	C	42,00	710,00	36,00	25,86	70,42	228,94	1,943 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
106	C	40,00	706,00	31,00	27,11	64,51	145,96	1,943 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
107	C	42,00	708,00	34,00	26,35	69,32	218,98	1,944 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
108	C	42,00	706,00	32,50	25,81	68,84	232,58	1,947 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
109	C	40,00	708,00	31,50	30,98	63,40	95,42	1,947 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
110	C	42,00	704,00	30,50	26,36	67,63	221,51	1,947 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
111	C	42,00	708,00	34,50	25,30	70,01	243,50	1,948 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
112	C	40,00	708,00	33,00	26,67	65,56	154,20	1,949 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
113	C	40,00	710,00	32,50	39,95	62,84	70,62	1,949 (M)	[PC]	[SLV] H-V
114	C	42,00	710,00	36,50	24,79	71,11	254,21	1,950 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
115	C	44,00	710,00	32,00	40,91	66,60	94,21	1,950 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
116	C	44,00	706,00	33,50	25,89	72,36	303,55	1,950 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
117	C	44,00	708,00	35,50	25,32	73,58	316,40	1,951 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
118	C	44,00	704,00	31,50	26,49	71,13	290,43	1,952 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
119	C	44,00	710,00	37,50	24,76	74,82	329,10	1,952 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
120	C	40,00	710,00	33,50	30,79	64,35	101,54	1,953 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
121	C	44,00	708,00	31,00	39,57	67,21	118,10	1,954 (M)	[PC]	[SLV] H+V
122	C	42,00	706,00	30,50	30,46	66,00	144,43	1,954 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
123	C	42,00	708,00	32,00	31,23	66,39	132,37	1,955 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
124	C	44,00	710,00	34,00	32,60	69,78	158,86	1,955 (M)	[PC]	[SLV] H+V
125	C	40,00	710,00	35,00	26,24	66,70	162,28	1,956 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
126	C	38,00	710,00	32,00	40,89	59,36	41,75	1,957 (M)	[PC]	[SLV] H+V
127	C	44,00	708,00	32,50	31,62	69,44	171,79	1,957 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
128	C	42,00	708,00	35,00	24,28	70,67	269,08	1,962 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V

N°	F	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>v</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
129	C	42,00	706,00	33,00	24,84	69,52	257,36	1,962 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
130	C	42,00	710,00	37,00	23,74	71,83	280,56	1,963 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
131	C	42,00	704,00	31,00	25,41	68,29	245,43	1,963 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
132	C	42,00	708,00	30,50	40,05	64,07	84,31	1,964 (M)	[PC]	[SLV] H-V
133	C	42,00	710,00	31,50	41,43	63,43	63,66	1,965 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
134	C	42,00	708,00	32,50	30,13	67,18	152,29	1,966 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
135	C	44,00	710,00	33,00	39,54	68,18	124,09	1,966 (M)	[PC]	[SLV] H+V
136	C	40,00	706,00	31,50	25,92	65,20	167,30	1,966 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
137	C	44,00	708,00	32,00	33,20	68,69	151,41	1,967 (M)	[PC]	[SLV] H+V
138	C	42,00	710,00	34,00	31,01	67,46	139,48	1,967 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
139	C	38,00	708,00	30,00	40,90	58,45	37,68	1,968 (M)	[PC]	[SLV] H+V
140	C	44,00	706,00	31,00	31,05	69,03	184,28	1,969 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
141	C	40,00	710,00	32,00	40,70	62,01	58,39	1,969 (M)	[PC]	[SLV] H+V
142	C	40,00	708,00	33,50	25,47	66,31	176,23	1,969 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
143	C	44,00	710,00	38,00	23,79	75,53	357,82	1,972 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
144	C	44,00	708,00	36,00	24,38	74,28	344,23	1,972 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
145	C	44,00	706,00	34,00	24,99	73,00	330,50	1,972 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
146	C	38,00	710,00	31,50	41,75	58,46	31,99	1,972 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
147	C	42,00	710,00	31,00	42,11	62,62	52,02	1,972 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
148	C	44,00	710,00	34,50	31,37	70,50	179,92	1,972 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
149	C	42,00	710,00	34,50	29,80	68,19	160,00	1,973 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
150	C	44,00	708,00	31,50	38,72	67,91	133,87	1,974 (M)	[PC]	[SLV] H-V
151	C	42,00	706,00	31,00	29,29	66,80	164,74	1,974 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
152	C	44,00	704,00	32,00	25,60	71,77	316,55	1,974 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
153	C	40,00	710,00	35,50	25,03	67,43	185,12	1,975 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
154	C	44,00	708,00	33,00	30,73	70,15	193,21	1,977 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
155	C	42,00	708,00	30,00	40,73	63,33	71,41	1,978 (M)	[PC]	[SLV] H+V
156	C	44,00	702,00	30,00	26,25	70,48	302,28	1,979 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
157	C	42,00	710,00	37,50	22,76	72,50	307,97	1,979 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
158	C	42,00	708,00	35,50	23,32	71,35	295,68	1,979 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
159	C	42,00	706,00	33,50	23,89	70,17	283,16	1,980 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
160	C	44,00	708,00	33,50	29,65	70,83	215,66	1,982 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
161	C	42,00	710,00	32,50	40,04	65,04	89,49	1,982 (M)	[PC]	[SLV] H-V
162	C	42,00	708,00	33,00	28,88	67,85	173,31	1,982 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
163	C	42,00	704,00	31,50	24,49	68,95	270,38	1,983 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
164	C	44,00	704,00	30,00	29,52	69,21	218,18	1,983 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
165	C	40,00	708,00	30,00	40,71	60,82	53,94	1,983 (M)	[PC]	[SLV] H-V
166	C	44,00	710,00	31,00	42,18	64,85	67,85	1,983 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
167	C	38,00	708,00	31,50	29,30	60,96	77,39	1,984 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
168	C	44,00	710,00	35,00	30,37	71,23	201,99	1,984 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
169	C	44,00	706,00	31,50	30,08	69,73	206,01	1,984 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
170	C	38,00	710,00	33,50	29,04	62,16	83,24	1,985 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
171	C	44,00	708,00	30,50	40,29	66,39	103,22	1,985 (M)	[PC]	[SLV] H+V
172	C	44,00	706,00	32,00	29,02	70,39	228,80	1,986 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
173	C	44,00	710,00	35,50	29,22	71,96	225,13	1,986 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
174	C	40,00	710,00	31,00	42,21	59,93	37,01	1,987 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
175	C	40,00	704,00	30,00	25,36	64,75	179,81	1,987 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
176	C	40,00	706,00	32,00	24,86	65,86	189,69	1,988 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
177	C	44,00	710,00	33,50	38,67	69,01	140,39	1,989 (M)	[PC]	[SLV] H+V
178	C	42,00	710,00	32,00	40,73	64,22	76,14	1,989 (M)	[PC]	[SLV] H+V
179	C	40,00	706,00	30,00	29,95	63,13	106,87	1,990 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
180	C	44,00	708,00	34,00	28,48	71,54	239,19	1,990 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
181	C	40,00	708,00	34,00	24,35	67,08	199,47	1,991 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
182	C	40,00	708,00	32,00	29,63	64,11	113,74	1,991 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
183	C	44,00	710,00	38,50	22,88	76,26	387,57	1,992 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
184	C	42,00	710,00	35,00	28,39	68,98	181,72	1,992 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
185	C	40,00	710,00	36,00	23,86	68,13	209,08	1,992 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
186	C	44,00	708,00	36,50	23,48	74,96	373,09	1,994 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
187	C	38,00	710,00	32,00	40,89	59,36	41,75	1,996 (M)	[PC]	[SLV] H-V
188	C	44,00	706,00	34,50	24,10	73,67	358,46	1,996 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
189	C	44,00	710,00	36,00	27,93	72,65	249,43	1,997 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
190	C	42,00	710,00	38,00	21,80	73,19	336,37	1,997 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
191	C	40,00	710,00	34,00	29,31	65,12	120,46	1,998 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
192	C	44,00	704,00	32,50	24,75	72,39	343,63	1,999 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
193	C	42,00	708,00	36,00	22,39	72,02	323,27	2,000 (M)	[A2M2]	[SLV] H+V
194	C	42,00	706,00	31,50	28,00	67,47	186,22	2,000 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V
195	C	44,00	704,00	30,50	28,47	69,87	241,21	2,000 (M)	[A2M2]	[SLV] H-V



**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<sub>s</sub> ascissa sinistra della striscia espressa in m
- Y<sub>ss</sub> ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
- Y<sub>si</sub> ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
- X<sub>g</sub> ascissa del baricentro della striscia espressa in m
- Y<sub>g</sub> 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<sub>sr</sub>, E<sub>d</sub> forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
- X<sub>sr</sub>, X<sub>d</sub> 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 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto**

Numero di strisce 33  
 Coordinate del centro X[m]= 42,00 Y[m]= 708,00  
 Raggio del cerchio R[m]= 31,00  
 Intersezione a valle con il profilo topografico X<sub>v</sub>[m]= 39,15 Y<sub>v</sub>[m]= 677,13  
 Intersezione a monte con il profilo topografico X<sub>m</sub>[m]= 64,86 Y<sub>m</sub>[m]= 687,06

**Geometria e caratteristiche strisce**

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>g</sub> [m]	Y <sub>g</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	39,15	677,13	677,13	39,88	677,46	677,07	39,64	677,22	0,73	-4,60	22,33	0,03
2	39,88	677,46	677,07	39,91	677,47	677,07	39,89	677,27	0,03	-3,89	24,20	0,21
3	39,91	677,47	677,07	40,90	678,14	677,02	40,48	677,45	0,99	-2,95	24,20	0,21
4	40,90	678,14	677,02	41,90	678,83	677,00	41,44	677,76	1,00	-1,11	24,20	0,21
5	41,90	678,83	677,00	42,90	679,63	677,01	42,43	678,13	1,00	0,74	24,20	0,21
6	42,90	679,63	677,01	43,85	680,33	677,06	43,39	678,51	0,95	2,54	24,20	0,21
7	43,85	680,33	677,06	43,91	680,37	677,06	43,88	678,70	0,06	3,48	24,20	0,21
8	43,91	680,37	677,06	44,85	680,84	677,13	44,39	678,85	0,94	4,40	24,67	0,21
9	44,85	680,84	677,13	44,90	680,87	677,14	44,87	679,00	0,05	5,32	28,00	0,20
10	44,90	680,87	677,14	45,85	681,51	677,24	45,39	679,19	0,96	6,25	28,00	0,20
11	45,85	681,51	677,24	45,90	681,54	677,25	45,87	679,38	0,05	7,18	28,00	0,20
12	45,90	681,54	677,25	46,90	682,10	677,39	46,41	679,57	1,01	8,16	28,00	0,20
13	46,90	682,10	677,39	47,91	682,59	677,57	47,41	679,91	1,03	10,04	28,00	0,20
14	47,91	682,59	677,57	48,90	683,11	677,78	48,41	680,26	1,01	11,93	28,00	0,20
15	48,90	683,11	677,78	49,90	683,64	678,02	49,40	680,64	1,03	13,81	28,00	0,20
16	49,90	683,64	678,02	50,90	684,17	678,30	50,40	681,04	1,04	15,72	28,00	0,20
17	50,90	684,17	678,30	51,91	684,57	678,63	51,41	681,42	1,06	17,66	28,00	0,20
18	51,91	684,57	678,63	52,90	684,95	678,98	52,41	681,78	1,05	19,61	28,00	0,20
19	52,90	684,95	678,98	53,90	685,11	679,37	53,40	682,10	1,08	21,58	28,00	0,20
20	53,90	685,11	679,37	54,90	685,56	679,81	54,40	682,46	1,09	23,58	28,00	0,20
21	54,90	685,56	679,81	55,91	685,74	680,30	55,40	682,85	1,12	25,63	28,00	0,20
22	55,91	685,74	680,30	56,90	685,87	680,82	56,40	683,18	1,12	27,69	28,00	0,20
23	56,90	685,87	680,82	57,90	685,98	681,39	57,39	683,51	1,15	29,79	28,00	0,20
24	57,90	685,98	681,39	58,85	686,10	681,98	58,37	683,86	1,12	31,89	28,00	0,20
25	58,85	686,10	681,98	58,90	686,11	682,01	58,87	684,05	0,06	32,98	28,00	0,20
26	58,90	686,11	682,01	59,85	686,24	682,65	59,36	684,25	1,15	34,10	27,29	0,20
27	59,85	686,24	682,65	59,91	686,25	682,70	59,88	684,46	0,07	35,22	24,20	0,21
28	59,91	686,25	682,70	60,90	686,41	683,43	60,39	684,69	1,23	36,43	24,20	0,21
29	60,90	686,41	683,43	61,90	686,76	684,23	61,39	685,20	1,28	38,75	24,20	0,21
30	61,90	686,76	684,23	62,90	686,89	685,10	62,37	685,73	1,33	41,16	24,20	0,21
31	62,90	686,89	685,10	63,88	686,93	686,04	63,34	686,21	1,35	43,64	24,20	0,21
32	63,88	686,93	686,04	63,91	686,93	686,07	63,89	686,49	0,04	44,93	24,20	0,21
33	63,91	686,93	686,07	64,86	687,06	687,06	64,23	686,69	1,38	46,25	23,36	0,13

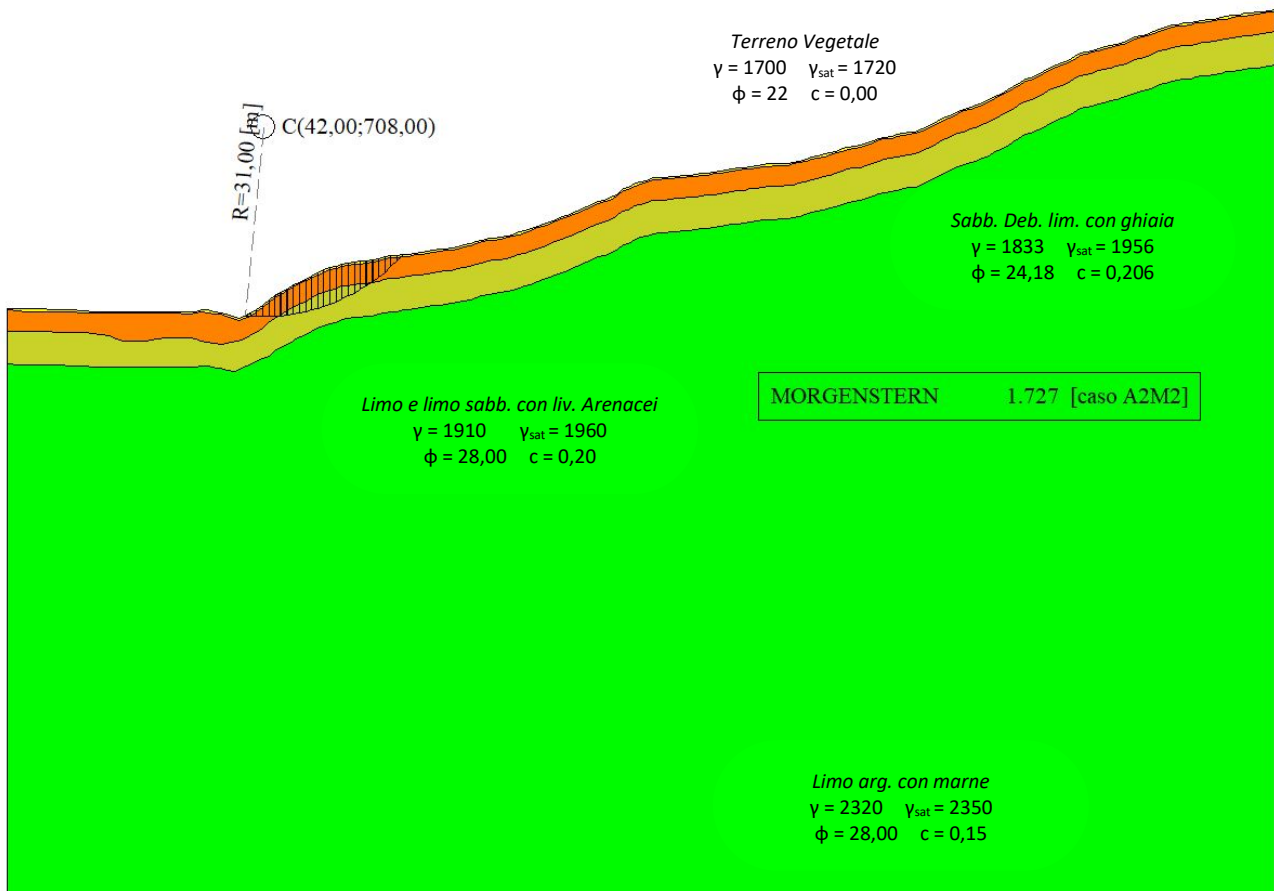
Metodo di **MORGENSTERN**

Coefficiente di sicurezza  $F_s = 1.727$

**Forze applicate sulle strisce**

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E <sub>s</sub> [kg]	E <sub>d</sub> [kg]	X <sub>s</sub> [kg]	X <sub>d</sub> [kg]	ID
1	239	0	370	217	0	0	218	0	-128	
2	20	0	52	49	0	218	268	-128	-157	
3	1337	0	2376	1800	0	268	2029	-157	-1187	
4	2661	0	3633	2138	0	2029	3915	-1187	-2291	
5	4033	0	4846	2453	0	3915	5807	-2291	-3398	
6	5086	0	5644	2602	0	5807	7518	-3398	-4399	
7	359	0	386	172	0	7518	7621	-4399	-4459	
8	6011	0	6323	2801	0	7621	9162	-4459	-5361	
9	339	0	356	168	0	9162	9254	-5361	-5415	
10	6950	0	7127	3300	0	9254	10876	-5415	-6364	
11	393	0	393	179	0	10876	10954	-6364	-6410	
12	8274	0	8120	3669	0	10954	12364	-6410	-7235	
13	9059	0	8566	3824	0	12364	13444	-7235	-7867	
14	9467	0	8659	3837	0	13444	14143	-7867	-8276	
15	10130	0	8986	3958	0	14143	14465	-8276	-8464	
16	10639	0	9174	4026	0	14465	14386	-8464	-8418	
17	11061	0	9293	4088	0	14386	13911	-8418	-8140	
18	10941	0	8978	3980	0	13911	13090	-8140	-7660	
19	10851	0	8714	3927	0	13090	11972	-7660	-7006	
20	10640	0	8372	3840	0	11972	10587	-7006	-6195	
21	10464	0	8074	3782	0	10587	8956	-6195	-5241	
22	9601	0	7274	3534	0	8956	7265	-5241	-4251	
23	8884	0	6613	3369	0	7265	5558	-4251	-3252	
24	7596	0	5554	3005	0	5558	4012	-3252	-2348	
25	376	0	272	153	0	4012	3934	-2348	-2302	
26	6661	0	4777	2763	0	3934	2512	-2302	-1470	
27	390	0	277	160	0	2512	2422	-1470	-1417	
28	5885	0	4135	2543	0	2422	1084	-1417	-635	
29	5008	0	3419	2419	0	1084	36	-635	-21	
30	3910	0	2548	2247	0	36	-574	-21	336	
31	2358	0	1353	1967	0	-574	-462	336	270	
32	47	0	22	56	0	-462	-445	270	260	
33	718	0	255	1077	0	-445	0	260	0	

**Superficie di scorrimento con fattore di sicurezza minore**



**Conclusioni**

Sulla base dei parametri geotecnici forniti si evince, dalle analisi effettuate, che il pendio risulta **stabile** in quanto non sono presenti superfici di rottura critiche. In particolare il fattore di sicurezza minimo, restituito attraverso il metodo di calcolo di Morgenstern-Price (**F.S.=1,727**) è maggiore del fattore di sicurezza minimo richiesto dalle NTC2018 (pari ad **1,2**). Di conseguenza si può considerare stabile il pendio in esame sia in condizioni statiche che dinamiche.

Poiché la condotta che deve essere posata ad una profondità di 2,5 metri dal P.C. risulta in posizione tale da non interferire con la potenziale superficie di scorrimento, con coefficiente maggiore del minimo previsto anche in fase sismica, si ritiene non doversi prevedere alcuna opera di stabilizzazione.

**Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)**

**Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

**Tipo di analisi svolta**

L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.

Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.

L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

**Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo STAP - Stabilità Pendii Terreni  
Versione 14.0  
Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)

**Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

**Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

**Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

**Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dall'utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.