

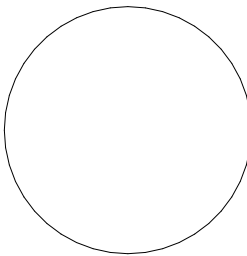
COMUNE DI CROPALATI

(Provincia di Cosenza)

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

MESSA IN SICUREZZA E CONSOLIDAMENTO DI LUOGHI ESPOSTI A RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO MOLTO ELEVATO

<u>GEOLOGIA</u>	<u>TAVOLA</u>	<u>SCALA</u>
ANALISI DI STABILITA' - POST OPERAM	GEO.03.2	---

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Cropalati RESP. UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Andrea CALIO'	Timbro e Firma 
---	--

LOCALITA': C.da Circonvallazione

PROGETTISTA - D.L. - CSP - CSE: Ing. Francesco MANGONE		Timbro e Firma
GEOLOGO: Dott. Giuseppe CUFARI		

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 adatterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
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
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \tan \phi_i]}{\sum [W_i \tan \alpha_i]}$$

dove il termine **N_i** è espresso da

$$N_i = [W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F] / m$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, **b_i** e **α_i** sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia **i-esima** rispetto all'orizzontale, **W_i** è il peso della striscia **i-esima**, **c_i** e **ϕ_i** sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed **u_i** è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Janbu semplificato** contiene al secondo membro il termine **m** che è funzione di **F**. Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per **F** da inserire nell'espressione di **m** ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

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

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	Limo argilloso con sabbia	18.15	18.15	28.00	0.0
2	Marna calcarea	17.50	17.50	17.70	11.0
3	Sabbia finissima limosa	18.00	18.00	24.20	5.7
4	Limo sabbioso calcareo	18.60	18.60	27.20	10.0

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	0.00
2	13.70	5.00
3	26.17	10.00
4	35.60	15.00
5	59.75	20.00
6	77.42	25.00
7	78.90	25.54
8	91.14	30.00
9	102.89	33.34
10	108.73	35.00
11	113.94	36.94
12	122.15	40.00
13	133.77	45.00
14	140.78	46.54
15	156.54	50.00
16	158.54	50.63
17	165.00	50.63

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 (Limo sabbioso calcareo)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	78.90	25.54
2	77.42	25.00
3	59.75	20.00
4	35.60	15.00
5	26.17	10.00
6	13.70	5.00
7	0.00	0.00
8	165.00	0.00
9	165.00	25.54
10	78.92	25.54

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (Limo argilloso con sabbia)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	165.00	46.54
2	165.00	50.63
3	158.54	50.63
4	156.54	50.00

n°	X [m]	Y [m]
5	140.78	46.54
6	140.81	46.54

Strato N° 3 costituito da terreno n° 2 (Marna calcarea)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	165.00	36.94
2	165.00	46.54
3	140.81	46.54
4	140.78	46.54
5	133.77	45.00
6	122.15	40.00
7	113.94	36.94
8	113.95	36.94

Strato N° 4 costituito da terreno n° 3 (Sabbia finissima limosa)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	165.00	33.34
2	165.00	36.94
3	113.95	36.94
4	113.94	36.94
5	108.73	35.00
6	102.89	33.34
7	102.91	33.34

Strato N° 5 costituito da terreno n° 4 (Limo sabbioso calcareo)

Coordinate dei vertici dello strato n° 5

n°	X [m]	Y [m]
1	165.00	25.54
2	165.00	33.34
3	102.91	33.34
4	102.89	33.34
5	91.14	30.00
6	78.90	25.54
7	78.92	25.54

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]

V_{xi} , V_{xf} , V_{yi} , V_{yf} Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kN/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i [m]	P_f [m]	V_y [kN/m]	V_x [kN/m]
1	Carico strada	Variabile	1.00	158.54 50.63	165.00 50.63	10.00 10.00	0.00 0.00

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 2

Paratia di pali - Paratia - intervento 2

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	150.50	m
Altezza totale paratia	20.00	m

Altezza inefficace paratia (a partire dal piede)	0.00	m
Diametro pali	0.60	m
Interasse pali	1.10	m
Altezza cordolo	0.50	m
Larghezza cordolo	0.80	m
Percentuale di armatura	0.87	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	30000	kPa
Altezza di scavo	1.00	m

Gradonatura - Muro a gabbioni - intervento 1

Ascissa sul profilo	158.54	m
Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Numero gradoni	2	
Allineamento	MONTE	
Base gradone	1.00	m
Altezza gradone	1.00	m
Altezza gradonatura	2.00	m
Altezza fondazione	0.30	m
Altezza totale	2.30	m
Lunghezza fondazione valle	0.30	m
Lunghezza fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	3.30	m
Inclinazione	0.000	
Peso di volume	20.00	kN/mc
Altezza di scavo	2.00	m

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	39.523600
Longitudine	16.730500
Comune	Cropalati
Provincia	Cosenza
Regione	Calabria

Punti di interpolazione del reticolo 38789 - 39011 - 39012 - 38790

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	2.051	0.712
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.209	0.073
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.394	2.331
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.371	0.312
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s		0.280	0.280
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_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)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S)$	8.43	2.93
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	4.21	1.46

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S)$	11.44	4.91
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	5.72	2.46

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	γ_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 circolari

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

Origine maglia	[m]	$X_0 = 135.00$	$Y_0 = 54.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 20$	$N_y = 20$
Raggio	[m]	$R = 20.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=0.50$ [m] ed un numero di incrementi pari a 40

Superfici di rottura generiche

Si considera una superficie di rottura definita per punti

Coordinate superficie di rottura

n°	X [m]	Y [m]
1	113.14	36.64
2	121.23	37.99
3	128.12	39.62
4	135.46	41.53
5	139.36	43.79
6	146.16	45.70
7	150.51	47.24
8	154.59	49.41
9	154.92	49.65

Opzioni di calcolo

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

- JANBU

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**
Presenza di carichi distribuiti

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	39012
Coefficiente di sicurezza minimo	1.213
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	39012	1.213	1	119.413	3903

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_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

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	C	135.00	73.00	36.00	121.33	163.21	256.77	1.213 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
2	C	135.00	72.00	35.00	121.44	162.72	252.18	1.217 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
3	C	136.00	73.00	36.00	121.86	164.21	267.61	1.224 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
4	C	135.00	71.00	34.00	121.55	162.22	247.48	1.227 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
5	C	136.00	72.00	35.00	121.97	163.72	262.95	1.227 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
6	C	136.00	71.00	34.00	122.09	163.22	258.23	1.231 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
7	C	135.00	70.00	33.00	121.66	161.72	242.75	1.233 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
8	C	136.00	70.00	33.00	122.20	162.72	253.44	1.236 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
9	C	135.00	69.00	32.00	121.78	161.20	237.89	1.241 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
10	C	136.00	69.00	32.00	122.32	162.20	248.53	1.242 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
11	C	137.00	72.00	35.00	122.49	164.72	273.55	1.243 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
12	C	135.00	73.00	35.00	122.03	162.57	233.95	1.243 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
13	C	137.00	71.00	34.00	122.61	164.22	268.78	1.246 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
14	C	136.00	73.00	35.00	122.52	163.57	244.53	1.247 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
15	C	135.00	72.00	34.50	122.13	162.08	229.63	1.248 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
16	C	135.00	68.00	31.00	121.90	160.68	232.92	1.250 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
17	C	136.00	68.00	31.00	122.44	161.68	243.54	1.250 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
18	C	137.00	70.00	33.00	122.72	163.72	263.90	1.250 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
19	C	135.00	71.00	33.50	122.22	161.60	225.22	1.255 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
20	C	137.00	69.00	32.00	122.85	163.20	258.97	1.255 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
21	C	136.00	72.00	34.50	122.62	163.08	240.16	1.257 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
22	C	137.00	68.00	31.00	122.97	162.68	253.93	1.261 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
23	C	136.00	71.00	33.50	122.72	162.60	235.71	1.262 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
24	C	135.00	70.00	32.50	122.32	161.10	220.69	1.262 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
25	C	137.00	73.00	35.00	123.01	164.57	254.89	1.263 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
26	C	136.00	67.00	30.00	122.56	161.14	238.43	1.265 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
27	C	138.00	70.00	33.00	123.26	164.72	274.17	1.265 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
28	C	137.00	72.00	34.50	123.12	164.08	250.46	1.265 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
29	C	136.00	70.00	32.50	122.82	162.10	231.15	1.267 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
30	C	138.00	69.00	32.00	123.39	164.20	269.17	1.269 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
31	C	137.00	71.00	33.50	123.23	163.60	245.94	1.269 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
32	C	137.00	67.00	30.00	123.11	162.14	248.75	1.269 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
33	C	135.00	69.00	31.50	122.43	160.59	216.11	1.271 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
34	C	137.00	70.00	32.50	123.34	163.10	241.37	1.273 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
35	C	138.00	68.00	31.00	123.52	163.68	264.06	1.274 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
36	C	135.00	73.00	35.00	122.69	161.92	211.96	1.275 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
37	C	136.00	69.00	31.50	122.93	161.59	226.51	1.276 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
38	C	136.00	66.00	29.00	122.69	160.59	233.19	1.276 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
39	C	137.00	66.00	29.00	123.24	161.59	243.48	1.278 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
40	C	137.00	69.00	31.50	123.45	162.59	236.69	1.279 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
41	C	136.00	73.00	35.00	123.17	162.92	222.26	1.281 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
42	C	135.00	67.00	30.00	122.02	160.14	227.87	1.283 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
43	C	136.00	68.00	30.50	123.05	161.07	221.76	1.284 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
44	C	138.00	67.00	30.00	123.66	163.14	258.84	1.285 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
45	C	136.00	72.00	34.00	123.26	162.44	218.11	1.286 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
46	C	137.00	68.00	30.50	123.58	162.07	231.88	1.286 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
47	C	138.00	71.00	33.50	123.74	164.60	256.00	1.287 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
48	C	135.00	72.00	34.00	122.78	161.44	207.87	1.289 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
49	C	137.00	65.00	28.00	123.39	161.03	238.05	1.290 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
50	C	138.00	70.00	32.50	123.86	164.10	251.37	1.291 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
51	C	136.00	71.00	33.00	123.36	161.96	213.90	1.292 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
52	C	138.00	66.00	29.00	123.80	162.59	253.51	1.293 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
53	C	137.00	73.00	35.00	123.65	163.92	232.33	1.295 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
54	C	138.00	69.00	31.50	123.98	163.59	246.62	1.295 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
55	C	136.00	67.00	29.50	123.17	160.54	216.93	1.296 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
56	C	135.00	71.00	33.00	122.87	160.96	203.68	1.297 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
57	C	139.00	68.00	31.00	124.08	164.68	273.96	1.297 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
58	C	137.00	72.00	34.00	123.75	163.44	228.15	1.298 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
59	C	136.00	70.00	32.00	123.46	161.47	209.62	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
60	C	136.00	70.00	31.50	124.09	160.84	188.81	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
61	C	138.00	72.00	33.50	124.88	163.80	216.16	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H -V
62	C	137.00	70.00	31.50	124.59	161.84	198.50	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H -V
63	C	138.00	64.00	26.50	124.68	160.88	221.29	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H -V
64	C	136.00	73.00	36.50	121.19	164.84	291.44	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
65	C	137.00	71.00	33.00	123.85	162.96	223.90	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
66	C	136.00	72.00	35.50	121.30	164.35	286.56	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
67	C	135.00	72.00	36.00	120.09	163.97	299.61	1.300 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
68	C	139.00	71.00	33.00	124.88	164.96	243.24	1.300 (J)	[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 _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 kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
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]= 135.00	Y[m]= 73.00
Raggio del cerchio	R[m]= 36.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 121.33	Y _v [m]= 39.70
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 163.21	Y _m [m]= 50.63

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	121.33	39.70	39.70	122.15	40.00	39.37	121.88	39.69	0.88	-21.61	17.70	11
2	122.15	40.00	39.37	123.44	40.56	38.91	122.89	39.71	1.37	-19.82	17.70	11
3	123.44	40.56	38.91	124.73	41.11	38.50	124.14	39.77	1.35	-17.65	17.70	11
4	124.73	41.11	38.50	126.02	41.67	38.14	125.41	39.86	1.34	-15.51	17.70	11
5	126.02	41.67	38.14	127.31	42.22	37.83	126.69	39.97	1.33	-13.38	17.70	11
6	127.31	42.22	37.83	128.61	42.78	37.57	127.98	40.10	1.32	-11.28	17.70	11
7	128.61	42.78	37.57	129.90	43.33	37.36	129.27	40.26	1.31	-9.19	17.70	11
8	129.90	43.33	37.36	131.19	43.89	37.20	130.55	40.45	1.30	-7.11	17.70	11
9	131.19	43.89	37.20	132.48	44.44	37.09	131.84	40.66	1.30	-5.05	17.70	11
10	132.48	44.44	37.09	133.77	45.00	37.02	133.13	40.89	1.29	-2.99	17.70	11
11	133.77	45.00	37.02	135.12	45.30	37.00	134.45	41.08	1.35	-0.88	17.70	11
12	135.12	45.30	37.00	136.48	45.59	37.03	135.80	41.23	1.35	1.27	17.70	11
13	136.48	45.59	37.03	137.83	45.89	37.11	137.16	41.41	1.36	3.43	17.70	11
14	137.83	45.89	37.11	139.18	46.19	37.24	138.51	41.61	1.36	5.59	17.70	11
15	139.18	46.19	37.24	140.53	46.49	37.43	139.86	41.84	1.37	7.76	17.70	11
16	140.53	46.49	37.43	141.89	46.78	37.66	141.21	42.09	1.37	9.94	17.70	11
17	141.89	46.78	37.66	143.24	47.08	37.96	142.56	42.37	1.38	12.13	17.70	11
18	143.24	47.08	37.96	144.59	47.38	38.30	143.92	42.68	1.40	14.34	17.70	11
19	144.59	47.38	38.30	145.95	47.67	38.70	145.27	43.01	1.41	16.58	17.70	11
20	145.95	47.67	38.70	147.08	47.67	39.09	146.51	43.28	1.20	18.66	17.70	11
21	147.08	47.67	39.09	148.22	47.67	39.52	147.65	43.49	1.22	20.58	17.70	11
22	148.22	47.67	39.52	149.36	47.67	39.99	148.79	43.71	1.23	22.53	17.70	11

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
23	149.36	47.67	39.99	150.50	47.67	40.51	149.92	43.96	1.25	24.51	17.70	11
24	150.50	48.63	40.51	151.84	48.63	41.18	151.16	44.73	1.50	26.70	17.70	11
25	151.84	48.63	41.18	153.18	48.63	41.93	152.50	45.09	1.53	29.11	17.70	11
26	153.18	48.63	41.93	154.52	48.63	42.75	153.84	45.48	1.57	31.58	17.70	11
27	154.52	48.63	42.75	155.86	48.63	43.66	155.17	45.91	1.62	34.12	17.70	11
28	155.86	48.63	43.66	157.20	48.63	44.66	156.51	46.39	1.67	36.74	17.70	11
29	157.20	48.63	44.66	158.54	48.63	45.76	157.83	46.91	1.74	39.45	17.70	11
30	158.54	50.63	45.76	159.71	50.63	46.82	159.10	48.45	1.57	42.09	20.40	8
31	159.71	50.63	46.82	160.87	50.63	47.97	160.26	48.99	1.64	44.64	28.00	0
32	160.87	50.63	47.97	162.04	50.63	49.23	161.40	49.58	1.72	47.32	28.00	0
33	162.04	50.63	49.23	163.21	50.63	50.63	162.43	50.16	1.82	50.13	28.00	0

Metodo di **JANBU**Coefficiente di sicurezza senza interventi $C_s = 1.200$

Superficie	Resistenza [kN]	% usata [%]	Fs
1	0.00	0.00	1.213
2	46.21	73.00	1.300

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	4.50	0.00	8.62	10.24	0.00	0.00	12.18	0.00	0.00	
2	25.73	0.00	33.45	21.25	0.00	12.18	40.57	0.00	0.00	
3	48.19	0.00	56.30	27.10	0.00	40.57	77.96	0.00	0.00	
4	69.43	0.00	76.91	32.39	0.00	77.96	121.79	0.00	0.00	
5	89.49	0.00	95.58	37.19	0.00	121.79	169.86	0.00	0.00	
6	108.43	0.00	112.53	41.55	0.00	169.86	220.22	0.00	0.00	
7	126.25	0.00	127.94	45.53	0.00	220.22	271.16	0.00	0.00	
8	142.98	0.00	141.99	49.16	0.00	271.16	321.18	0.00	0.00	
9	158.64	0.00	154.79	52.49	0.00	321.18	368.93	0.00	0.00	
10	173.24	0.00	166.46	55.53	0.00	368.93	413.25	0.00	0.00	
11	192.67	0.00	182.60	60.32	0.00	413.25	454.33	0.00	0.00	
12	199.59	0.00	186.86	61.44	0.00	454.33	488.79	0.00	0.00	
13	205.31	0.00	190.18	62.34	0.00	488.79	516.16	0.00	0.00	
14	209.82	0.00	192.60	63.01	0.00	516.16	536.12	0.00	0.00	
15	213.10	0.00	194.13	63.47	0.00	536.12	548.43	0.00	0.00	
16	215.24	0.00	194.86	63.73	0.00	548.43	552.97	0.00	0.00	
17	216.28	0.00	194.85	63.82	0.00	552.97	549.69	0.00	0.00	
18	216.04	0.00	193.95	63.70	0.00	549.69	538.65	0.00	0.00	
19	214.47	0.00	192.11	63.36	0.00	538.65	520.03	0.00	0.00	
20	175.71	0.00	157.20	52.27	0.00	520.03	499.16	0.00	0.00	
21	167.62	0.00	149.86	50.47	0.00	499.16	474.55	0.00	0.00	
22	158.66	0.00	141.83	48.50	0.00	474.55	446.86	0.00	0.00	
23	148.78	0.00	133.03	46.35	0.00	446.86	416.84	0.00	0.00	
24	184.39	0.00	167.53	53.80	0.00	463.05	414.76	0.00	0.00	2
25	167.74	0.00	152.89	50.49	0.00	414.76	365.31	0.00	0.00	
26	149.33	0.00	136.50	46.80	0.00	365.31	316.61	0.00	0.00	
27	129.02	10.12	127.92	45.08	0.00	316.61	266.26	0.00	0.00	
28	106.65	48.04	144.89	49.70	0.00	266.26	201.72	0.00	0.00	
29	81.99	61.64	135.86	48.02	0.00	201.72	136.04	0.00	0.00	
30	91.68	11.67	97.30	37.64	0.00	136.04	86.93	0.00	0.00	
31	68.55	11.67	75.72	30.96	0.00	86.93	46.58	0.00	0.00	
32	42.96	11.67	52.64	21.52	0.00	46.58	16.23	0.00	0.00	
33	14.79	11.67	26.12	10.68	0.00	16.23	0.00	0.00	0.00	

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

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

Il sottoscritto Francesco Labernarda, 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)
Utente	ING. LABERNARDA RODOLFO
Licenza	AIU57209G

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

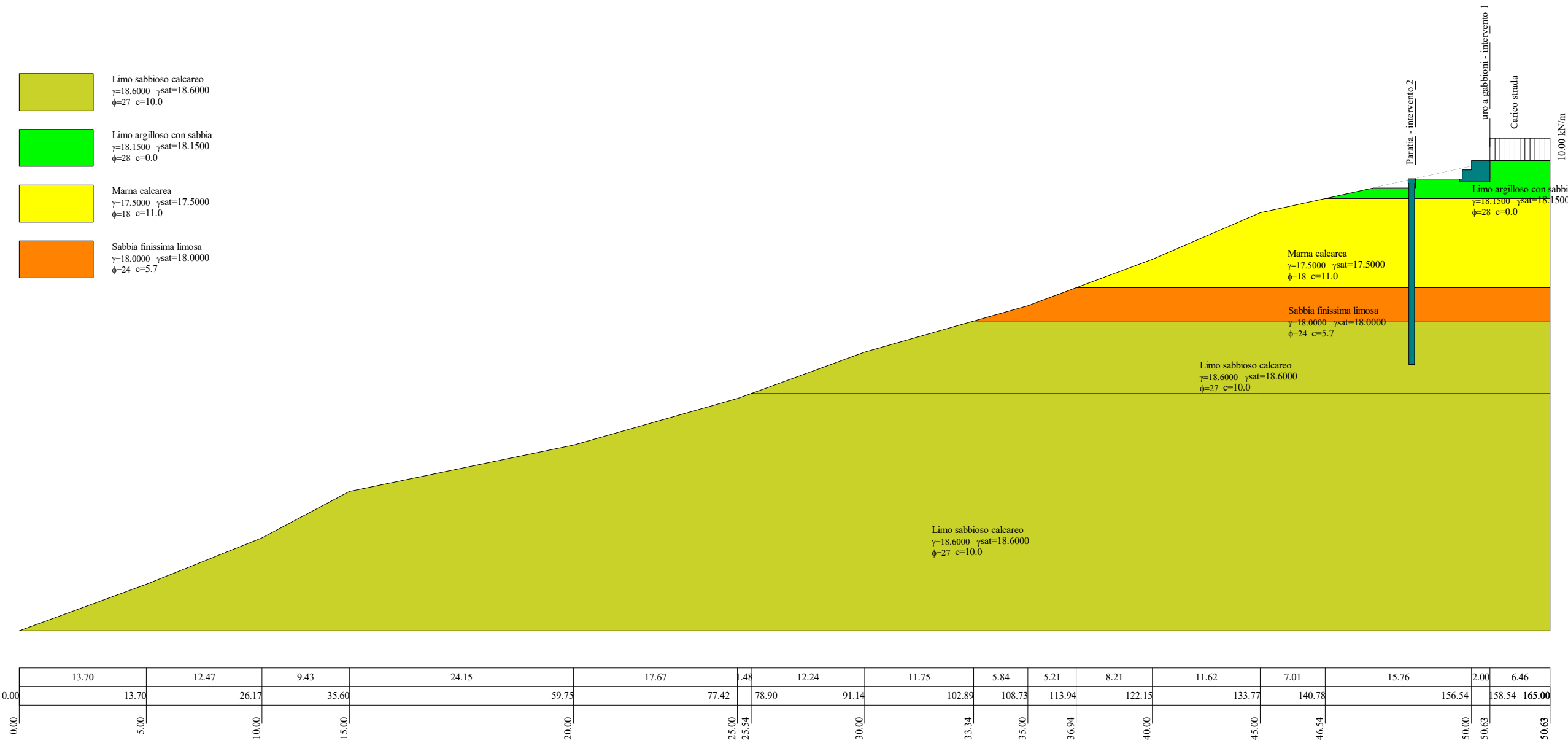
Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare,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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

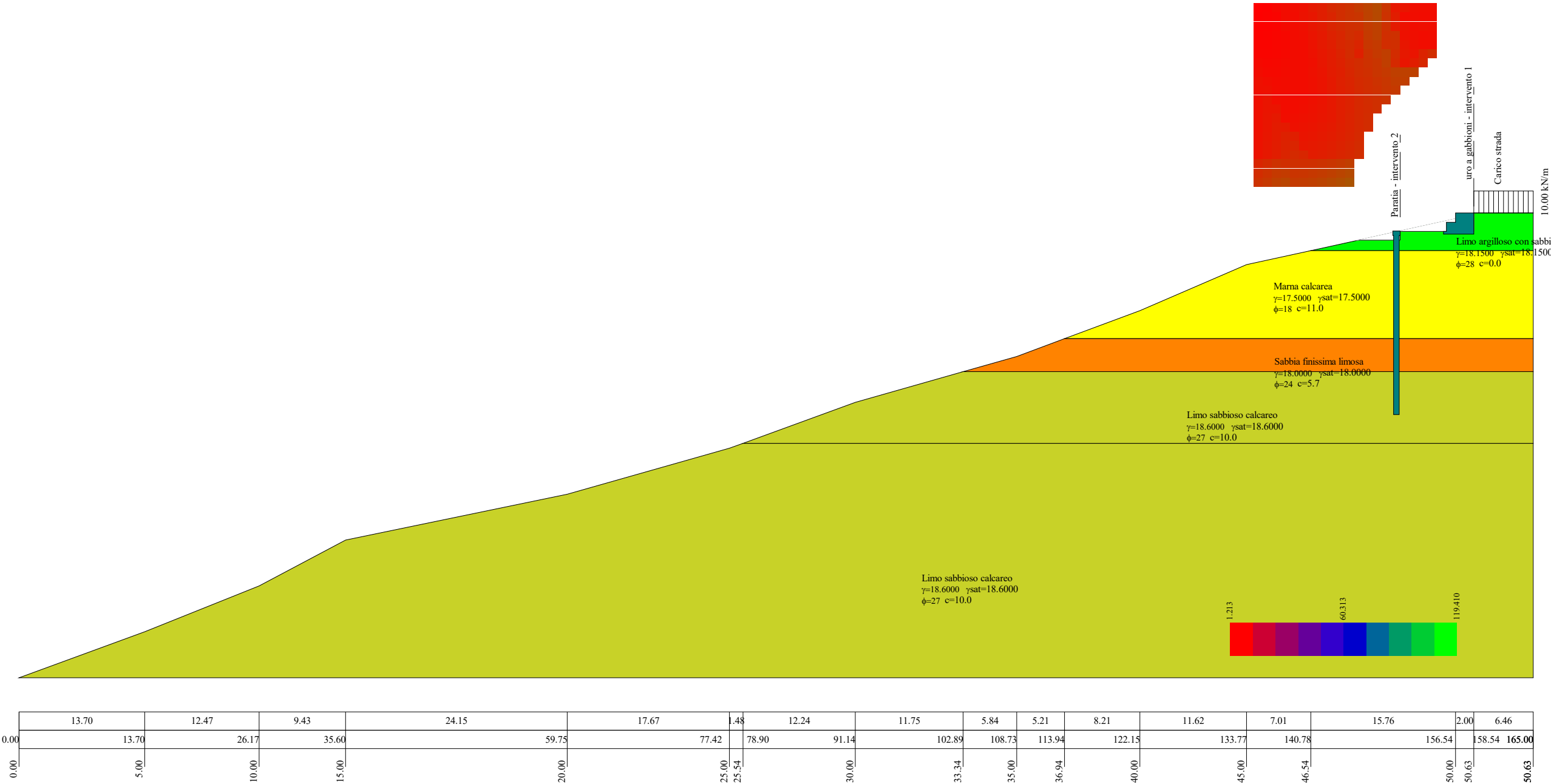
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, 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, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

PROFILO STRATIGRAFICO (1:500)



MAPPA FATTORI DI SICUREZZA



SUPERFICIE CRITICA

FS=1.213

