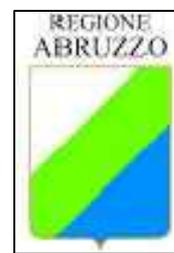




# REGIONE ABRUZZO

## PROVINCIA CHIETI



ORTONA- SAN VITO CHIETINO-ROCCA SAN GIOVANNI-FOSSACESIA-TORINO DI SANGRO-CASALBORDINO-VASTO

REGIONE ABRUZZO PAR FAS - FAS 2007-2013 Obiettivo Specifico IV.2 - Obiettivo Operativo IV.2.2 - Linea di Azione IV.2.2.a Bando di Gara a Procedura aperta Direttiva 2004/18/CE. Lavori per la realizzazione della via Verde della Costa dei Trabocchi del Comune di Ortona, San Vito Chietino, Rocca San Giovanni, Fossacesia, Torino di Sangro, Casalbordino, Vasto.

CUP D91B1300049002

CIG 63262781C2



***“La macchina pareva vivere d’armonia propria,  
avere un’aria ed un’effigie di corpo d’anima”***  
Gabriele d’Annunzio

### PROGETTO ESECUTIVO

COD.	DESCRIZIONE	DATA
P.3	VERIFICA DI STABILITA': intervento 1, intervento 2, intervento 3.	LUGLIO 2017

**PROGETTISTA INCARICATO:**  
(In qualità di ing. Geotecnico/strutturista)

Ing. PIETROMARTIRE LORENZO

**IMPRESE CONCORRENTI:**

CO.GE.PRI. SRL ( Mandataria)  
DI PERSIO COSTRUZIONI SRL  
TENAGLIA SRL  
STRADE E AMBIENTE SRL  
EUROIMPIANTI SRL

Messa in sicurezza tratti di costa in dissesto nota n.8921/250317

Il responsabile del procedimento: Arch. Valerio A. Ursini

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta:  
Comune:  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

## 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

## Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.

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

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione.

Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

$l$	lunghezza della base della striscia
$\alpha$	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
$W$	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
$\Delta X$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
$\Delta E$	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:

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

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  $\alpha_i$  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  $\phi_i$  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.

## 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

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi'$	$c'$	$\phi_u$	$c_u$
1	Unità sabbiosa limosa	2050	2120	33.00	0.020	0.00	0.400
2	Scogliera frontale	2600	2600	30.00	0.000	0.00	0.400
3	Scogliera interna	2600	2600	36.00	0.000	0.00	0.400
4	Rilevato stradale	1820	1900	27.00	0.010	0.00	0.400

## 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

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	6.00
2	10.50	6.00
3	12.88	6.00
4	23.89	11.91
5	27.77	11.91
6	27.89	11.91
7	39.00	11.91

## 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 (Unità sabbiosa limosa)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	22.00	4.50
2	14.00	4.50
3	10.50	6.00
4	0.00	6.00
5	0.00	0.00
6	39.00	0.00
7	39.00	4.50

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Scogliera frontale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	27.89	11.91
2	27.77	11.91
3	23.89	11.91
4	12.88	6.00
5	15.50	6.00
6	18.50	6.50
7	21.50	7.50
8	23.50	8.50
9	25.50	10.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Scogliera interna)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	27.89	11.91
2	25.50	10.00
3	23.50	8.50
4	21.50	7.50

5	18.50	6.50
6	15.50	6.00
7	12.88	6.00
8	10.50	6.00
9	14.00	4.50
10	22.00	4.50

Strato N° 4 costituito da terreno n° 4 (Rilevato stradale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

N°	X[m]	Y[m]
1	39.00	4.50
2	39.00	11.91
3	27.89	11.91
4	22.00	4.50

### Descrizione falda

#### Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[m]
1	0.00	8.00
2	16.00	8.00
3	19.00	8.50
4	21.00	9.00
5	22.50	9.50
6	24.00	10.00
7	26.50	11.00
8	39.00	11.48

## Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :  
Metodo di JANBU (J)

### Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

### Coefficienti di partecipazione caso statico

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione caso sismico

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

Carichi	Effetto		A1	A2
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	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Sisma

Accelerazione al suolo $a_g$ =	0.000 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_s$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di falda

### Impostazioni delle superfici di rottura

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

Origine maglia [m]:	$X_0 = 15.00$	$Y_0 = 17.50$
Passo maglia [m]:	$dX = 0.50$	$dY = 0.50$
Numero passi :	$N_x = 5$	$N_y = 5$

Raggio [m]: R = 15.00

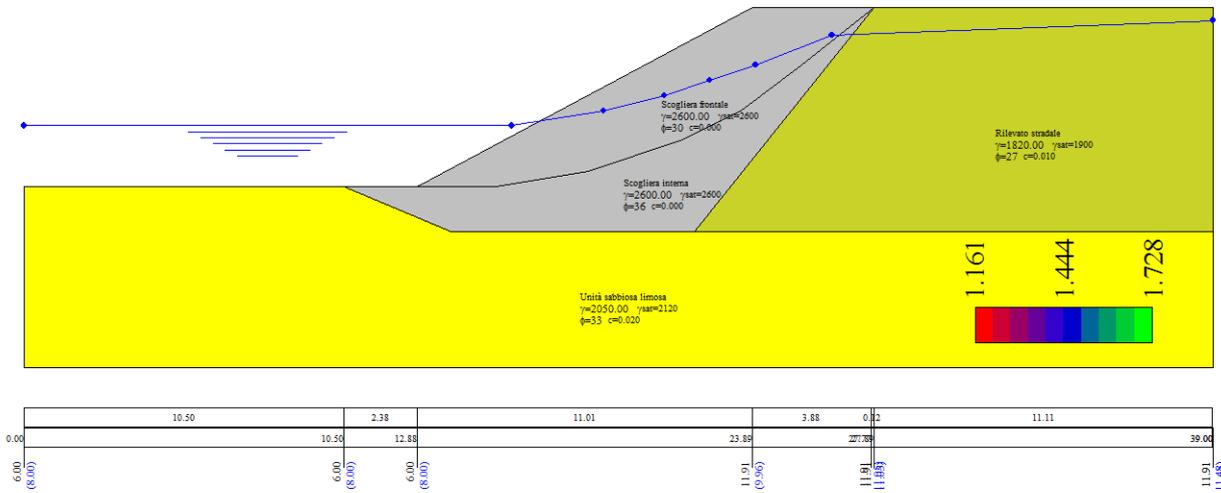
Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	100
Coefficiente di sicurezza minimo	1.161
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>
JANBU	100	1.161	2	1.728	100



**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

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>, y<sub>v</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in mx<sub>m</sub>, y<sub>m</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C<sub>s</sub> coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	R	x <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	x <sub>m</sub>	y <sub>m</sub>	V	C <sub>s</sub>	caso
1	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.161 (J)	[A2M2]
2	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.161 (J)	[A2M2]
3	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.172 (J)	[A2M2]
4	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.172 (J)	[A2M2]
5	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.174 (J)	[A2M2]
6	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.174 (J)	[A2M2]
7	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.175 (J)	[A2M2]
8	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.175 (J)	[A2M2]
9	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.181 (J)	[A2M2]
10	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.181 (J)	[A2M2]
11	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.181 (J)	[A2M2]
12	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.181 (J)	[A2M2]
13	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.189 (J)	[A2M2]
14	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.189 (J)	[A2M2]
15	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.190 (J)	[A2M2]
16	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.190 (J)	[A2M2]
17	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.197 (J)	[A2M2]
18	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.197 (J)	[A2M2]
19	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.200 (J)	[A2M2]
20	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.200 (J)	[A2M2]
21	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.201 (J)	[A2M2]
22	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.201 (J)	[A2M2]
23	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.214 (J)	[A2M2]
24	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.214 (J)	[A2M2]
25	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.218 (J)	[A2M2]
26	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.218 (J)	[A2M2]
27	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.232 (J)	[A2M2]
28	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.232 (J)	[A2M2]
29	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.237 (J)	[A2M2]
30	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.237 (J)	[A2M2]
31	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.237 (J)	[A2M2]
32	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.237 (J)	[A2M2]
33	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.243 (J)	[A2M2]
34	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.243 (J)	[A2M2]
35	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.260 (J)	[A2M2]
36	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.260 (J)	[A2M2]
37	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.263 (J)	[A2M2]
38	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.263 (J)	[A2M2]
39	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.267 (J)	[A2M2]
40	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.267 (J)	[A2M2]
41	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.277 (J)	[A2M2]
42	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.277 (J)	[A2M2]
43	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.302 (J)	[A2M2]
44	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.302 (J)	[A2M2]
45	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.321 (J)	[A2M2]
46	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.321 (J)	[A2M2]
47	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.341 (J)	[A2M2]
48	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.341 (J)	[A2M2]
49	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.382 (J)	[A2M2]
50	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.382 (J)	[A2M2]
51	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.452 (J)	[PC]
52	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.452 (J)	[PC]
53	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.465 (J)	[PC]
54	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.465 (J)	[PC]
55	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.467 (J)	[PC]
56	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.467 (J)	[PC]
57	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.468 (J)	[PC]
58	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.468 (J)	[PC]
59	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.476 (J)	[PC]
60	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.476 (J)	[PC]

61	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.477 (J)	[PC]
62	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.477 (J)	[PC]
63	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.486 (J)	[PC]
64	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.486 (J)	[PC]
65	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.487 (J)	[PC]
66	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.487 (J)	[PC]
67	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.497 (J)	[PC]
68	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.497 (J)	[PC]
69	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.501 (J)	[PC]
70	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.501 (J)	[PC]
71	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.501 (J)	[PC]
72	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.501 (J)	[PC]
73	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.518 (J)	[PC]
74	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.518 (J)	[PC]
75	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.522 (J)	[PC]
76	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.522 (J)	[PC]
77	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.539 (J)	[PC]
78	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.539 (J)	[PC]
79	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.546 (J)	[PC]
80	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.546 (J)	[PC]
81	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.547 (J)	[PC]
82	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.547 (J)	[PC]
83	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.553 (J)	[PC]
84	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.553 (J)	[PC]
85	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.575 (J)	[PC]
86	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.575 (J)	[PC]
87	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.578 (J)	[PC]
88	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.578 (J)	[PC]
89	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.584 (J)	[PC]
90	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.584 (J)	[PC]
91	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.596 (J)	[PC]
92	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.596 (J)	[PC]
93	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.628 (J)	[PC]
94	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.628 (J)	[PC]
95	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.652 (J)	[PC]
96	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.652 (J)	[PC]
97	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.676 (J)	[PC]
98	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.676 (J)	[PC]
99	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.728 (J)	[PC]
100	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.728 (J)	[PC]

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

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

N°	numero d'ordine della striscia
X <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>s</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X <sub>s</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 15.00	Y[m]= 19.00
Raggio del cerchio	R[m]= 15.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 7.52	Y <sub>v</sub> [m]= 6.00
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 28.22	Y <sub>m</sub> [m]= 11.91
Coefficiente di sicurezza	C <sub>s</sub> = 1.161	

### Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub>	Y <sub>ss</sub>	Y <sub>si</sub>	X <sub>d</sub>	Y <sub>ds</sub>	Y <sub>di</sub>	X <sub>g</sub>	Y <sub>g</sub>	L	α	φ	c
1	7.52	6.00	6.00	8.59	6.00	5.44	8.23	5.81	1.21	-27.61	27.45	0.02
2	8.59	6.00	5.44	9.66	6.00	4.98	9.18	5.59	1.17	-23.07	27.45	0.02
3	9.66	6.00	4.98	10.73	6.00	4.62	10.23	5.40	1.13	-18.68	27.45	0.02
4	10.73	6.00	4.62	11.81	6.00	4.34	11.29	5.27	1.11	-14.40	27.45	0.02
5	11.81	6.00	4.34	12.88	6.00	4.15	12.36	5.17	1.09	-10.21	27.45	0.02
6	12.88	6.00	4.15	14.00	6.60	4.03	13.48	5.25	1.13	-5.97	27.45	0.02
7	14.00	6.60	4.03	15.00	7.14	4.00	14.52	5.49	1.00	-1.91	27.45	0.02
8	15.00	7.14	4.00	16.00	7.67	4.03	15.51	5.75	1.00	1.91	27.45	0.02
9	16.00	7.67	4.03	17.00	8.21	4.13	16.51	6.05	1.01	5.74	27.45	0.02
10	17.00	8.21	4.13	18.00	8.75	4.30	17.51	6.38	1.01	9.60	27.45	0.02
11	18.00	8.75	4.30	19.00	9.29	4.54	18.51	6.73	1.03	13.50	27.94	0.01
12	19.00	9.29	4.54	20.00	9.82	4.86	19.50	7.13	1.05	17.47	30.17	0.00
13	20.00	9.82	4.86	21.00	10.36	5.25	20.50	7.57	1.07	21.52	30.17	0.00
14	21.00	10.36	5.25	22.50	11.16	6.01	21.75	8.20	1.68	26.79	30.17	0.00
15	22.50	11.16	6.01	23.89	11.91	6.92	23.19	9.00	1.66	33.17	30.17	0.00
16	23.89	11.91	6.92	24.00	11.91	7.00	23.94	9.43	0.14	36.61	27.74	0.00
17	24.00	11.91	7.00	25.25	11.91	8.05	24.60	9.74	1.63	39.99	22.18	0.01
18	25.25	11.91	8.05	26.50	11.91	9.37	25.83	10.36	1.82	46.58	22.18	0.01
19	26.50	11.91	9.37	27.36	11.91	10.50	26.88	10.96	1.42	52.77	22.18	0.01
20	27.36	11.91	10.50	28.22	11.91	11.91	27.63	11.46	1.65	58.64	22.18	0.01

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E <sub>s</sub>	E <sub>d</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>d</sub>
1	638	2145	610	440	2761	0	1952	0	0
2	1796	2145	1358	768	3252	1952	4466	0	0
3	2733	2145	1861	989	3623	4466	7160	0	0
4	3623	2145	2371	1213	3897	7160	9894	0	0
5	4393	2145	2806	1406	4090	9894	12499	0	0
6	6083	1903	3824	1866	4401	12499	16233	0	0

---

7	7186	1130	4405	2109	3986	16233	19227	0	0
8	8581	594	5113	2425	3986	19227	21666	0	0
9	9835	143	5736	2705	4020	21666	23458	0	0
10	10945	0	6496	3046	4089	23458	24696	0	0
11	11905	0	7307	3453	4107	24696	25389	0	0
12	12618	0	7874	3941	4114	25389	25549	0	0
13	13092	0	8324	4166	4106	25549	24864	0	0
14	20008	0	13038	6525	6081	24864	22072	0	0
15	18334	0	12415	6214	5427	22072	17510	0	0
16	1416	0	1008	459	414	17510	17031	0	0
17	14009	0	10617	3839	4447	17031	10292	0	0
18	9819	0	7616	2799	3712	10292	3987	0	0
19	3949	0	3325	1265	1537	3987	881	0	0
20	1247	0	1401	606	0	881	0	0	0

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta:  
Comune:  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

## 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

## Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.

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

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione.

Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

$l$	lunghezza della base della striscia
$\alpha$	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
$W$	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
$\Delta X$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
$\Delta E$	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:

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

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  $\alpha_i$  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  $\phi_i$  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.

## 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/cm <sup>2</sup>
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm <sup>2</sup>

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi'$	$c'$	$\phi_u$	$c_u$
1	Unità sabbiosa limosa	2050	2120	33.00	0.020	0.00	0.400
2	Scogliera frontale	2600	2600	30.00	0.000	0.00	0.400
3	Scogliera interna	2600	2600	36.00	0.000	0.00	0.400
4	Rilevato stradale	1820	1900	27.00	0.010	0.00	0.400

## 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

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	6.00
2	10.50	6.00
3	12.88	6.00
4	23.89	11.91
5	27.77	11.91
6	27.89	11.91
7	39.00	11.91

## 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 (Unità sabbiosa limosa)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	22.00	4.50
2	14.00	4.50
3	10.50	6.00
4	0.00	6.00
5	0.00	0.00
6	39.00	0.00
7	39.00	4.50

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Scogliera frontale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	27.89	11.91
2	27.77	11.91
3	23.89	11.91
4	12.88	6.00
5	15.50	6.00
6	18.50	6.50
7	21.50	7.50
8	23.50	8.50
9	25.50	10.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Scogliera interna)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	27.89	11.91
2	25.50	10.00
3	23.50	8.50
4	21.50	7.50

---

5	18.50	6.50
6	15.50	6.00
7	12.88	6.00
8	10.50	6.00
9	14.00	4.50
10	22.00	4.50

Strato N° 4 costituito da terreno n° 4 (Rilevato stradale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

N°	X[m]	Y[m]
1	39.00	4.50
2	39.00	11.91
3	27.89	11.91
4	22.00	4.50

## Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :  
Metodo di JANBU (J)

### Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

### Coefficienti di partecipazione caso statico

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione caso sismico

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

Carichi	Effetto		A1	A2
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	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Sisma

Accelerazione al suolo $a_g$ =	0.964 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_s$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 3.54$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 1.77$

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

### Impostazioni delle superfici di rottura

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

Origine maglia [m]:	$X_0 = 15.00$	$Y_0 = 17.50$
Passo maglia [m]:	$dX = 0.50$	$dY = 0.50$
Numero passi :	$N_x = 5$	$N_y = 5$
Raggio [m]:	$R = 15.00$	

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

Numero di superfici analizzate

100

Coefficiente di sicurezza minimo

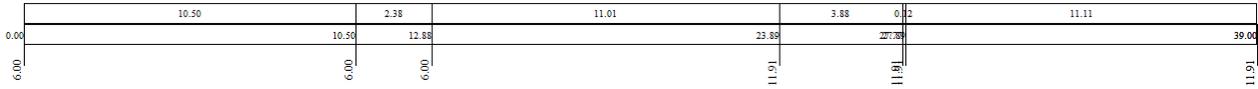
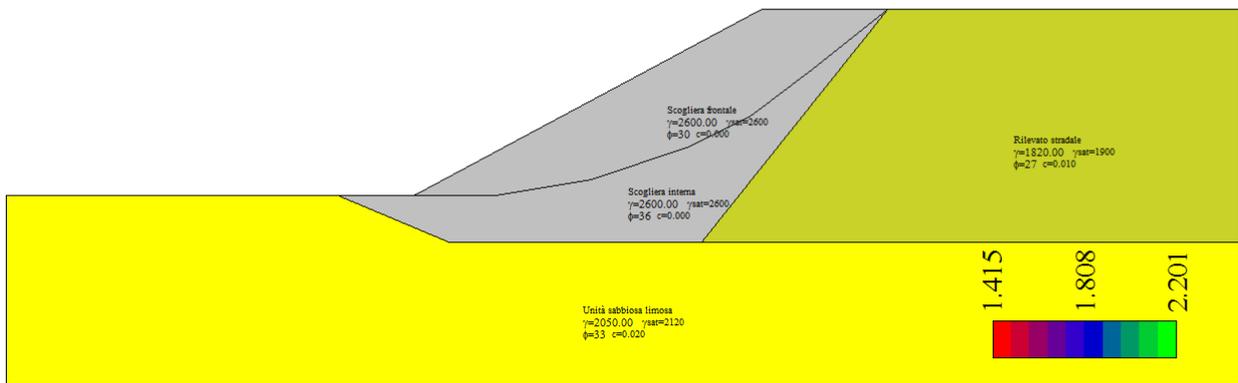
1.415

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>
JANBU	100	1.415	1	2.201	100



**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

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>, y<sub>v</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in mx<sub>m</sub>, y<sub>m</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C<sub>s</sub> coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	R	x <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	x <sub>m</sub>	y <sub>m</sub>	V	C <sub>s</sub>	caso
1	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.36	1.415 (J)	[A2M2]
2	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.35	1.416 (J)	[A2M2]
3	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.36	1.419 (J)	[A2M2]
4	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.35	1.420 (J)	[A2M2]
5	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.34	1.434 (J)	[A2M2]
6	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.32	1.435 (J)	[A2M2]
7	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.34	1.438 (J)	[A2M2]
8	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.32	1.439 (J)	[A2M2]
9	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.444 (J)	[A2M2]
10	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.447 (J)	[A2M2]
11	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.27	1.461 (J)	[A2M2]
12	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.91	1.462 (J)	[A2M2]
13	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.27	1.464 (J)	[A2M2]
14	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.91	1.466 (J)	[A2M2]
15	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.26	1.469 (J)	[A2M2]
16	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.26	1.473 (J)	[A2M2]
17	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	85.99	1.483 (J)	[A2M2]
18	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	85.99	1.486 (J)	[A2M2]
19	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.84	1.488 (J)	[A2M2]
20	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.84	1.491 (J)	[A2M2]
21	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.25	1.496 (J)	[A2M2]
22	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.25	1.500 (J)	[A2M2]
23	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	89.00	1.503 (J)	[A2M2]
24	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	89.00	1.506 (J)	[A2M2]
25	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.23	1.512 (J)	[A2M2]
26	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.23	1.516 (J)	[A2M2]
27	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.82	1.518 (J)	[A2M2]
28	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.82	1.522 (J)	[A2M2]
29	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.536 (J)	[A2M2]
30	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.540 (J)	[A2M2]
31	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.91	1.552 (J)	[A2M2]
32	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.91	1.556 (J)	[A2M2]
33	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.49	1.556 (J)	[A2M2]
34	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.16	1.560 (J)	[A2M2]
35	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.49	1.560 (J)	[A2M2]
36	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.16	1.565 (J)	[A2M2]
37	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.76	1.574 (J)	[A2M2]
38	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.76	1.578 (J)	[A2M2]
39	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.51	1.601 (J)	[A2M2]
40	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.51	1.605 (J)	[A2M2]
41	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.91	1.608 (J)	[A2M2]
42	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.91	1.612 (J)	[A2M2]
43	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.42	1.648 (J)	[A2M2]
44	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.42	1.653 (J)	[A2M2]
45	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.666 (J)	[A2M2]
46	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.671 (J)	[A2M2]
47	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.40	1.701 (J)	[A2M2]
48	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.40	1.705 (J)	[A2M2]
49	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.34	1.756 (J)	[A2M2]
50	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.34	1.761 (J)	[A2M2]
51	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.36	1.769 (J)	[PC]
52	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.35	1.770 (J)	[PC]
53	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.36	1.773 (J)	[PC]
54	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.35	1.775 (J)	[PC]
55	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.34	1.793 (J)	[PC]
56	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.32	1.794 (J)	[PC]
57	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.34	1.797 (J)	[PC]
58	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.32	1.799 (J)	[PC]
59	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.804 (J)	[PC]

60	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.808 (J)	[PC]
61	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.27	1.826 (J)	[PC]
62	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.91	1.828 (J)	[PC]
63	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.27	1.830 (J)	[PC]
64	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.91	1.832 (J)	[PC]
65	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.26	1.835 (J)	[PC]
66	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.26	1.841 (J)	[PC]
67	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	85.99	1.853 (J)	[PC]
68	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	85.99	1.857 (J)	[PC]
69	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.84	1.859 (J)	[PC]
70	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.84	1.863 (J)	[PC]
71	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.25	1.869 (J)	[PC]
72	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.25	1.874 (J)	[PC]
73	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	89.00	1.878 (J)	[PC]
74	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	89.00	1.883 (J)	[PC]
75	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.23	1.889 (J)	[PC]
76	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.23	1.895 (J)	[PC]
77	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.82	1.898 (J)	[PC]
78	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.82	1.902 (J)	[PC]
79	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.920 (J)	[PC]
80	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.925 (J)	[PC]
81	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.91	1.940 (J)	[PC]
82	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.91	1.945 (J)	[PC]
83	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.49	1.945 (J)	[PC]
84	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.16	1.950 (J)	[PC]
85	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.49	1.950 (J)	[PC]
86	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.16	1.956 (J)	[PC]
87	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.76	1.968 (J)	[PC]
88	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.76	1.973 (J)	[PC]
89	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.51	2.002 (J)	[PC]
90	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.51	2.007 (J)	[PC]
91	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.91	2.010 (J)	[PC]
92	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.91	2.015 (J)	[PC]
93	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.42	2.060 (J)	[PC]
94	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.42	2.066 (J)	[PC]
95	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	2.083 (J)	[PC]
96	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	2.088 (J)	[PC]
97	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.40	2.126 (J)	[PC]
98	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.40	2.132 (J)	[PC]
99	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.34	2.195 (J)	[PC]
100	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.34	2.201 (J)	[PC]

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

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

N°	numero d'ordine della striscia
X <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>s</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X <sub>s</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 15.00	Y[m]= 19.00
Raggio del cerchio	R[m]= 15.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 7.52	Y <sub>v</sub> [m]= 6.00
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 28.22	Y <sub>m</sub> [m]= 11.91
Coefficiente di sicurezza	C <sub>s</sub> = 1.415	

### Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub>	Y <sub>ss</sub>	Y <sub>si</sub>	X <sub>d</sub>	Y <sub>ds</sub>	Y <sub>di</sub>	X <sub>g</sub>	Y <sub>g</sub>	L	α	φ	c
1	7.52	6.00	6.00	8.59	6.00	5.44	8.23	5.81	1.21	-27.61	27.45	0.02
2	8.59	6.00	5.44	9.66	6.00	4.98	9.18	5.59	1.17	-23.07	27.45	0.02
3	9.66	6.00	4.98	10.73	6.00	4.62	10.23	5.40	1.13	-18.68	27.45	0.02
4	10.73	6.00	4.62	11.81	6.00	4.34	11.29	5.27	1.11	-14.40	27.45	0.02
5	11.81	6.00	4.34	12.88	6.00	4.15	12.36	5.17	1.09	-10.21	27.45	0.02
6	12.88	6.00	4.15	14.00	6.60	4.03	13.48	5.25	1.13	-5.97	27.45	0.02
7	14.00	6.60	4.03	14.99	7.13	4.00	14.51	5.49	0.99	-1.93	27.45	0.02
8	14.99	7.13	4.00	15.98	7.66	4.03	15.50	5.76	0.99	1.85	27.45	0.02
9	15.98	7.66	4.03	16.97	8.19	4.13	16.48	6.05	0.99	5.64	27.45	0.02
10	16.97	8.19	4.13	17.96	8.72	4.29	17.47	6.37	1.00	9.45	27.45	0.02
11	17.96	8.72	4.29	18.95	9.26	4.53	18.46	6.71	1.02	13.31	27.78	0.01
12	18.95	9.26	4.53	19.93	9.79	4.83	19.44	7.10	1.04	17.23	30.17	0.00
13	19.93	9.79	4.83	20.92	10.32	5.22	20.43	7.54	1.06	21.23	30.17	0.00
14	20.92	10.32	5.22	21.91	10.85	5.69	21.42	8.02	1.09	25.35	30.17	0.00
15	21.91	10.85	5.69	22.90	11.38	6.25	22.41	8.54	1.14	29.61	30.17	0.00
16	22.90	11.38	6.25	23.89	11.91	6.92	23.39	9.11	1.19	34.07	30.17	0.00
17	23.89	11.91	6.92	24.97	11.91	7.79	24.41	9.65	1.39	39.01	22.83	0.01
18	24.97	11.91	7.79	26.05	11.91	8.86	25.48	10.18	1.52	44.57	22.18	0.01
19	26.05	11.91	8.86	27.14	11.91	10.18	26.54	10.77	1.71	50.74	22.18	0.01
20	27.14	11.91	10.18	28.22	11.91	11.91	27.48	11.37	2.04	57.90	22.18	0.01

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E <sub>s</sub>	E <sub>d</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>d</sub>
1	617	0	935	480	0	0	837	0	0
2	1736	0	2264	963	0	837	2549	0	0
3	2644	0	3180	1295	0	2549	4700	0	0
4	3534	0	3993	1591	0	4700	7109	0	0
5	4321	0	4641	1827	0	7109	9577	0	0
6	6032	0	6210	2407	0	9577	12403	0	0

---

7	7065	0	7035	2694	0	12403	15083	0	0
8	8432	0	8187	3117	0	15083	17636	0	0
9	9666	0	9197	3488	0	17636	19862	0	0
10	10765	0	10085	3815	0	19862	21589	0	0
11	11725	0	10856	4141	0	21589	22705	0	0
12	12445	0	11353	4662	0	22705	23356	0	0
13	12922	0	11744	4822	0	23356	23141	0	0
14	13190	0	12003	4929	0	23141	21990	0	0
15	13230	0	12120	4977	0	21990	19860	0	0
16	13013	0	12077	4959	0	19860	16743	0	0
17	12639	0	12828	3887	0	16743	11243	0	0
18	9577	0	10222	3030	0	11243	5888	0	0
19	6074	0	6885	2079	0	5888	1659	0	0
20	1976	0	2377	800	0	1659	0	0	0

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta:  
Comune:  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

## 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

## Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.

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

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione.

Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

$l$	lunghezza della base della striscia
$\alpha$	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
$W$	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
$\Delta X$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
$\Delta E$	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:

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

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  $\alpha_i$  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  $\phi_i$  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.

## 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/cm <sup>2</sup>
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm <sup>2</sup>

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi'$	$c'$	$\phi_u$	$c_u$
1	Unità sabbiosa limosa	2050	2120	33.00	0.020	0.00	0.400
2	Scogliera frontale	2600	2600	30.00	0.000	0.00	0.400
3	Scogliera interna	2600	2600	36.00	0.000	0.00	0.400
4	Rilevato stradale	1820	1900	27.00	0.010	0.00	0.400

## 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

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	6.00
2	10.50	6.00
3	12.88	6.00
4	23.89	11.91
5	27.77	11.91
6	27.89	11.91
7	39.00	11.91

## 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 (Unità sabbiosa limosa)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	22.00	4.50
2	14.00	4.50
3	10.50	6.00
4	0.00	6.00
5	0.00	0.00
6	39.00	0.00
7	39.00	4.50

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Scogliera frontale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	27.89	11.91
2	27.77	11.91
3	23.89	11.91
4	12.88	6.00
5	15.50	6.00
6	18.50	6.50
7	21.50	7.50
8	23.50	8.50
9	25.50	10.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Scogliera interna)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	27.89	11.91
2	25.50	10.00
3	23.50	8.50
4	21.50	7.50

5	18.50	6.50
6	15.50	6.00
7	12.88	6.00
8	10.50	6.00
9	14.00	4.50
10	22.00	4.50

Strato N° 4 costituito da terreno n° 4 (Rilevato stradale)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

N°	X[m]	Y[m]
1	39.00	4.50
2	39.00	11.91
3	27.89	11.91
4	22.00	4.50

### Descrizione falda

#### Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[m]
1	0.00	8.00
2	16.00	8.00
3	19.00	8.50
4	21.00	9.00
5	22.50	9.50
6	24.00	10.00
7	26.50	11.00
8	39.00	11.48

## Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :  
Metodo di JANBU (J)

### Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

### Coefficienti di partecipazione caso statico

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione caso sismico

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

Carichi	Effetto		A1	A2
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	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale		$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Sisma

Accelerazione al suolo $a_g$ =	0.964 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_s$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 3.54$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 1.77$

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di falda

### Impostazioni delle superfici di rottura

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

Origine maglia [m]:	$X_0 = 15.00$	$Y_0 = 17.50$
Passo maglia [m]:	$dX = 0.50$	$dY = 0.50$
Numero passi :	$N_x = 5$	$N_y = 5$

Raggio [m]: R = 15.00

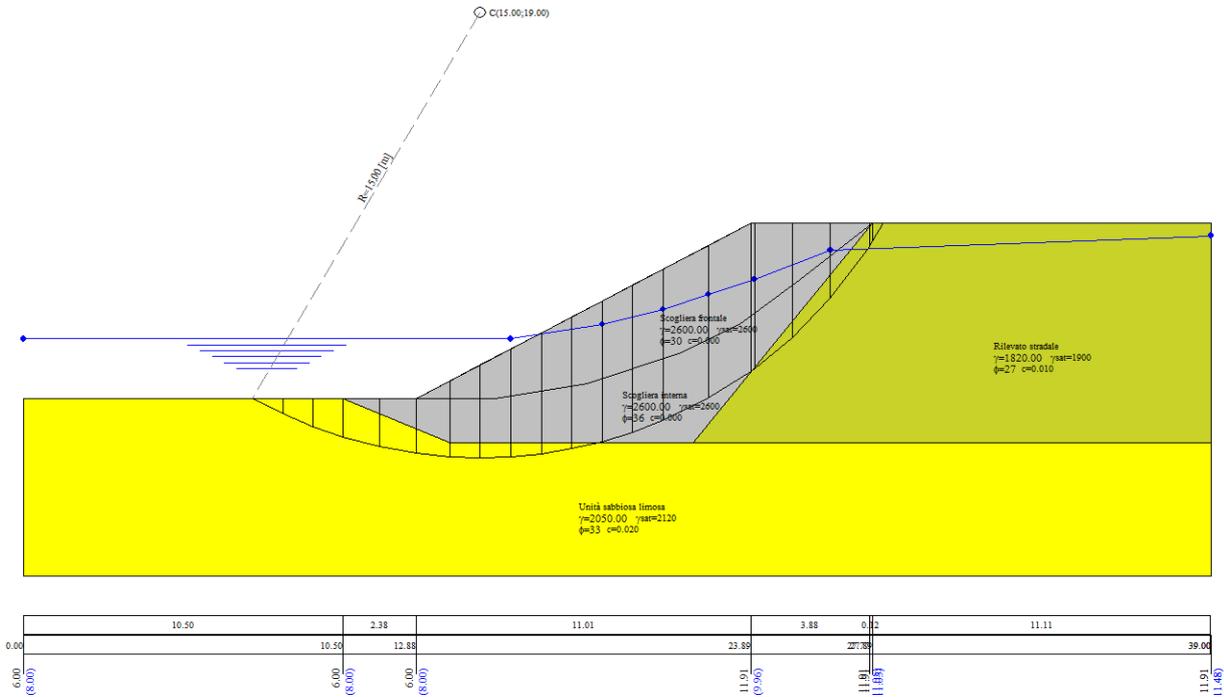
Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	100
Coefficiente di sicurezza minimo	1.030
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>
JANBU	100	1.030	1	1.527	100



**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

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>, y<sub>v</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in mx<sub>m</sub>, y<sub>m</sub> ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

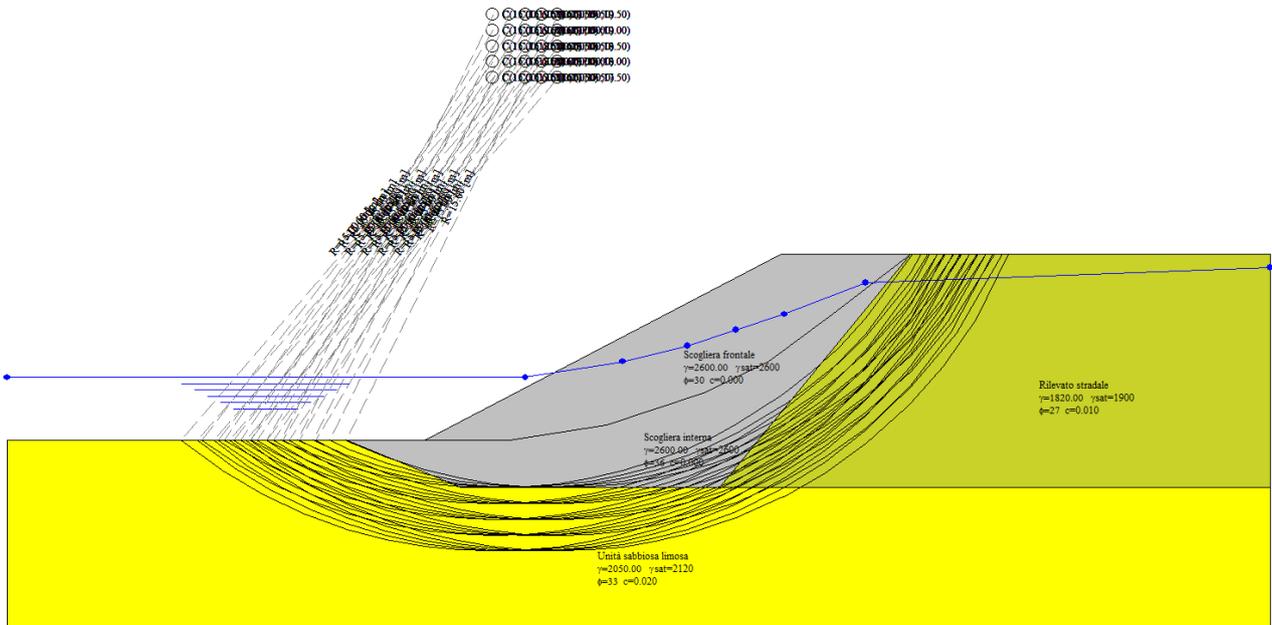
V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C<sub>s</sub> coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	R	x <sub>v</sub>	y <sub>v</sub>	x <sub>m</sub>	y <sub>m</sub>	V	C <sub>s</sub>	caso
1	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.32	1.028 (J)	[A2M2]
2	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.037 (J)	[A2M2]
3	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.038 (J)	[A2M2]
4	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.042 (J)	[A2M2]
5	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.045 (J)	[A2M2]
6	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.047 (J)	[A2M2]
7	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.048 (J)	[A2M2]
8	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.049 (J)	[A2M2]
9	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.049 (J)	[A2M2]
10	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.053 (J)	[A2M2]
11	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.055 (J)	[A2M2]
12	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.056 (J)	[A2M2]
13	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.056 (J)	[A2M2]
14	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.060 (J)	[A2M2]
15	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.062 (J)	[A2M2]
16	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.062 (J)	[A2M2]
17	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.065 (J)	[A2M2]
18	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.067 (J)	[A2M2]
19	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.067 (J)	[A2M2]
20	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.067 (J)	[A2M2]
21	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.068 (J)	[A2M2]
22	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.071 (J)	[A2M2]
23	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.075 (J)	[A2M2]
24	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.081 (J)	[A2M2]
25	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.084 (J)	[A2M2]
26	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.085 (J)	[A2M2]
27	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.085 (J)	[A2M2]
28	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.086 (J)	[A2M2]
29	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.087 (J)	[A2M2]
30	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.087 (J)	[A2M2]
31	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.099 (J)	[A2M2]
32	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.104 (J)	[A2M2]
33	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.105 (J)	[A2M2]
34	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.107 (J)	[A2M2]
35	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.108 (J)	[A2M2]
36	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.108 (J)	[A2M2]
37	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.110 (J)	[A2M2]
38	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.114 (J)	[A2M2]
39	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.120 (J)	[A2M2]
40	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.128 (J)	[A2M2]
41	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.132 (J)	[A2M2]
42	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.136 (J)	[A2M2]
43	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.137 (J)	[A2M2]
44	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.149 (J)	[A2M2]
45	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.159 (J)	[A2M2]
46	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.166 (J)	[A2M2]
47	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.171 (J)	[A2M2]
48	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.190 (J)	[A2M2]
49	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.197 (J)	[A2M2]
50	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.222 (J)	[A2M2]
51	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.287 (J)	[PC]
52	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.296 (J)	[PC]
53	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.298 (J)	[PC]
54	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.302 (J)	[PC]
55	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.306 (J)	[PC]
56	15.00	19.00	15.00	7.52	6.00	28.22	11.91	64.34	1.309 (J)	[PC]
57	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.309 (J)	[PC]
58	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.311 (J)	[PC]
59	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.311 (J)	[PC]

60	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.316 (J)	[PC]
61	15.00	18.50	15.00	6.71	6.00	28.47	11.91	74.93	1.318 (J)	[PC]
62	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.319 (J)	[PC]
63	15.50	19.00	15.00	8.02	6.00	28.72	11.91	67.28	1.320 (J)	[PC]
64	15.50	18.50	15.00	7.21	6.00	28.97	11.91	77.86	1.325 (J)	[PC]
65	15.00	19.50	15.00	8.46	6.00	27.94	11.91	54.31	1.327 (J)	[PC]
66	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.328 (J)	[PC]
67	15.50	19.50	15.00	8.96	6.00	28.44	11.91	57.31	1.331 (J)	[PC]
68	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.333 (J)	[PC]
69	16.00	19.00	15.00	8.52	6.00	29.22	11.91	70.26	1.333 (J)	[PC]
70	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.334 (J)	[PC]
71	15.00	18.00	15.00	6.00	6.00	28.71	11.91	86.02	1.334 (J)	[PC]
72	16.00	18.50	15.00	7.71	6.00	29.47	11.91	80.87	1.339 (J)	[PC]
73	15.50	18.00	15.00	6.50	6.00	29.21	11.91	88.92	1.344 (J)	[PC]
74	16.00	19.50	15.00	9.46	6.00	28.94	11.91	60.29	1.351 (J)	[PC]
75	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.355 (J)	[PC]
76	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.356 (J)	[PC]
77	16.50	19.00	15.00	9.02	6.00	29.72	11.91	73.20	1.357 (J)	[PC]
78	16.50	18.50	15.00	8.21	6.00	29.97	11.91	83.78	1.358 (J)	[PC]
79	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.359 (J)	[PC]
80	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.359 (J)	[PC]
81	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.374 (J)	[PC]
82	16.50	19.50	15.00	9.96	6.00	29.44	11.91	63.22	1.380 (J)	[PC]
83	16.00	18.00	15.00	7.00	6.00	29.71	11.91	91.93	1.380 (J)	[PC]
84	17.00	19.00	15.00	9.52	6.00	30.22	11.91	76.18	1.383 (J)	[PC]
85	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.385 (J)	[PC]
86	15.00	17.50	15.00	5.37	6.00	28.92	11.91	97.51	1.385 (J)	[PC]
87	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.387 (J)	[PC]
88	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.393 (J)	[PC]
89	17.00	18.50	15.00	8.71	6.00	30.47	11.91	86.78	1.400 (J)	[PC]
90	17.00	19.50	15.00	10.46	6.00	29.94	11.91	66.18	1.410 (J)	[PC]
91	15.50	17.50	15.00	5.87	6.00	29.42	11.91	100.40	1.415 (J)	[PC]
92	16.50	18.00	15.00	7.50	6.00	30.21	11.91	94.86	1.420 (J)	[PC]
93	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.421 (J)	[PC]
94	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.436 (J)	[PC]
95	16.00	17.50	15.00	6.37	6.00	29.92	11.91	103.45	1.449 (J)	[PC]
96	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.458 (J)	[PC]
97	17.00	18.00	15.00	8.00	6.00	30.71	11.91	97.83	1.464 (J)	[PC]
98	16.50	17.50	15.00	6.87	6.00	30.42	11.91	106.34	1.487 (J)	[PC]
99	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.497 (J)	[PC]
100	17.00	17.50	15.00	7.37	6.00	30.92	11.91	109.37	1.527 (J)	[PC]



## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

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

N°	numero d'ordine della striscia
X <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>s</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X <sub>s</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 15.00	Y[m]= 19.00
Raggio del cerchio	R[m]= 15.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 7.52	Y <sub>v</sub> [m]= 6.00
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 28.22	Y <sub>m</sub> [m]= 11.91
Coefficiente di sicurezza	C <sub>s</sub> = 1.028	

### Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub>	Y <sub>ss</sub>	Y <sub>si</sub>	X <sub>d</sub>	Y <sub>ds</sub>	Y <sub>di</sub>	X <sub>g</sub>	Y <sub>g</sub>	L	α	φ	c
1	7.52	6.00	6.00	8.51	6.00	5.48	8.18	5.83	1.12	-27.78	27.45	0.02
2	8.51	6.00	5.48	9.51	6.00	5.04	9.06	5.62	1.08	-23.56	27.45	0.02
3	9.51	6.00	5.04	10.50	6.00	4.69	10.03	5.43	1.05	-19.47	27.45	0.02
4	10.50	6.00	4.69	11.69	6.00	4.37	11.12	5.28	1.23	-15.10	27.45	0.02
5	11.69	6.00	4.37	12.88	6.00	4.15	12.30	5.17	1.21	-10.44	27.45	0.02
6	12.88	6.00	4.15	14.00	6.60	4.03	13.48	5.25	1.13	-5.97	27.45	0.02
7	14.00	6.60	4.03	15.00	7.14	4.00	14.52	5.49	1.00	-1.91	27.45	0.02
8	15.00	7.14	4.00	16.00	7.67	4.03	15.51	5.75	1.00	1.91	27.45	0.02
9	16.00	7.67	4.03	17.00	8.21	4.13	16.51	6.05	1.01	5.74	27.45	0.02
10	17.00	8.21	4.13	18.00	8.75	4.30	17.51	6.38	1.01	9.60	27.45	0.02
11	18.00	8.75	4.30	19.00	9.29	4.54	18.51	6.73	1.03	13.50	27.94	0.01
12	19.00	9.29	4.54	20.00	9.82	4.86	19.50	7.13	1.05	17.47	30.17	0.00
13	20.00	9.82	4.86	21.00	10.36	5.25	20.50	7.57	1.07	21.52	30.17	0.00
14	21.00	10.36	5.25	22.50	11.16	6.01	21.75	8.20	1.68	26.79	30.17	0.00
15	22.50	11.16	6.01	23.89	11.91	6.92	23.19	9.00	1.66	33.17	30.17	0.00
16	23.89	11.91	6.92	24.00	11.91	7.00	23.94	9.43	0.14	36.61	27.74	0.00
17	24.00	11.91	7.00	25.25	11.91	8.05	24.60	9.74	1.63	39.99	22.18	0.01
18	25.25	11.91	8.05	26.50	11.91	9.37	25.83	10.36	1.82	46.58	22.18	0.01
19	26.50	11.91	9.37	27.77	11.91	11.13	27.01	11.06	2.17	54.21	22.18	0.01
20	27.77	11.91	11.13	27.89	11.91	11.32	27.83	11.58	0.23	58.79	22.18	0.01
21	27.89	11.91	11.32	28.22	11.91	11.91	28.00	11.71	0.67	60.51	22.18	0.01

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E <sub>s</sub>	E <sub>d</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>d</sub>
1	552	1989	560	458	2542	0	1831	0	0
2	1561	1989	1210	780	2973	1831	4163	0	0
3	2389	1989	1646	996	3305	4163	6668	0	0
4	3853	2380	2502	1456	4277	6668	9704	0	0
5	4826	2380	3032	1720	4525	9704	12594	0	0

---

6	6083	1903	3737	2063	4401	12594	16300	0	0
7	7186	1130	4285	2321	3986	16300	19248	0	0
8	8581	594	4954	2659	3986	19248	21623	0	0
9	9835	143	5536	2954	4020	21623	23335	0	0
10	10945	0	6254	3318	4089	23335	24494	0	0
11	11905	0	7019	3752	4107	24494	25124	0	0
12	12618	0	7539	4262	4114	25124	25245	0	0
13	13092	0	7946	4492	4106	25245	24538	0	0
14	20008	0	12398	7008	6081	24538	21758	0	0
15	18334	0	11748	6641	5427	21758	17271	0	0
16	1416	0	954	491	414	17271	16800	0	0
17	14009	0	10062	4116	4447	16800	10134	0	0
18	9819	0	7168	2983	3712	10134	3935	0	0
19	4831	0	3999	1754	1682	3935	182	0	0
20	153	0	157	80	0	182	83	0	0
21	176	0	153	113	0	83	0	0	0