

ALLEGATO 2

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 ΔX = X_d - X_s
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia ΔE = E_d - E_s

Metodo di Janbu

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu** 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 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** 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.

DatiDescrizione terreno*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	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 deb. marnoso	20,00	20,90	16,00	12,0
2	Argilla limosa	19,60	20,70	19,00	27,0

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.

<i>Nr.</i>	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	10,00
2	1,21	10,15
3	3,21	10,38
4	5,21	10,65
5	7,21	10,87
6	9,21	11,12
7	11,21	11,38
8	13,21	11,63
9	15,21	11,85
10	17,21	12,08
11	19,21	12,31
12	21,21	12,52
13	23,21	12,75
14	25,21	13,01
15	27,21	13,28
16	29,21	13,45
17	31,21	13,72
18	33,21	13,94
19	35,20	14,12
20	37,20	14,27
21	39,20	14,50
22	41,20	14,69
23	43,20	14,88
24	45,20	15,06
25	47,20	15,25
26	49,20	15,45
27	51,20	15,64
28	53,20	15,89
29	55,20	16,11
30	57,20	16,33
31	59,20	16,60
32	61,20	16,84

n°	X	Y
	[m]	[m]
33	63,20	17,07
34	65,20	17,31
35	67,20	17,50
36	69,20	17,70
37	71,19	17,93
38	73,19	18,18
39	75,19	18,41
40	77,19	18,64
41	79,19	18,83
42	81,19	19,06
43	83,19	19,24
44	85,19	19,47
45	87,19	19,66
46	89,19	19,83
47	91,19	20,03
48	93,19	20,21
49	95,19	20,40
50	97,19	20,58
51	99,19	20,77
52	101,19	20,97
53	103,19	21,18
54	105,18	21,35
55	107,18	21,53
56	109,18	21,78
57	111,18	21,97
58	113,18	22,17
59	115,18	22,38
60	117,18	22,60
61	119,18	22,83
62	121,18	23,03
63	123,18	23,24
64	125,18	23,50
65	127,18	23,77
66	129,18	24,04
67	131,18	24,35
68	133,18	24,63
69	135,18	24,98
70	137,17	25,32
71	139,17	25,63
72	141,17	25,94
73	143,17	26,27
74	145,17	26,61
75	147,17	26,99
76	149,01	27,33
77	149,17	27,36
78	151,17	27,72
79	153,17	28,04
80	154,80	28,31
81	155,17	28,36
82	157,17	28,69
83	159,17	29,25
84	159,38	29,33
85	161,17	29,95
86	161,78	30,22
87	163,61	31,31
88	165,17	31,87
89	165,47	31,93
90	167,17	31,96
91	169,00	31,96
92	169,17	31,96

n°	X	Y
	<i>[m]</i>	<i>[m]</i>
93	171,17	31,97
94	173,17	32,01
95	174,19	32,12
96	175,17	32,31
97	175,93	32,51
98	177,16	32,79
99	179,16	33,10
100	181,16	33,12
101	183,16	33,14
102	185,16	33,22
103	187,16	33,33
104	189,16	33,50
105	191,16	33,71
106	193,16	33,96
107	195,16	34,22
108	197,16	34,48
109	199,16	34,74
110	201,16	34,98
111	203,16	35,22
112	205,16	35,49
113	207,16	35,86
114	209,15	36,20
115	211,15	36,51
116	214,14	36,93

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° 2 (Argilla limosa)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	3,70
2	0,00	0,00
3	214,14	0,00
4	214,12	30,64
5	205,24	29,10
6	191,88	27,30
7	182,48	26,62
8	177,90	26,36
9	171,64	26,00
10	166,76	25,00
11	161,90	23,82
12	151,34	21,35
13	130,84	17,74
14	70,34	11,28
15	40,04	8,24
16	30,18	7,06
17	20,26	6,08
18	9,88	4,84

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (Limo argilloso deb. marnoso)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	214,12	30,64
2	214,14	36,93
3	211,15	36,51
4	209,15	36,20
5	207,16	35,86
6	205,16	35,49
7	203,16	35,22
8	201,16	34,98
9	199,16	34,74
10	197,16	34,48
11	195,16	34,22
12	193,16	33,96
13	191,16	33,71
14	189,16	33,50
15	187,16	33,33
16	185,16	33,22
17	183,16	33,14
18	181,16	33,12
19	179,16	33,10
20	177,16	32,79
21	175,93	32,51
22	175,17	32,31
23	174,19	32,12

n°	X	Y
	[m]	[m]
24	173,17	32,01
25	171,17	31,97
26	169,17	31,96
27	169,00	31,96
28	167,17	31,96
29	165,47	31,93
30	165,17	31,87
31	163,61	31,31
32	161,78	30,22
33	161,17	29,95
34	159,38	29,33
35	159,17	29,25
36	157,17	28,69
37	155,17	28,36
38	154,80	28,31
39	153,17	28,04
40	151,17	27,72
41	149,17	27,36
42	149,01	27,33
43	147,17	26,99
44	145,17	26,61
45	143,17	26,27
46	141,17	25,94
47	139,17	25,63
48	137,17	25,32
49	135,18	24,98
50	133,18	24,63
51	131,18	24,35
52	129,18	24,04
53	127,18	23,77
54	125,18	23,50
55	123,18	23,24
56	121,18	23,03
57	119,18	22,83
58	117,18	22,60
59	115,18	22,38
60	113,18	22,17
61	111,18	21,97
62	109,18	21,78
63	107,18	21,53
64	105,18	21,35
65	103,19	21,18
66	101,19	20,97
67	99,19	20,77
68	97,19	20,58
69	95,19	20,40
70	93,19	20,21
71	91,19	20,03
72	89,19	19,83
73	87,19	19,66
74	85,19	19,47
75	83,19	19,24
76	81,19	19,06
77	79,19	18,83
78	77,19	18,64
79	75,19	18,41
80	73,19	18,18
81	71,19	17,93
82	69,20	17,70
83	67,20	17,50

n°	X	Y
	[m]	[m]
84	65,20	17,31
85	63,20	17,07
86	61,20	16,84
87	59,20	16,60
88	57,20	16,33
89	55,20	16,11
90	53,20	15,89
91	51,20	15,64
92	49,20	15,45
93	47,20	15,25
94	45,20	15,06
95	43,20	14,88
96	41,20	14,69
97	39,20	14,50
98	37,20	14,27
99	35,20	14,12
100	33,21	13,94
101	31,21	13,72
102	29,21	13,45
103	27,21	13,28
104	25,21	13,01
105	23,21	12,75
106	21,21	12,52
107	19,21	12,31
108	17,21	12,08
109	15,21	11,85
110	13,21	11,63
111	11,21	11,38
112	9,21	11,12
113	7,21	10,87
114	5,21	10,65
115	3,21	10,38
116	1,21	10,15
117	0,00	10,00
118	0,00	3,70
119	9,88	4,84
120	20,26	6,08
121	30,18	7,06
122	40,04	8,24
123	70,34	11,28
124	130,84	17,74
125	151,34	21,35
126	161,90	23,82
127	166,76	25,00
128	171,64	26,00
129	177,90	26,36
130	182,48	26,62
131	191,88	27,30
132	205,24	29,10

Descrizione falda*Livello di falda*

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	3,82
2	38,00	7,96
3	72,40	11,54
4	95,30	14,06
5	130,66	17,98
6	131,64	17,96
7	153,60	21,94
8	170,10	25,84
9	175,14	26,26
10	184,70	26,88
11	191,96	27,52
12	205,62	29,20
13	214,14	31,08

Carichi sul profilo*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

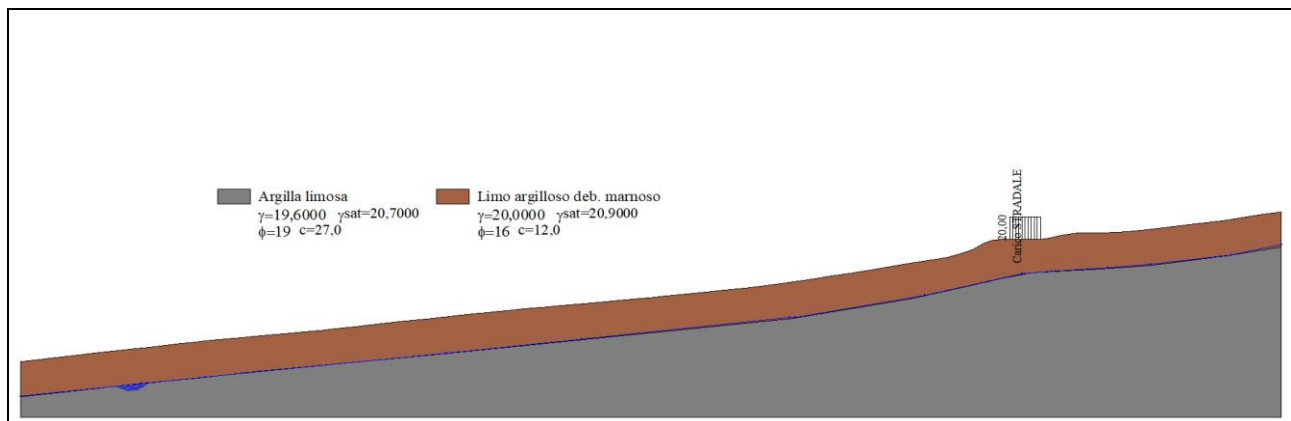
L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

 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] $V_{x_i}, V_{x_f}, V_{y_i}, V_{y_f}$ 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	P_f	V_y	V_x
				[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	Carico STRADALE	Variabile	0,60	167,98 31,96	173,18 32,01	20,00 20,00	0,00 0,00



Stratigrafia

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	37.821991
Longitudine	13.891240
Comune	Caltavuturo
Provincia	Palermo
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	46515 - 46737 - 46738 - 46516

Tipo di opera

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

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		1.645	0.695
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.168	0.071
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.494	2.399
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.328	0.289
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.449	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.240	0.240
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)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	5.83	2.55
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.92	1.27

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	9.23	4.99
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.62	2.50

Dati normativaNormativa :**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	γ_{tang}	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

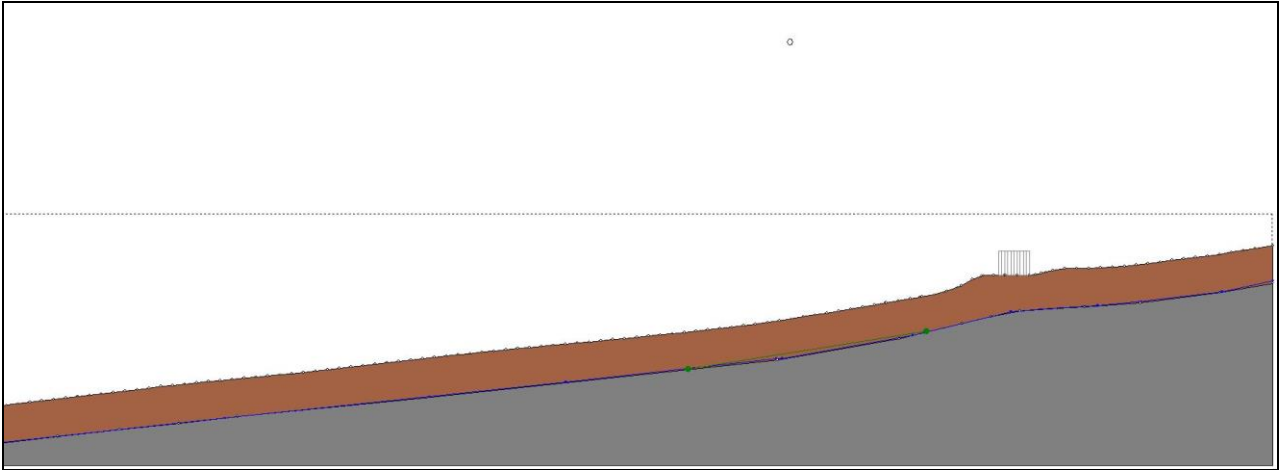
Si considerano le superfici tangenti alla retta passante per i punti Q1(115,88, 115,88) e Q2(22,54, 22,54)

Superfici di rottura generiche

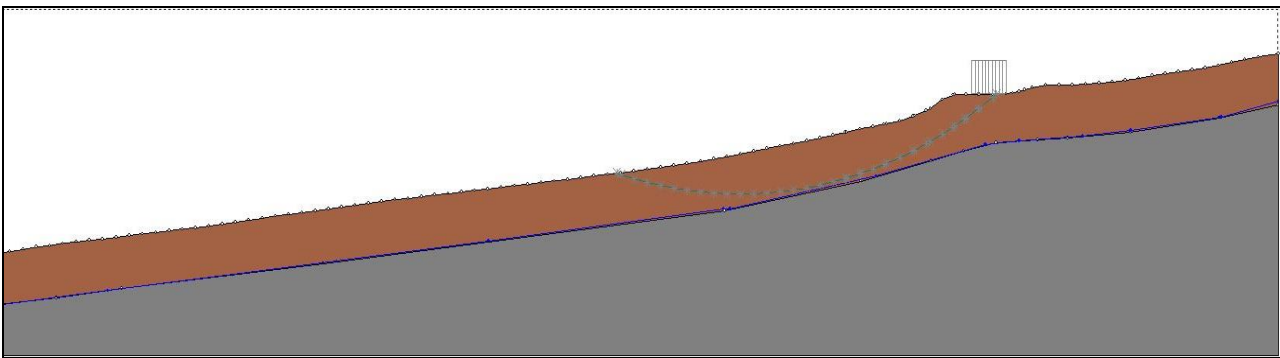
Si considera una superficie di rottura definita per punti

Coordinate superficie di rottura

n°	X [m]	Y [m]
1	114,57	22,32
2	115,18	22,15
3	117,18	21,63
4	119,18	21,18
5	121,18	20,79
6	123,18	20,47
7	125,18	20,20
8	127,18	20,00
9	129,18	19,86
10	131,18	19,77
11	133,18	19,75
12	135,18	19,78
13	137,17	19,88
14	139,17	20,03
15	141,17	20,25
16	143,17	20,52
17	145,17	20,86
18	147,17	21,25
19	149,01	21,68
20	149,17	21,72
21	151,17	22,24
22	151,34	22,29
23	153,17	22,84
24	154,80	23,37
25	155,17	23,50
26	157,17	24,23
27	159,17	25,04
28	159,38	25,13
29	161,17	25,92
30	161,78	26,20
31	163,61	27,10
32	165,17	27,92
33	165,47	28,09
34	166,94	28,92
35	167,17	29,05
36	169,00	30,17
37	169,17	30,28
38	171,17	31,60
39	171,72	31,98



Superficie di Scorrimento circolare tangente alla retta



Superficie di Scorrimento generica

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 falda

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a

1,00 m

- freccia inferiore a

0,50 m

- volume inferiore a

2,00 mc

- pendenza media della superficie inferiore a

1.00 [%]

ANALISI ANTE-OPERAM**Risultati analisi****Assenza di falda**

Numero di superfici analizzate	20
Coefficiente di sicurezza minimo	1.626
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	20	1.626	1	2.715	20

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

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,626 (J)	[A2M2]	[SLV] H-V
2	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,628 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V
3	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,767 (J)	[A2M2]	[SLV] H-V
4	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,771 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V
5	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,852 (J)	[PC]	[SLV] H-V
6	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,864 (J)	[PC]	[SLV] H+V
7	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,899 (J)	[A2M2]	--
8	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,918 (J)	[A2M2]	[SLD] H-V
9	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,931 (J)	[A2M2]	[SLD] H+V
10	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,025 (J)	[PC]	[SLV] H-V
11	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,039 (J)	[PC]	[SLV] H+V
12	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,101 (J)	[A2M2]	[SLD] H-V
13	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,117 (J)	[A2M2]	[SLD] H+V
14	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	2,143 (J)	[PC]	[SLD] H-V

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
15	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	2,155 (J)	[PC]	[SLD] H+V
16	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,172 (J)	[A2M2]	--
17	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,361 (J)	[PC]	[SLD] H-V
18	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,376 (J)	[PC]	[SLD] H+V
19	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	2,404 (J)	[PC]	--
20	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	2,715 (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 _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 il basso

Numero di strisce	38	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 114,57	Y _v [m]= 22,32
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 171,72	Y _m [m]= 31,98

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	114,57	22,32	22,32	115,18	22,38	22,15	114,98	22,28	0,63	-15,60	16,00	12
2	115,18	22,38	22,15	117,18	22,60	21,63	116,38	22,17	2,07	-14,45	16,00	12
3	117,18	22,60	21,63	119,18	22,83	21,18	118,27	22,06	2,05	-12,71	16,00	12
4	119,18	22,83	21,18	121,18	23,03	20,79	120,23	21,96	2,04	-10,97	16,00	12
5	121,18	23,03	20,79	123,18	23,24	20,47	122,22	21,88	2,03	-9,24	16,00	12
6	123,18	23,24	20,47	125,18	23,50	20,20	124,21	21,85	2,02	-7,52	16,00	12
7	125,18	23,50	20,20	127,18	23,77	20,00	126,20	21,87	2,01	-5,81	16,00	12
8	127,18	23,77	20,00	129,18	24,04	19,86	128,20	21,92	2,01	-4,10	16,00	12
9	129,18	24,04	19,86	131,18	24,35	19,77	130,19	22,01	2,00	-2,40	16,00	12
10	131,18	24,35	19,77	133,18	24,63	19,75	132,19	22,13	2,00	-0,70	16,00	12
11	133,18	24,63	19,75	135,18	24,98	19,78	134,19	22,29	2,00	1,00	16,00	12
12	135,18	24,98	19,78	137,17	25,32	19,88	136,18	22,49	1,99	2,70	16,00	12
13	137,17	25,32	19,88	139,17	25,63	20,03	138,17	22,72	2,01	4,40	16,00	12

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]
14	139,17	25,63	20,03	141,17	25,94	20,25	140,17	22,96	2,01	6,11	16,00	12
15	141,17	25,94	20,25	143,17	26,27	20,52	142,17	23,24	2,02	7,82	16,00	12
16	143,17	26,27	20,52	145,17	26,61	20,86	144,17	23,56	2,03	9,54	16,00	12
17	145,17	26,61	20,86	147,17	26,99	21,25	146,17	23,93	2,04	11,27	16,00	12
18	147,17	26,99	21,25	149,01	27,33	21,68	148,09	24,31	1,89	12,94	16,00	12
19	149,01	27,33	21,68	149,17	27,36	21,72	149,09	24,52	0,16	13,81	16,00	12
20	149,17	27,36	21,72	151,17	27,72	22,24	150,16	24,76	2,07	14,76	16,00	12
21	151,17	27,72	22,24	151,34	27,75	22,29	151,25	25,00	0,17	15,71	16,00	12
22	151,34	27,75	22,29	153,17	28,04	22,84	152,25	25,23	1,91	16,60	16,00	12
23	153,17	28,04	22,84	154,80	28,31	23,37	153,98	25,64	1,72	18,14	16,00	12
24	154,80	28,31	23,37	155,17	28,36	23,50	154,98	25,89	0,39	19,04	16,00	12
25	155,17	28,36	23,50	157,17	28,69	24,23	156,16	26,19	2,13	20,11	16,00	12
26	157,17	28,69	24,23	159,17	29,25	25,04	158,16	26,80	2,16	21,93	16,00	12
27	159,17	29,25	25,04	159,38	29,33	25,13	159,27	27,19	0,23	22,95	16,00	12
28	159,38	29,33	25,13	161,17	29,95	25,92	160,27	27,58	1,96	23,88	16,00	12
29	161,17	29,95	25,92	161,78	30,22	26,20	161,47	28,07	0,67	24,99	16,00	12
30	161,78	30,22	26,20	163,61	31,31	27,10	162,70	28,71	2,04	26,15	16,00	12
31	163,61	31,31	27,10	165,17	31,87	27,92	164,38	29,55	1,76	27,76	16,00	12
32	165,17	31,87	27,92	165,47	31,93	28,09	165,32	29,95	0,34	28,66	16,00	12
33	165,47	31,93	28,09	166,94	31,96	28,92	166,18	30,21	1,69	29,52	16,00	12
34	166,94	31,96	28,92	167,17	31,96	29,05	167,05	30,47	0,27	30,35	16,00	12
35	167,17	31,96	29,05	169,00	31,96	30,17	168,01	30,76	2,14	31,38	16,00	12
36	169,00	31,96	30,17	169,17	31,96	30,28	169,08	31,09	0,20	32,37	16,00	12
37	169,17	31,96	30,28	171,17	31,97	31,60	169,96	31,38	2,40	33,48	16,00	12
38	171,17	31,97	31,60	171,72	31,98	31,98	171,35	31,85	0,67	34,78	16,00	12

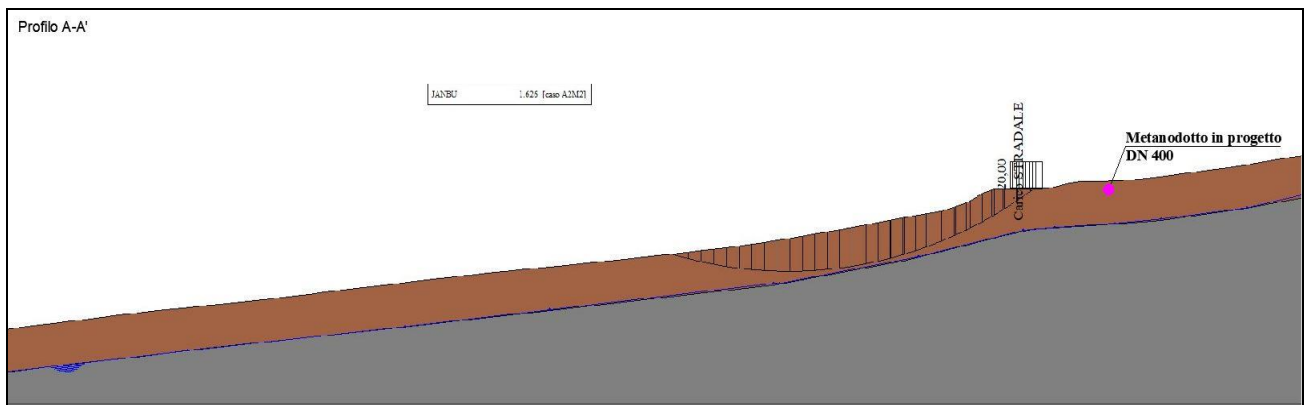
Metodo di JANBU

Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.626$

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	1,41	0,00	2,98	5,17	0,00	0,00	5,66	0,00	0,00	
2	24,03	0,00	31,32	20,77	0,00	5,66	31,37	0,00	0,00	
3	52,36	0,00	62,03	26,07	0,00	31,37	65,61	0,00	0,00	
4	77,73	0,00	88,78	30,70	0,00	65,61	105,46	0,00	0,00	
5	100,19	0,00	111,84	34,68	0,00	105,46	148,40	0,00	0,00	
6	121,38	0,00	133,15	38,38	0,00	148,40	192,67	0,00	0,00	
7	141,33	0,00	152,87	41,80	0,00	192,67	236,68	0,00	0,00	
8	159,07	0,00	170,05	44,79	0,00	236,68	278,84	0,00	0,00	
9	175,21	0,00	185,45	47,49	0,00	278,84	317,86	0,00	0,00	
10	189,17	0,00	198,53	49,78	0,00	317,86	352,59	0,00	0,00	
11	201,56	0,00	209,99	51,80	0,00	352,59	382,10	0,00	0,00	
12	211,72	0,00	219,22	53,37	0,00	382,10	405,53	0,00	0,00	
13	220,83	0,00	227,48	54,93	0,00	405,53	422,46	0,00	0,00	
14	225,87	0,00	231,68	55,71	0,00	422,46	432,34	0,00	0,00	
15	228,89	0,00	233,99	56,17	0,00	432,34	435,02	0,00	0,00	
16	230,08	0,00	234,60	56,35	0,00	435,02	430,45	0,00	0,00	
17	229,78	0,00	233,89	56,31	0,00	430,45	418,75	0,00	0,00	
18	209,53	0,00	213,08	51,52	0,00	418,75	401,89	0,00	0,00	
19	18,07	0,00	18,37	4,46	0,00	401,89	400,17	0,00	0,00	
20	222,38	0,00	226,06	55,14	0,00	400,17	375,35	0,00	0,00	
21	18,05	0,00	18,35	4,50	0,00	375,35	373,05	0,00	0,00	
22	195,58	0,00	198,84	49,20	0,00	373,05	345,33	0,00	0,00	
23	165,30	0,00	168,11	42,31	0,00	345,33	317,93	0,00	0,00	
24	36,26	0,00	36,88	9,39	0,00	317,93	311,43	0,00	0,00	
25	186,38	0,00	189,64	49,17	0,00	311,43	275,18	0,00	0,00	
26	173,43	0,00	176,64	47,07	0,00	275,18	236,85	0,00	0,00	
27	17,68	0,00	18,02	4,86	0,00	236,85	232,67	0,00	0,00	
28	147,42	0,00	150,51	41,00	0,00	232,67	195,62	0,00	0,00	

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
29	49,10	0,00	50,23	13,83	0,00	195,62	182,40	0,00	0,00	
30	150,54	0,00	154,67	42,33	0,00	182,40	138,34	0,00	0,00	
31	127,25	0,00	131,39	36,19	0,00	138,34	97,40	0,00	0,00	
32	23,37	0,00	24,16	6,78	0,00	97,40	89,61	0,00	0,00	
33	101,15	0,00	104,15	30,84	0,00	89,61	55,79	0,00	0,00	
34	13,67	0,00	13,98	4,43	0,00	55,79	51,29	0,00	0,00	
35	85,96	12,24	99,93	33,45	0,00	51,29	18,75	0,00	0,00	
36	5,90	2,04	8,00	2,90	0,00	18,75	16,17	0,00	0,00	
37	41,06	24,00	62,59	28,74	0,00	16,17	-0,39	0,00	0,00	
38	2,03	6,58	6,72	6,12	0,00	-0,39	0,00	0,00	0,00	



Superficie di Scorrimento con $F_{s,min} = 1,626$

Risultati analisi

Presenza di falda

Numero di superfici analizzate	20
Coefficiente di sicurezza minimo	1.078
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	20	1.078	1	1.846	20

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

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,078 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V
2	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,108 (J)	[A2M2]	[SLV] H-V
3	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,182 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V
4	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,213 (J)	[A2M2]	[SLV] H-V
5	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,243 (J)	[PC]	[SLV] H+V
6	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,258 (J)	[PC]	[SLV] H-V
7	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,289 (J)	[A2M2]	--
8	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,290 (J)	[A2M2]	[SLD] H+V
9	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,302 (J)	[A2M2]	[SLD] H-V
10	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,370 (J)	[PC]	[SLV] H+V
11	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,385 (J)	[PC]	[SLV] H-V
12	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,425 (J)	[A2M2]	[SLD] H+V
13	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,436 (J)	[A2M2]	[SLD] H-V
14	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,448 (J)	[PC]	[SLD] H+V
15	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,451 (J)	[PC]	[SLD]

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
										H-V
16	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,477 (J)	[A2M2]	--
17	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,607 (J)	[PC]	[SLD] H+V
18	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,609 (J)	[PC]	[SLD] H-V
19	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,628 (J)	[PC]	--
20	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,846 (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 _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	38	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 114,57	Y _v [m]= 22,32
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 171,72	Y _m [m]= 31,98

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	114,57	22,32	22,32	115,18	22,38	22,15	114,98	22,28	0,63	-15,60	16,00	12
2	115,18	22,38	22,15	117,18	22,60	21,63	116,38	22,17	2,07	-14,45	16,00	12
3	117,18	22,60	21,63	119,18	22,83	21,18	118,27	22,06	2,05	-12,71	16,00	12
4	119,18	22,83	21,18	121,18	23,03	20,79	120,23	21,96	2,04	-10,97	16,00	12
5	121,18	23,03	20,79	123,18	23,24	20,47	122,22	21,88	2,03	-9,24	16,00	12
6	123,18	23,24	20,47	125,18	23,50	20,20	124,21	21,85	2,02	-7,52	16,00	12
7	125,18	23,50	20,20	127,18	23,77	20,00	126,20	21,87	2,01	-5,81	16,00	12
8	127,18	23,77	20,00	129,18	24,04	19,86	128,20	21,92	2,01	-4,10	16,00	12
9	129,18	24,04	19,86	131,18	24,35	19,77	130,19	22,01	2,00	-2,40	16,00	12
10	131,18	24,35	19,77	133,18	24,63	19,75	132,19	22,13	2,00	-0,70	16,00	12
11	133,18	24,63	19,75	135,18	24,98	19,78	134,19	22,29	2,00	1,00	16,00	12
12	135,18	24,98	19,78	137,17	25,32	19,88	136,18	22,49	1,99	2,70	16,00	12
13	137,17	25,32	19,88	139,17	25,63	20,03	138,17	22,72	2,01	4,40	16,00	12
14	139,17	25,63	20,03	141,17	25,94	20,25	140,17	22,96	2,01	6,11	16,00	12

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]
15	141,17	25,94	20,25	143,17	26,27	20,52	142,17	23,24	2,02	7,82	16,00	12
16	143,17	26,27	20,52	145,17	26,61	20,86	144,17	23,56	2,03	9,54	16,00	12
17	145,17	26,61	20,86	147,17	26,99	21,25	146,17	23,93	2,04	11,27	16,00	12
18	147,17	26,99	21,25	149,01	27,33	21,68	148,09	24,31	1,89	12,94	16,00	12
19	149,01	27,33	21,68	149,17	27,36	21,72	149,09	24,52	0,16	13,81	16,00	12
20	149,17	27,36	21,72	151,17	27,72	22,24	150,16	24,76	2,07	14,76	16,00	12
21	151,17	27,72	22,24	151,34	27,75	22,29	151,25	25,00	0,17	15,71	16,00	12
22	151,34	27,75	22,29	153,17	28,04	22,84	152,25	25,23	1,91	16,60	16,00	12
23	153,17	28,04	22,84	154,80	28,31	23,37	153,98	25,64	1,72	18,14	16,00	12
24	154,80	28,31	23,37	155,17	28,36	23,50	154,98	25,89	0,39	19,04	16,00	12
25	155,17	28,36	23,50	157,17	28,69	24,23	156,16	26,19	2,13	20,11	16,00	12
26	157,17	28,69	24,23	159,17	29,25	25,04	158,16	26,80	2,16	21,93	16,00	12
27	159,17	29,25	25,04	159,38	29,33	25,13	159,27	27,19	0,23	22,95	16,00	12
28	159,38	29,33	25,13	161,17	29,95	25,92	160,27	27,58	1,96	23,88	16,00	12
29	161,17	29,95	25,92	161,78	30,22	26,20	161,47	28,07	0,67	24,99	16,00	12
30	161,78	30,22	26,20	163,61	31,31	27,10	162,70	28,71	2,04	26,15	16,00	12
31	163,61	31,31	27,10	165,17	31,87	27,92	164,38	29,55	1,76	27,76	16,00	12
32	165,17	31,87	27,92	165,47	31,93	28,09	165,32	29,95	0,34	28,66	16,00	12
33	165,47	31,93	28,09	166,94	31,96	28,92	166,18	30,21	1,69	29,52	16,00	12
34	166,94	31,96	28,92	167,17	31,96	29,05	167,05	30,47	0,27	30,35	16,00	12
35	167,17	31,96	29,05	169,00	31,96	30,17	168,01	30,76	2,14	31,38	16,00	12
36	169,00	31,96	30,17	169,17	31,96	30,28	169,08	31,09	0,20	32,37	16,00	12
37	169,17	31,96	30,28	171,17	31,97	31,60	169,96	31,38	2,40	33,48	16,00	12
38	171,17	31,97	31,60	171,72	31,98	31,98	171,35	31,85	0,67	34,78	16,00	12

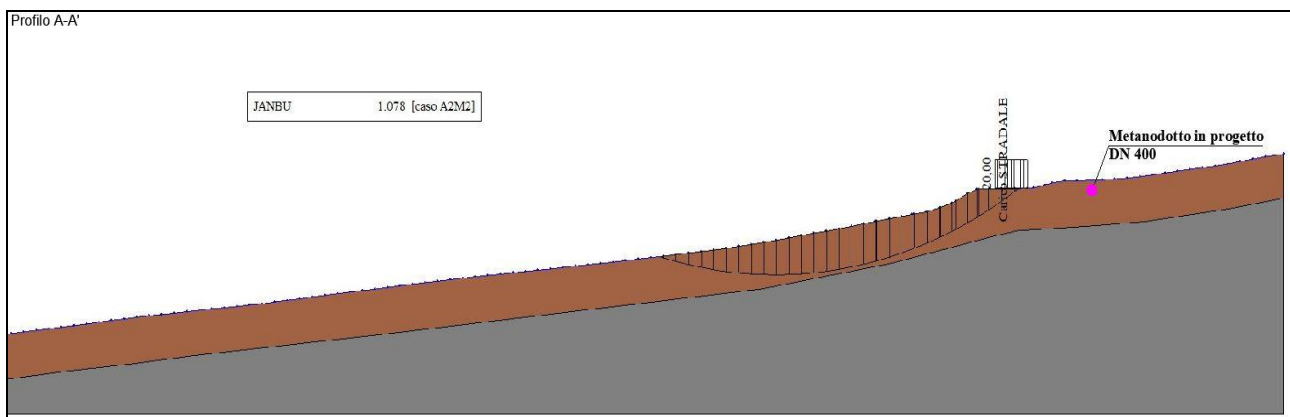
Metodo di JANBU

Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.078$

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	1,48	0,00	2,92	7,79	0,72	0,00	8,34	0,00	0,00	
2	25,12	0,00	19,86	28,28	12,17	8,34	41,41	0,00	0,00	
3	54,72	0,00	34,39	31,98	26,32	41,41	80,90	0,00	0,00	
4	81,23	0,00	46,91	35,16	38,82	80,90	124,23	0,00	0,00	
5	104,70	0,00	57,57	37,88	49,77	124,23	169,19	0,00	0,00	
6	126,84	0,00	67,33	40,38	60,03	169,19	214,18	0,00	0,00	
7	147,69	0,00	76,28	42,68	69,66	214,18	257,77	0,00	0,00	
8	166,23	0,00	83,96	44,67	78,20	257,77	298,58	0,00	0,00	
9	183,10	0,00	90,75	46,43	85,99	298,58	335,46	0,00	0,00	
10	197,69	0,00	96,39	47,92	92,77	335,46	367,42	0,00	0,00	
11	210,63	0,00	101,23	49,20	98,85	367,42	393,67	0,00	0,00	
12	221,25	0,00	104,97	50,11	103,93	393,67	413,45	0,00	0,00	
13	230,76	0,00	108,23	51,13	108,60	413,45	426,49	0,00	0,00	
14	236,03	0,00	109,52	51,54	111,39	426,49	432,43	0,00	0,00	
15	239,19	0,00	109,90	51,72	113,29	432,43	431,21	0,00	0,00	
16	240,43	0,00	109,46	51,70	114,40	431,21	422,89	0,00	0,00	
17	240,12	0,00	108,38	51,54	114,89	422,89	407,63	0,00	0,00	
18	218,96	0,00	98,05	47,11	105,42	407,63	387,76	0,00	0,00	
19	18,89	0,00	8,42	4,08	9,13	387,76	385,79	0,00	0,00	
20	232,39	0,00	103,16	50,48	112,77	385,79	358,12	0,00	0,00	
21	18,86	0,00	8,33	4,13	9,19	358,12	355,60	0,00	0,00	
22	204,38	0,00	89,87	45,23	100,07	355,60	325,81	0,00	0,00	
23	172,74	0,00	75,27	39,12	85,29	325,81	297,04	0,00	0,00	
24	37,89	0,00	16,41	8,72	18,81	297,04	290,30	0,00	0,00	
25	194,77	0,00	83,68	45,98	97,33	290,30	253,25	0,00	0,00	
26	181,23	0,00	76,79	44,44	91,67	253,25	214,81	0,00	0,00	
27	18,47	0,00	7,77	4,61	9,41	214,81	210,65	0,00	0,00	
28	154,06	0,00	64,41	38,93	79,05	210,65	173,96	0,00	0,00	
29	51,31	0,00	21,30	13,16	26,56	173,96	160,92	0,00	0,00	

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
30	157,32	0,00	65,26	40,06	82,23	160,92	117,36	0,00	0,00	
31	132,97	0,00	54,81	34,21	70,51	117,36	76,98	0,00	0,00	
32	24,43	0,00	9,96	6,46	13,06	76,98	69,35	0,00	0,00	
33	105,70	0,00	41,90	29,96	57,00	69,35	36,92	0,00	0,00	
34	14,29	0,00	5,44	4,41	7,77	36,92	32,74	0,00	0,00	
35	89,83	12,24	43,11	35,34	49,37	32,74	5,33	0,00	0,00	
36	6,17	2,04	3,79	3,25	3,43	5,33	3,45	0,00	0,00	
37	42,91	24,00	29,52	34,55	24,14	3,45	-3,50	0,00	0,00	
38	2,12	6,58	3,15	8,28	1,21	-3,50	0,00	0,00	0,00	



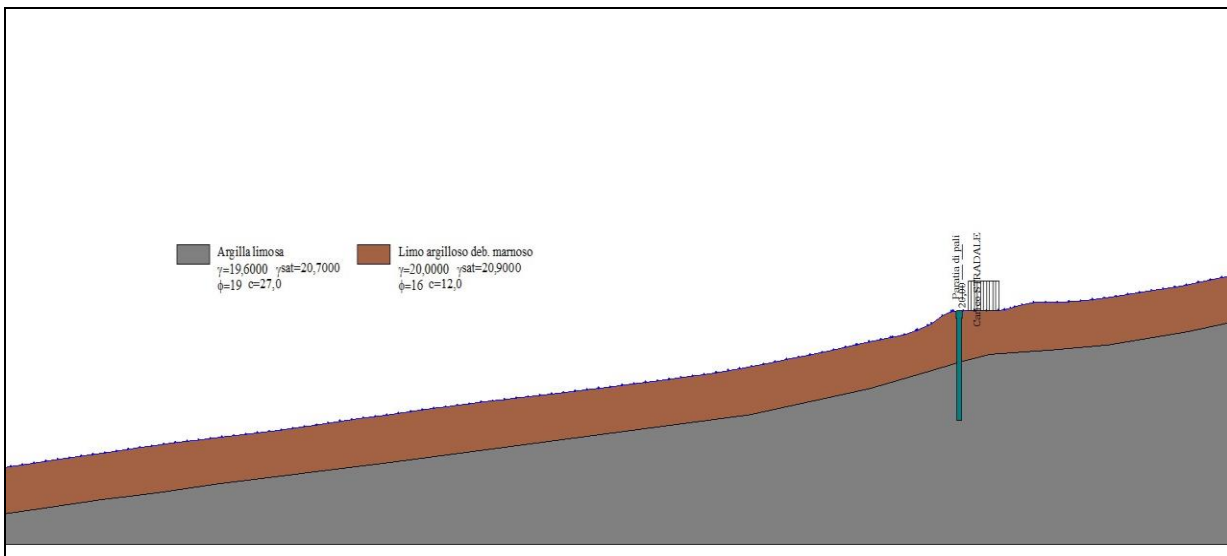
Superficie di Scorrimento con $F_{s,min} = 1,078$

ANALISI POST-OPERAM**Dati**Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Paratia di pali - Paratia di pali

Grado di sicurezza desiderato a monte	1,30	
Ascissa sul profilo (quota testa paratia)	166,94	m
Altezza totale paratia	15,00	m
Diametro pali	0,80	m
Interasse pali	1,00	m
Altezza cordolo	1,00	m
Larghezza cordolo	1,00	m
Percentuale di armatura	2,00	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	30000	kPa



Paratia di Pali

Dati zona sismica*Identificazione del sito*

Latitudine	37.821991
Longitudine	13.891240
Comune	Caltavuturo
Provincia	Palermo
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	46515 - 46737 - 46738 - 46516

Tipo di opera

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

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.645	0.695
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.168	0.071
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.494	2.399
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.328	0.289
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.449
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s		0.240	0.240
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 (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	5.83	2.55
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.92	1.27

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	9.23	4.99
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.62	2.50

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	20
Coefficiente di sicurezza minimo	1.182
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	20	1.182	1	2.381	20

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

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	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,182 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V
2	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,213 (J)	[A2M2]	[SLV] H-V
3	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,370 (J)	[PC]	[SLV] H+V
4	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,376 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V
5	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,385 (J)	[PC]	[SLV] H-V
6	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,392 (J)	[A2M2]	[SLV] H-V
7	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,425 (J)	[A2M2]	[SLD] H+V
8	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,436 (J)	[A2M2]	[SLD] H-V
9	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,477 (J)	[A2M2]	--
10	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,607 (J)	[PC]	[SLD] H+V
11	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,609 (J)	[PC]	[SLD] H-V
12	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,648 (J)	[PC]	[SLV] H-V
13	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,652 (J)	[PC]	[SLV] H+V
14	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,727 (J)	[A2M2]	[SLD] H-V
15	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,735 (J)	[A2M2]	[SLD] H+V

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
16	C	133,00	71,14	51,59	115,92	166,55	191,95	1,846 (J)	[PC]	--
17	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	1,871 (J)	[A2M2]	--
18	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	2,012 (J)	[PC]	[SLD] H-V
19	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	2,026 (J)	[PC]	[SLD] H+V
20	G	--	--	--	114,57	171,72	229,04	2,381 (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 _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	31	
Coordinate del centro	X[m]= 133,00	Y[m]= 71,14
Raggio del cerchio	R[m]= 51,59	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 115,92	Y _v [m]= 22,46
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 166,55	Y _m [m]= 31,95

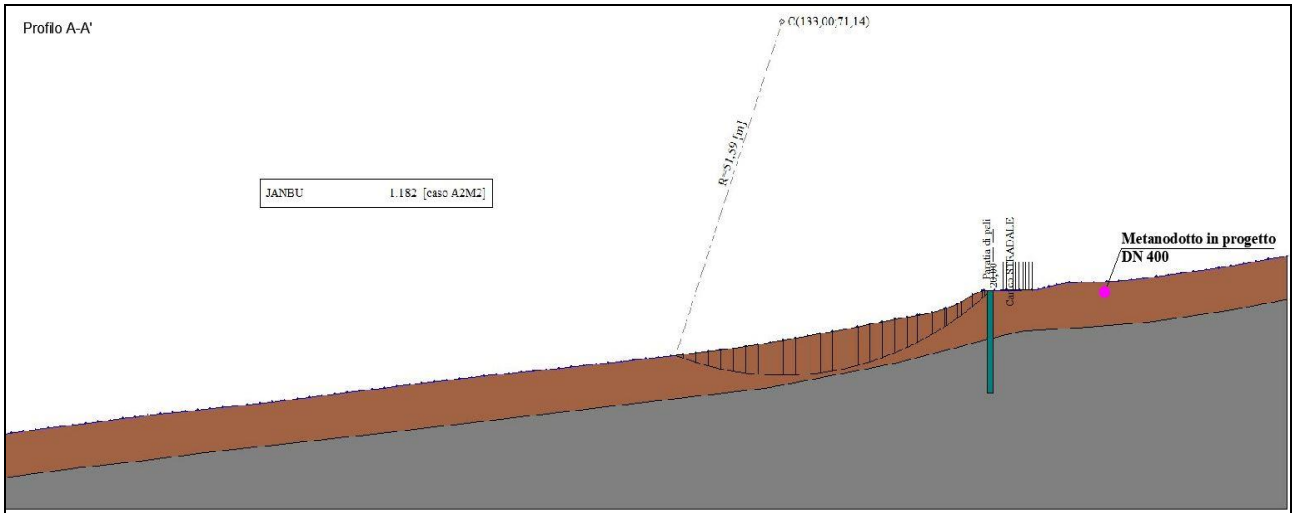
Geometria e caratteristiche strisce

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	115,92	22,46	22,46	117,18	22,60	22,04	116,76	22,37	1,33	-18,60	16,00	12
2	117,18	22,60	22,04	119,18	22,83	21,44	118,32	22,21	2,09	-16,70	16,00	12
3	119,18	22,83	21,44	121,18	23,03	20,92	120,25	22,05	2,06	-14,39	16,00	12
4	121,18	23,03	20,92	123,18	23,24	20,49	122,22	21,92	2,05	-12,11	16,00	12
5	123,18	23,24	20,49	125,18	23,50	20,15	124,21	21,84	2,03	-9,85	16,00	12
6	125,18	23,50	20,15	127,18	23,77	19,88	126,20	21,82	2,02	-7,60	16,00	12
7	127,18	23,77	19,88	129,18	24,04	19,69	128,20	21,85	2,01	-5,36	16,00	12
8	129,18	24,04	19,69	131,18	24,35	19,58	130,20	21,92	2,00	-3,13	16,00	12
9	131,18	24,35	19,58	133,18	24,63	19,55	132,19	22,03	2,00	-0,91	16,00	12
10	133,18	24,63	19,55	135,18	24,98	19,60	134,19	22,19	2,00	1,31	16,00	12
11	135,18	24,98	19,60	137,17	25,32	19,72	136,18	22,41	1,99	3,53	16,00	12
12	137,17	25,32	19,72	139,17	25,63	19,92	138,17	22,65	2,01	5,75	16,00	12
13	139,17	25,63	19,92	141,17	25,94	20,20	140,17	22,92	2,02	7,99	16,00	12
14	141,17	25,94	20,20	143,17	26,27	20,56	142,17	23,24	2,03	10,24	16,00	12

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]
15	143,17	26,27	20,56	145,17	26,61	21,01	144,17	23,61	2,05	12,51	16,00	12
16	145,17	26,61	21,01	147,17	26,99	21,54	146,17	24,03	2,07	14,79	16,00	12
17	147,17	26,99	21,54	149,01	27,33	22,10	148,08	24,49	1,92	17,01	16,00	12
18	149,01	27,33	22,10	149,17	27,36	22,15	149,09	24,73	0,17	18,17	16,00	12
19	149,17	27,36	22,15	151,17	27,72	22,86	150,16	25,02	2,12	19,44	16,00	12
20	151,17	27,72	22,86	153,17	28,04	23,66	152,15	25,56	2,15	21,82	16,00	12
21	153,17	28,04	23,66	154,80	28,31	24,38	153,97	26,09	1,78	24,01	16,00	12
22	154,80	28,31	24,38	155,17	28,36	24,56	154,98	26,40	0,41	25,22	16,00	12
23	155,17	28,36	24,56	157,17	28,69	25,56	156,14	26,78	2,24	26,69	16,00	12
24	157,17	28,69	25,56	159,17	29,25	26,68	158,14	27,53	2,29	29,21	16,00	12
25	159,17	29,25	26,68	159,38	29,33	26,81	159,27	28,02	0,24	30,62	16,00	12
26	159,38	29,33	26,81	161,17	29,95	27,92	160,24	28,49	2,11	31,93	16,00	12
27	161,17	29,95	27,92	161,78	30,22	28,33	161,47	29,10	0,73	33,50	16,00	12
28	161,78	30,22	28,33	163,61	31,31	29,61	162,68	29,86	2,24	35,15	16,00	12
29	163,61	31,31	29,61	165,17	31,87	30,81	164,33	30,87	1,97	37,49	16,00	12
30	165,17	31,87	30,81	165,47	31,93	31,05	165,32	31,41	0,38	38,79	16,00	12
31	165,47	31,93	31,05	166,55	31,95	31,95	165,83	31,64	1,40	39,78	16,00	12

Metodo di **JANBU**Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.182$ **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	7,42	0,00	9,08	15,71	3,67	0,00	18,27	0,00	0,00	
2	40,88	0,00	29,16	28,27	20,02	18,27	55,70	0,00	0,00	
3	73,13	0,00	44,75	31,81	35,43	55,70	99,69	0,00	0,00	
4	101,39	0,00	57,71	34,76	48,66	99,69	146,64	0,00	0,00	
5	127,44	0,00	69,17	37,38	60,69	146,64	193,91	0,00	0,00	
6	151,35	0,00	79,29	39,71	71,64	193,91	239,26	0,00	0,00	
7	172,13	0,00	87,69	41,66	81,12	239,26	280,62	0,00	0,00	
8	190,47	0,00	94,81	43,33	89,51	280,62	316,38	0,00	0,00	
9	205,75	0,00	100,43	44,67	96,56	316,38	345,17	0,00	0,00	
10	218,63	0,00	104,93	45,76	102,61	345,17	365,99	0,00	0,00	
11	228,38	0,00	108,02	46,44	107,36	365,99	377,99	0,00	0,00	
12	236,33	0,00	110,36	47,17	111,46	377,99	380,87	0,00	0,00	
13	239,21	0,00	110,42	47,29	113,35	380,87	374,51	0,00	0,00	
14	239,17	0,00	109,26	47,13	114,04	374,51	359,11	0,00	0,00	
15	236,35	0,00	106,95	46,74	113,60	359,11	335,15	0,00	0,00	
16	231,08	0,00	103,64	46,14	112,15	335,15	303,32	0,00	0,00	
17	205,46	0,00	91,37	41,69	100,82	303,32	268,00	0,00	0,00	
18	17,46	0,00	7,73	3,58	8,62	268,00	264,69	0,00	0,00	
19	210,49	0,00	92,64	44,00	104,74	264,69	221,04	0,00	0,00	
20	193,21	0,00	83,95	42,23	97,66	221,04	174,90	0,00	0,00	
21	141,52	0,00	60,47	32,78	72,69	174,90	137,61	0,00	0,00	
22	29,88	0,00	12,61	7,21	15,50	137,61	129,39	0,00	0,00	
23	144,79	0,00	59,82	37,23	76,05	129,39	88,25	0,00	0,00	
24	119,00	0,00	46,73	34,59	63,98	88,25	53,44	0,00	0,00	
25	11,17	0,00	4,22	3,50	6,09	53,44	50,16	0,00	0,00	
26	85,15	0,00	30,65	28,84	47,07	50,16	25,68	0,00	0,00	
27	25,01	0,00	8,29	9,44	14,07	25,68	18,90	0,00	0,00	
28	68,66	0,00	21,09	27,84	39,40	18,90	0,49	0,00	0,00	
29	44,92	0,00	10,22	22,44	26,56	0,49	-8,24	0,00	0,00	
30	6,07	0,00	0,53	4,04	3,66	-8,24	-8,28	0,00	0,00	
31	9,89	0,00	-4,67	13,10	6,04	-8,28	0,00	0,00	0,00	



Superficie di scorrimento con $F_{s,min}=1,182$ non intersecante la paratia in progetto

Fattore di sicurezza minimo con interventi

Superficie n° 4

Analisi della superficie 4 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce

38

Intersezione a valle con il profilo topografico

X_v[m]= 114,57Y_v[m]= 22,32

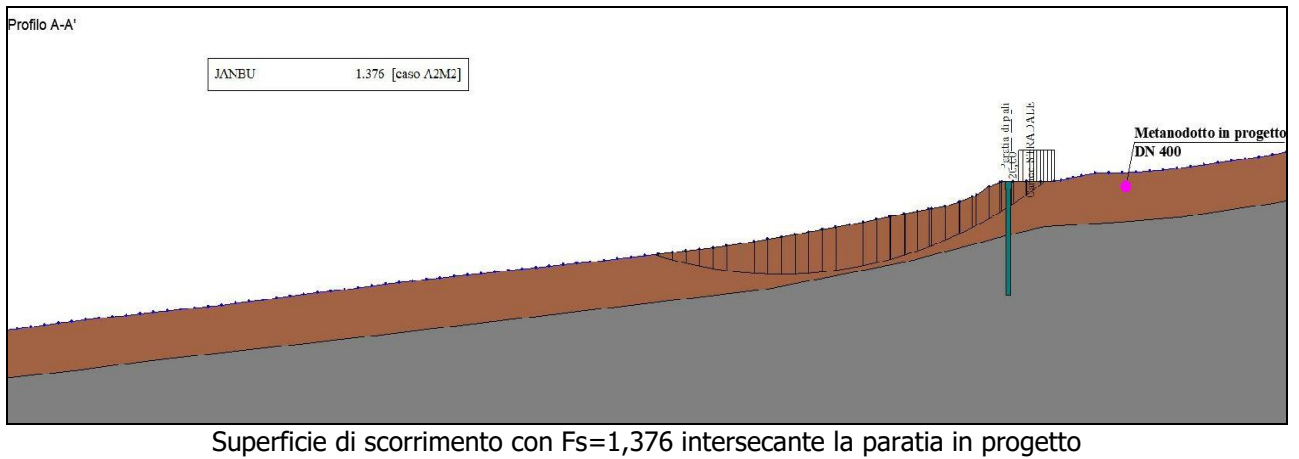
Intersezione a monte con il profilo topografico

X_m[m]= 171,72Y_m[m]= 31,98**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	114,57	22,32	22,32	115,18	22,38	22,15	114,98	22,28	0,63	-15,60	16,00	12
2	115,18	22,38	22,15	117,18	22,60	21,63	116,38	22,17	2,07	-14,45	16,00	12
3	117,18	22,60	21,63	119,18	22,83	21,18	118,27	22,06	2,05	-12,71	16,00	12
4	119,18	22,83	21,18	121,18	23,03	20,79	120,23	21,96	2,04	-10,97	16,00	12
5	121,18	23,03	20,79	123,18	23,24	20,47	122,22	21,88	2,03	-9,24	16,00	12
6	123,18	23,24	20,47	125,18	23,50	20,20	124,21	21,85	2,02	-7,52	16,00	12
7	125,18	23,50	20,20	127,18	23,77	20,00	126,20	21,87	2,01	-5,81	16,00	12
8	127,18	23,77	20,00	129,18	24,04	19,86	128,20	21,92	2,01	-4,10	16,00	12
9	129,18	24,04	19,86	131,18	24,35	19,77	130,19	22,01	2,00	-2,40	16,00	12
10	131,18	24,35	19,77	133,18	24,63	19,75	132,19	22,13	2,00	-0,70	16,00	12
11	133,18	24,63	19,75	135,18	24,98	19,78	134,19	22,29	2,00	1,00	16,00	12
12	135,18	24,98	19,78	137,17	25,32	19,88	136,18	22,49	1,99	2,70	16,00	12
13	137,17	25,32	19,88	139,17	25,63	20,03	138,17	22,72	2,01	4,40	16,00	12
14	139,17	25,63	20,03	141,17	25,94	20,25	140,17	22,96	2,01	6,11	16,00	12
15	141,17	25,94	20,25	143,17	26,27	20,52	142,17	23,24	2,02	7,82	16,00	12
16	143,17	26,27	20,52	145,17	26,61	20,86	144,17	23,56	2,03	9,54	16,00	12
17	145,17	26,61	20,86	147,17	26,99	21,25	146,17	23,93	2,04	11,27	16,00	12
18	147,17	26,99	21,25	149,01	27,33	21,68	148,09	24,31	1,89	12,94	16,00	12
19	149,01	27,33	21,68	149,17	27,36	21,72	149,09	24,52	0,16	13,81	16,00	12
20	149,17	27,36	21,72	151,17	27,72	22,24	150,16	24,76	2,07	14,76	16,00	12
21	151,17	27,72	22,24	151,34	27,75	22,29	151,25	25,00	0,17	15,71	16,00	12
22	151,34	27,75	22,29	153,17	28,04	22,84	152,25	25,23	1,91	16,60	16,00	12
23	153,17	28,04	22,84	154,80	28,31	23,37	153,98	25,64	1,72	18,14	16,00	12
24	154,80	28,31	23,37	155,17	28,36	23,50	154,98	25,89	0,39	19,04	16,00	12
25	155,17	28,36	23,50	157,17	28,69	24,23	156,16	26,19	2,13	20,11	16,00	12
26	157,17	28,69	24,23	159,17	29,25	25,04	158,16	26,80	2,16	21,93	16,00	12
27	159,17	29,25	25,04	159,38	29,33	25,13	159,27	27,19	0,23	22,95	16,00	12
28	159,38	29,33	25,13	161,17	29,95	25,92	160,27	27,58	1,96	23,88	16,00	12
29	161,17	29,95	25,92	161,78	30,22	26,20	161,47	28,07	0,67	24,99	16,00	12
30	161,78	30,22	26,20	163,61	31,31	27,10	162,70	28,71	2,04	26,15	16,00	12
31	163,61	31,31	27,10	165,17	31,87	27,92	164,38	29,55	1,76	27,76	16,00	12
32	165,17	31,87	27,92	165,47	31,93	28,09	165,32	29,95	0,34	28,66	16,00	12
33	165,47	31,93	28,09	166,94	31,96	28,92	166,18	30,21	1,69	29,52	16,00	12
34	166,94	31,96	28,92	167,17	31,96	29,05	167,05	30,47	0,27	30,35	16,00	12
35	167,17	31,96	29,05	169,00	31,96	30,17	168,01	30,76	2,14	31,38	16,00	12
36	169,00	31,96	30,17	169,17	31,96	30,28	169,08	31,09	0,20	32,37	16,00	12
37	169,17	31,96	30,28	171,17	31,97	31,60	169,96	31,38	2,40	33,48	16,00	12
38	171,17	31,97	31,60	171,72	31,98	31,98	171,35	31,85	0,67	34,78	16,00	12

Metodo di **JANBU**Coefficiente di sicurezza $F_s = 1.376$ **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	1,48	0,00	2,42	6,00	0,72	0,00	6,48	0,00	0,00	
2	25,12	0,00	18,19	21,80	12,17	6,48	32,85	0,00	0,00	
3	54,72	0,00	32,75	24,70	26,32	32,85	64,89	0,00	0,00	
4	81,23	0,00	45,37	27,22	38,82	64,89	100,13	0,00	0,00	
5	104,70	0,00	56,19	29,38	49,77	100,13	136,48	0,00	0,00	
6	126,84	0,00	66,14	31,38	60,03	136,48	172,39	0,00	0,00	
7	147,69	0,00	75,32	33,23	69,66	172,39	206,48	0,00	0,00	
8	166,23	0,00	83,26	34,84	78,20	206,48	237,43	0,00	0,00	
9	183,10	0,00	90,33	36,28	85,99	237,43	264,15	0,00	0,00	
10	197,69	0,00	96,26	37,50	92,77	264,15	285,70	0,00	0,00	
11	210,63	0,00	101,41	38,58	98,85	285,70	301,32	0,00	0,00	
12	221,25	0,00	105,48	39,35	103,93	301,32	310,33	0,00	0,00	
13	230,76	0,00	109,07	40,22	108,60	310,33	312,43	0,00	0,00	
14	236,03	0,00	110,69	40,61	111,39	312,43	307,38	0,00	0,00	
15	239,19	0,00	111,40	40,82	113,29	307,38	295,16	0,00	0,00	
16	240,43	0,00	111,28	40,87	114,40	295,16	275,86	0,00	0,00	
17	240,12	0,00	110,52	40,81	114,89	275,86	249,66	0,00	0,00	
18	218,96	0,00	100,29	37,36	105,42	249,66	219,79	0,00	0,00	
19	18,89	0,00	8,63	3,24	9,13	219,79	216,95	0,00	0,00	
20	232,39	0,00	105,90	40,10	112,77	216,95	178,55	0,00	0,00	
21	18,86	0,00	8,57	3,28	9,19	178,55	175,16	0,00	0,00	
22	204,38	0,00	92,62	36,00	100,07	175,16	135,73	0,00	0,00	
23	172,74	0,00	77,87	31,19	85,29	135,73	98,61	0,00	0,00	
24	37,89	0,00	17,02	6,96	18,81	98,61	90,00	0,00	0,00	
25	194,77	0,00	87,07	36,72	97,33	90,00	43,09	0,00	0,00	
26	181,23	0,00	80,36	35,55	91,67	43,09	-4,93	0,00	0,00	
27	18,47	0,00	8,16	3,69	9,41	-4,93	-10,09	0,00	0,00	
28	154,06	0,00	67,83	31,21	79,05	-10,09	-55,23	0,00	0,00	
29	51,31	0,00	22,51	10,56	26,56	-55,23	-71,13	0,00	0,00	
30	157,32	0,00	69,13	32,18	82,23	-71,13	-123,47	0,00	0,00	
31	132,97	0,00	58,33	27,53	70,51	-123,47	-171,40	0,00	0,00	
32	24,43	0,00	10,65	5,20	13,06	-171,40	-180,47	0,00	0,00	
33	105,70	0,00	45,19	24,15	57,00	-180,47	-219,57	0,00	0,00	
34	14,29	0,00	-133,52	-25,50	7,77	-219,57	51,24	0,00	0,00	
35	89,83	12,24	47,26	28,54	49,37	51,24	15,87	0,00	0,00	
36	6,17	2,04	4,18	2,63	3,43	15,87	13,25	0,00	0,00	
37	42,91	24,00	33,88	27,97	24,14	13,25	-1,60	0,00	0,00	
38	2,12	6,58	4,24	6,71	1,21	-1,60	0,00	0,00	0,00	



Dallo studio di stabilità post-operam, inserendo una paratia di pali a valle del metanodotto le superfici di scorrimento che interessano paratia e metanodotto hanno fattori di sicurezza **F_s** maggiori di **1,2**, dunque la variante in progetto si trova in condizioni di sicurezza.