



COMUNE di FILETTO

(Provincia di Chieti)



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

PNRR:

Missione 2 - Componente 4 - Investimento 2.1b



PROGETTO ESECUTIVO

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST
PNRR - MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - Investimento 2.1b
- C.U.P.: F88H22000610001 -

ANALISI DI STABILITA'

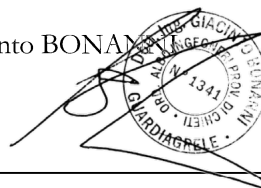
**STUDIO DI INGEGNERIA
BONANNI**

STRUTTURE
ACQUE
TERRE
INFRASTRUTTURE

Dott. Ing. Giacinto BONANNI
Loc. Fraia, n° 48 - 66016 GUARDIAGRELE (CH)
Tel.: 0871.396462 - Personal Phone 347.5187018
Tel./Fax: 0871.85167
Website: <http://www.studiobonanni.com>
E-mail: ing.bonanni@studiobonanni.com

Il Progettista e DD.LL.

Dott. Ing. Giacinto BONANNI



ALLEGATO

H

Responsabile Unico del Progetto:
Dott. Arch. Fausto GIAMPIETRO

Consulenza Geologica:
Dott. Geol. Ariana CAPPELLUCCI

Questo elaborato grafico è di proprietà dello Studio di INGEGNERIA BONANNI, pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Cod. LL.PP. 090.10.23

DATA Gennaio 2024

SPAZIO RISERVATO ALL'AMMINISTRAZIONE

DATA DI PRESENTAZIONE	N° DEL PROGETTO	REVISIONE	NOTE



COMUNE DI FILETTO

(PROVINCIA DI CHIETI)

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST

- PNRR - MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - INVESTIMENTO 2.1B
- C.U.P.: F88H22000610001 -

ANALISI DI STABILITÀ - ANTE OPERAM

Normative di riferimento

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

Descrizione metodo di calcolo

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

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

Metodo di Janbu (semplificato)

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

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

dove il termine N_i è espresso da

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

dove il termine m è espresso da

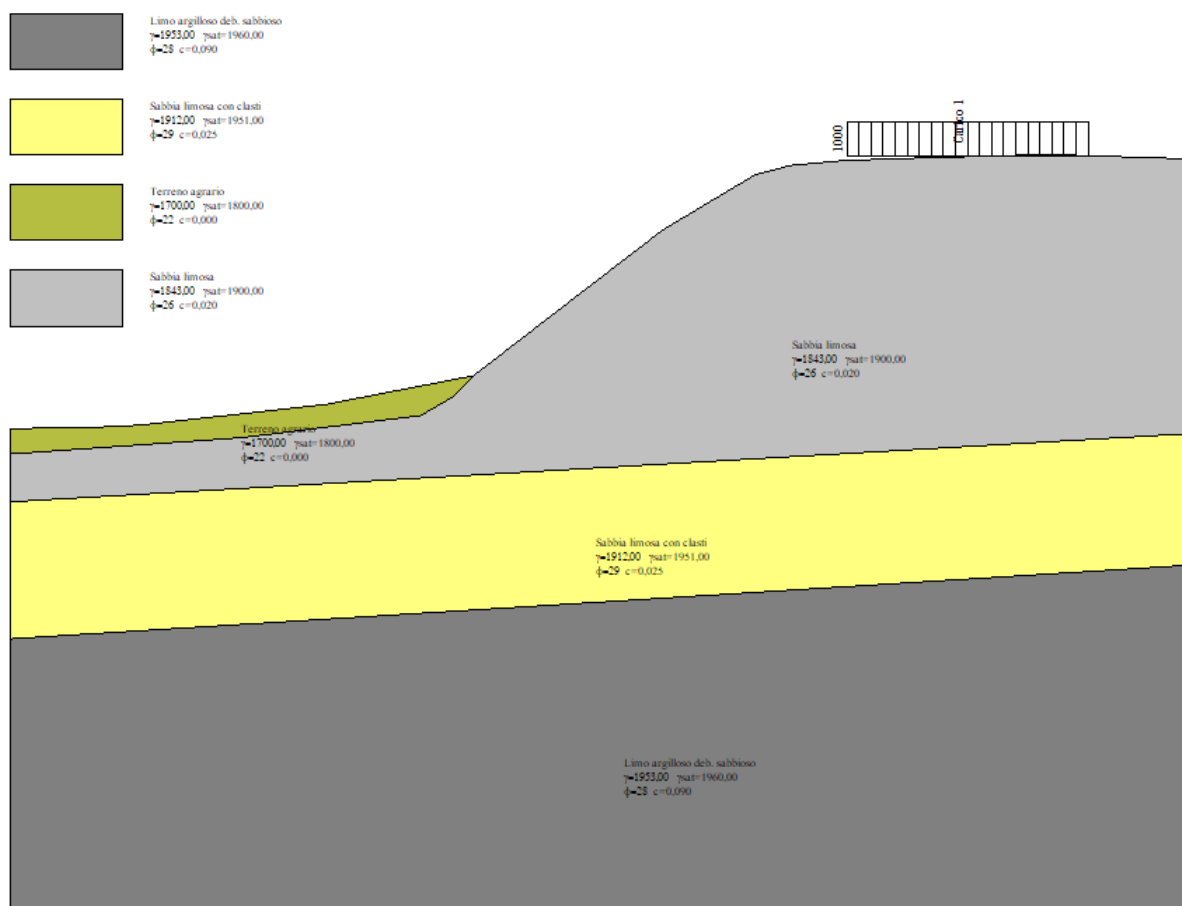
$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

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

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

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

Dati



Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ²
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ²

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ²]
1	Limo argilloso deb. sabbioso	1953	1960	27.50	0,090
2	Sabbia limosa con clasti	1912	1951	29.00	0,025
3	Terreno agrario	1700	1800	22.00	0,000
4	Sabbia limosa	1843	1900	26.00	0,020

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

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

Y

Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	37,62
2	8,40	37,79
3	10,55	37,94
4	24,86	39,51
5	36,53	41,75
6	43,99	47,42
7	51,44	53,08
8	58,72	57,37
9	61,55	58,11
10	65,73	58,49
11	72,13	58,70
12	81,94	58,96
13	93,12	58,61

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

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

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	21,28
2	0,00	0,00
3	93,12	0,00
4	93,12	27,02
5	45,00	24,05

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Sabbia limosa con clasti)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	31,94
2	0,00	21,28
3	45,00	24,05
4	93,12	27,02
5	93,12	37,25
6	33,74	33,86

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Terreno agrario)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	36,53	41,75
2	24,86	39,51
3	10,55	37,94
4	8,40	37,79
5	0,00	37,62
6	0,00	35,66
7	18,26	36,93
8	32,39	38,66
9	35,02	40,17

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

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	93,12	37,25
2	93,12	58,61
3	81,94	58,96
4	72,13	58,70
5	65,73	58,49
6	61,55	58,11
7	58,72	57,37
8	51,44	53,08
9	43,99	47,42
10	36,53	41,75
11	35,02	40,17
12	32,39	38,66
13	18,26	36,93
14	0,00	35,66
15	0,00	31,94
16	33,74	33,86

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Tipo Tipo carico

Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile

Carichi distribuiti

P_i , P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]

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

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i [m]	P_f [m]	V_y [kg/m]	V_x [kg/m]
1	Carico 1	Permanente	--	66,00 58,50	85,00 58,87	1000 1000	0 0

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	42.229222
Longitudine	14.246111
Comune	Filetto
Provincia	Chieti
Regione	Abruzzo

Punti di interpolazione del reticolo 26984 - 27206 - 27207 - 26985

Tipo di opera

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

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_a	[m/s ²]	1.573	0.614
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.160	0.063
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F_0		2.478	2.467
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T_c^*		0.359	0.311
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	S_s	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	S_t	T2	1.200	1.200
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)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S)$	5.54	2.16
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	2.77	1.08

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S)$	8.77	4.24
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	4.39	2.12

Dati normativa

Normativa :

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

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs fav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs fav}$	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficiente di sicurezza richiesto

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

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

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

Origine maglia	[m]	$X_0 = 27,19$	$Y_0 = 56,41$
Passo maglia	[m]	$dX = 2,00$	$dY = 2,00$
Numero passi		$N_x = 7$	$N_y = 7$
Raggio	[m]	$R = 12,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=0,50$ [m] ed un numero di incrementi pari a 10

Opzioni di calcolo

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

- JANBU

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

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a

1,00 m

- freccia inferiore a

0,50 m

- volume inferiore a

2,00 mc

- pendenza media della superficie inferiore a

1.00 [%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate

720

Coefficiente di sicurezza minimo

0.665

Superficie con coefficiente di sicurezza minimo

1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	720	0.665	1	1.691	720

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

Caso caso di calcolo

Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)

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

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	35,19	58,41	16,50	36,85	50,56	28,18	0,665 (J)	[A2M2]	--
2	C	37,19	58,41	16,00	37,40	52,48	40,39	0,666 (J)	[A2M2]	--
3	C	37,19	58,41	15,50	38,09	51,83	30,82	0,667 (J)	[A2M2]	--
4	C	37,19	58,41	16,50	36,75	53,11	50,89	0,668 (J)	[A2M2]	--
5	C	37,19	60,41	16,50	39,61	52,18	21,82	0,673 (J)	[A2M2]	--
6	C	35,19	56,41	15,00	34,79	49,36	28,51	0,674 (J)	[A2M2]	--
7	C	37,19	56,41	14,50	36,75	51,27	40,03	0,675 (J)	[A2M2]	--
8	C	37,19	56,41	14,00	37,40	50,62	30,71	0,676 (J)	[A2M2]	--
9	C	37,19	58,41	15,00	38,83	51,11	22,21	0,677 (J)	[A2M2]	--
10	C	39,19	60,41	16,00	40,06	54,12	32,77	0,677 (J)	[A2M2]	--
11	C	39,19	58,41	14,50	39,37	53,00	33,10	0,677 (J)	[A2M2]	--
12	C	37,19	56,41	15,00	35,35	51,87	50,48	0,678 (J)	[A2M2]	--
13	C	39,19	60,41	16,50	39,37	54,80	42,42	0,678 (J)	[A2M2]	--
14	C	35,19	58,41	16,00	37,65	49,76	19,71	0,679 (J)	[A2M2]	--
15	C	39,19	58,41	14,00	40,07	52,34	24,54	0,679 (J)	[A2M2]	--
16	C	39,19	60,41	15,50	40,80	53,41	24,11	0,680 (J)	[A2M2]	--
17	C	39,19	58,41	15,00	38,72	53,64	42,56	0,680 (J)	[A2M2]	--
18	C	35,19	56,41	14,50	36,87	48,62	20,07	0,682 (J)	[A2M2]	--
19	C	37,19	56,41	13,50	38,10	49,92	22,37	0,683 (J)	[A2M2]	--
20	C	39,19	56,41	13,00	38,73	51,81	32,91	0,684 (J)	[A2M2]	--
21	C	39,19	58,41	15,50	38,11	54,25	52,95	0,685 (J)	[A2M2]	--
22	C	35,19	56,41	15,50	32,98	50,06	38,73	0,685 (J)	[A2M2]	--
23	C	39,19	56,41	13,50	38,11	52,40	42,20	0,687 (J)	[A2M2]	--
24	C	39,19	56,41	12,50	39,37	51,18	24,51	0,687 (J)	[A2M2]	--
25	C	37,19	56,41	15,50	33,94	52,45	62,24	0,690 (J)	[A2M2]	--
26	C	39,19	58,41	13,50	40,82	51,64	16,94	0,691 (J)	[A2M2]	--
27	C	39,19	58,41	16,00	37,51	54,84	64,15	0,692 (J)	[A2M2]	--
28	C	39,19	60,41	15,00	41,60	52,65	16,46	0,692 (J)	[A2M2]	--
29	C	39,19	56,41	14,00	37,53	52,98	52,26	0,694 (J)	[A2M2]	--
30	C	37,19	58,41	14,50	39,65	50,30	14,70	0,697 (J)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

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

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 35,19	Y[m]= 58,41
Raggio del cerchio	R[m]= 16,50	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 36,85	Y _v [m]= 41,99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 50,56	Y _m [m]= 52,41

Geometria e caratteristiche strisce

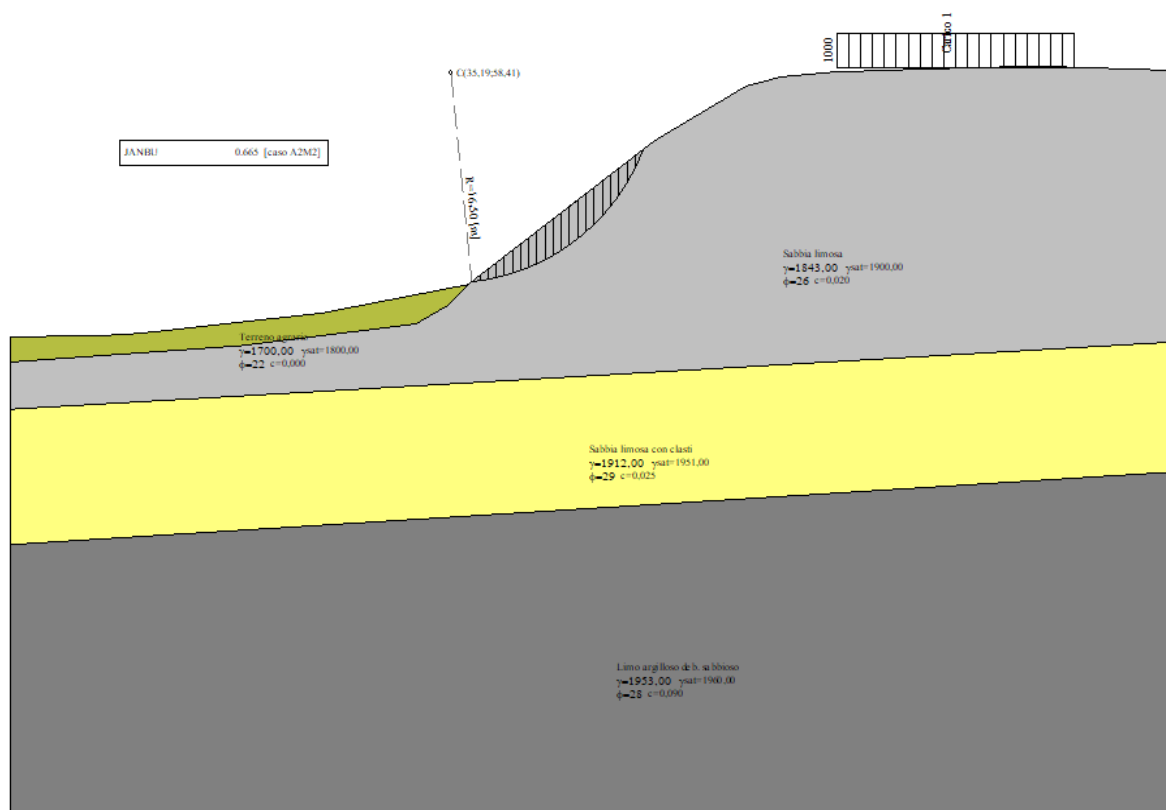
N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	36,85	41,99	41,99	37,50	42,49	42,07	37,28	42,18	0,65	6,91	21,32	0,016
2	37,50	42,49	42,07	38,15	42,98	42,18	37,86	42,44	0,66	9,19	21,32	0,016
3	38,15	42,98	42,18	38,80	43,47	42,31	38,49	42,74	0,66	11,48	21,32	0,016
4	38,80	43,47	42,31	39,45	43,97	42,47	39,13	43,06	0,67	13,78	21,32	0,016
5	39,45	43,97	42,47	40,09	44,46	42,66	39,78	43,39	0,68	16,12	21,32	0,016
6	40,09	44,46	42,66	40,74	44,95	42,87	40,43	43,74	0,68	18,48	21,32	0,016
7	40,74	44,95	42,87	41,39	45,44	43,12	41,07	44,10	0,69	20,87	21,32	0,016
8	41,39	45,44	43,12	42,04	45,94	43,40	41,72	44,48	0,71	23,30	21,32	0,016
9	42,04	45,94	43,40	42,69	46,43	43,71	42,37	44,87	0,72	25,78	21,32	0,016
10	42,69	46,43	43,71	43,34	46,92	44,06	43,01	45,28	0,74	28,31	21,32	0,016
11	43,34	46,92	44,06	43,99	47,42	44,45	43,66	45,71	0,76	30,90	21,32	0,016
12	43,99	47,42	44,45	44,64	47,91	44,89	44,31	46,17	0,79	33,58	21,32	0,016
13	44,64	47,91	44,89	45,30	48,41	45,37	44,97	46,65	0,82	36,37	21,32	0,016
14	45,30	48,41	45,37	45,96	48,91	45,91	45,63	47,15	0,85	39,26	21,32	0,016
15	45,96	48,91	45,91	46,62	49,41	46,51	46,28	47,68	0,89	42,28	21,32	0,016
16	46,62	49,41	46,51	47,27	49,91	47,17	46,94	48,25	0,94	45,45	21,32	0,016
17	47,27	49,91	47,17	47,93	50,41	47,93	47,60	48,85	1,00	48,81	21,32	0,016
18	47,93	50,41	47,93	48,59	50,91	48,78	48,25	49,50	1,08	52,42	21,32	0,016
19	48,59	50,91	48,78	49,25	51,41	49,77	48,90	50,20	1,19	56,36	21,32	0,016
20	49,25	51,41	49,77	49,90	51,91	50,94	49,55	50,97	1,35	60,75	21,32	0,016
21	49,90	51,91	50,94	50,56	52,41	52,41	50,12	51,76	1,61	65,89	21,32	0,016

Metodo di JANBU

Coefficiente di sicurezza F_s= 0.665

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	248	0	215	286	0	0	258	0	0	
2	727	0	649	542	0	258	690	0	0	
3	1175	0	1042	773	0	690	1240	0	0	
4	1590	0	1396	983	0	1240	1862	0	0	
5	1972	0	1714	1171	0	1862	2511	0	0	
6	2320	0	1998	1340	0	2511	3149	0	0	
7	2631	0	2248	1489	0	3149	3740	0	0	
8	2906	0	2466	1620	0	3740	4252	0	0	
9	3141	0	2651	1732	0	4252	4659	0	0	
10	3334	0	2804	1825	0	4659	4936	0	0	
11	3482	0	2922	1899	0	4936	5066	0	0	
12	3633	0	3046	1980	0	5066	5031	0	0	
13	3680	0	3089	2012	0	5031	4820	0	0	
14	3667	0	3086	2019	0	4820	4429	0	0	
15	3584	0	3030	1995	0	4429	3867	0	0	
16	3423	0	2911	1937	0	3867	3152	0	0	
17	3168	0	2712	1836	0	3152	2320	0	0	
18	2800	0	2410	1678	0	2320	1433	0	0	
19	2289	0	1963	1443	0	1433	598	0	0	
20	1584	0	1295	1090	0	598	1	0	0	
21	588	0	241	536	0	1	0	0	0	



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

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

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

Tipo di analisi svolta

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

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

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

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

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ING. BONANNI GIACINTO
Licenza	AIU5926Y7

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

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

ANALISI DI STABILITÀ - POST OPERAM

Normative di riferimento

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

Descrizione metodo di calcolo

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

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

Metodo di Janbu (semplificato)

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

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

dove il termine N_i è espresso da

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

dove il termine m è espresso da

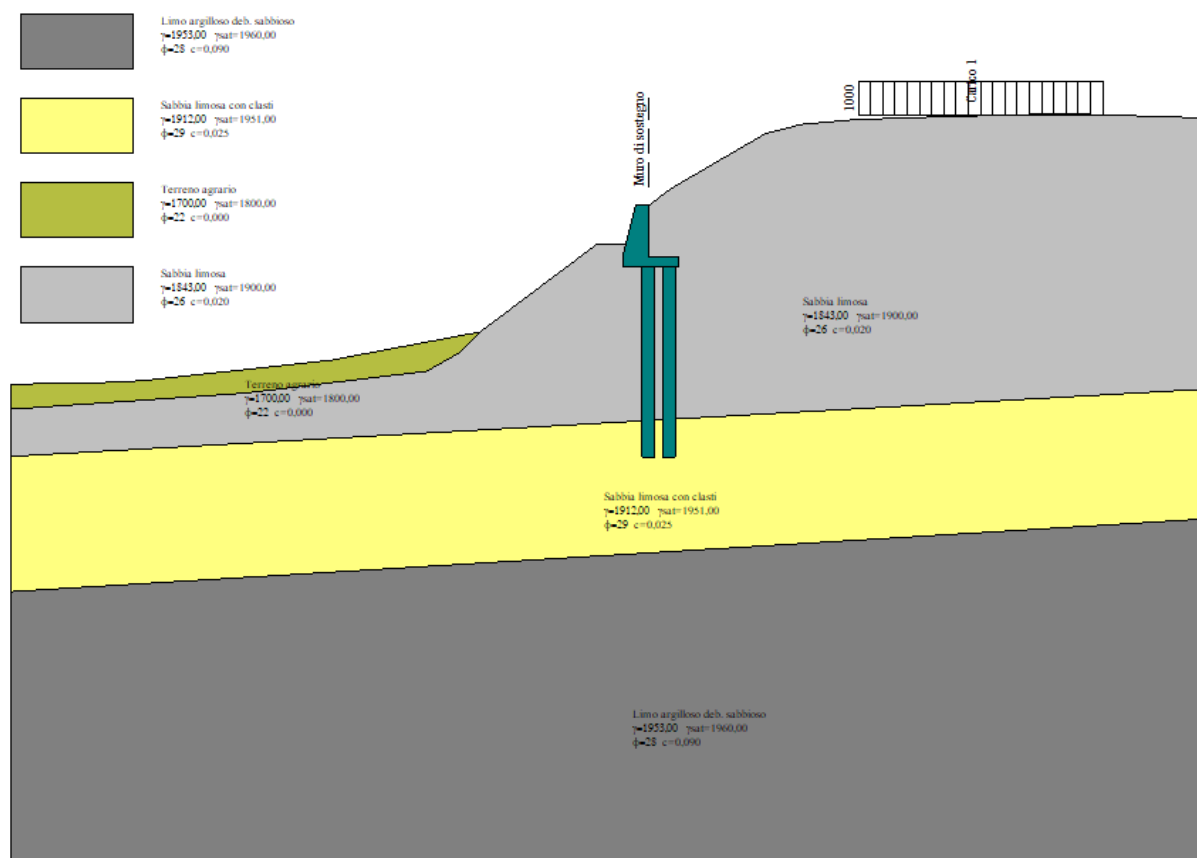
$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

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

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

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

Dati



Descrizione terreno

Simbologia adottata

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

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cmq]
1	Limo argilloso deb. sabbioso	1953	1960	27,50	0,090
2	Sabbia limosa con clasti	1912	1951	29,00	0,025
3	Terreno agrario	1700	1800	22,00	0,000
4	Sabbia limosa	1843	1900	26,00	0,020

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

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

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	37,62
2	8,40	37,79
3	10,55	37,94
4	24,86	39,51
5	36,53	41,75
6	43,99	47,42
7	51,44	53,08
8	58,72	57,37
9	61,55	58,11
10	65,73	58,49
11	72,13	58,70
12	81,94	58,96
13	93,12	58,61

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

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

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	21,28
2	0,00	0,00
3	93,12	0,00
4	93,12	27,02
5	45,00	24,05

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Sabbia limosa con clasti)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	31,94
2	0,00	21,28
3	45,00	24,05
4	93,12	27,02
5	93,12	37,25
6	33,74	33,86

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Terreno agrario)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	36,53	41,75
2	24,86	39,51
3	10,55	37,94
4	8,40	37,79
5	0,00	37,62
6	0,00	35,66
7	18,26	36,93
8	32,39	38,66
9	35,02	40,17

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

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	93,12	37,25
2	93,12	58,61
3	81,94	58,96
4	72,13	58,70
5	65,73	58,49
6	61,55	58,11
7	58,72	57,37
8	51,44	53,08
9	43,99	47,42
10	36,53	41,75
11	35,02	40,17
12	32,39	38,66
13	18,26	36,93
14	0,00	35,66
15	0,00	31,94
16	33,74	33,86

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione Descrizione carico

Tipo Tipo carico

Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile

Carichi distribuiti

P_i , P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]

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

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i [m]	P_f [m]	V_y [kg/m]	V_x [kg/m]
1	Carico 1	Permanente	--	66,00 58,50	85,00 58,87	1000 1000	0 0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Muro con 2 file di pali - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1,30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	49,63	m
Altezza paramento	4,00	m
Spessore in testa	1,00	m

Inclinazione esterna	14,000	
Inclinazione interna	0,000	
Spessore alla base	2,00	m
Lunghezza mensola fondazione valle	0,00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	2,40	m
Lunghezza fondazione totale	4,40	m
Spessore fondazione	0,80	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cm ²
Percentuale di armatura zona tesa	0,30	%
Percentuale di armatura zona compressa	0,15	%
Altezza di scavo	3,00	m

Pali del muro*Fila di pali n° 1 - Pali*

Posizione rispetto alla testa (positiva verso destra)	0,00	m
Lunghezza pali	15,00	m
Diametro pali	1,00	m
Interasse pali	2,00	m
Ascissa rispetto allo spigolo di monte della fondazione	49,63	m
Percentuale di armatura	1,00	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cm ²

Fila di pali n° 2 - Pali

Posizione rispetto alla testa (positiva verso destra)	1,60	m
Lunghezza pali	15,00	m
Diametro pali	1,00	m
Interasse pali	2,00	m
Ascissa rispetto allo spigolo di monte della fondazione	51,23	m
Percentuale di armatura	1,00	%
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cm ²

Dati zona sismica*Identificazione del sito*

Latitudine	42.229222
Longitudine	14.246111
Comune	Filetto
Provincia	Chieti
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26984 - 27206 - 27207 - 26985

Tipo di opera

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

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.573	0.614
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.160	0.063
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.478	2.467
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.359	0.311
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s		0.240	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)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S)$	5.54	2.16
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	2.77	1.08

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S)$	8.77	4.24
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h$	4.39	2.12

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	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

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

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

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

Origine maglia	[m]	$X_0 = 28,72$	$Y_0 = 62,30$
Passo maglia	[m]	$dX = 2,00$	$dY = 2,00$
Numero passi		$N_x = 7$	$N_y = 7$
Raggio	[m]	$R = 12,00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo $dR=0,50$ [m] ed un numero di incrementi pari a 10

Opzioni di calcolo

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

- JANBU

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

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

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

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	10
Coefficiente di sicurezza minimo	1.301
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	10	1.301	1	1.333	10

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)

Caso caso di calcolo

Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)

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

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	X _v [m]	X _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,84	1,301 (J)	[A2M2]	[SLD] H -V
2	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,302 (J)	[A2M2]	[SLD] H +V
3	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,302 (J)	[PC]	[SLD] H -V
4	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,303 (J)	[PC]	[SLV] H +V
5	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,307 (J)	[PC]	--
6	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,320 (J)	[PC]	[SLD] H +V
7	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,321 (J)	[A2M2]	[SLV] H -V
8	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,325 (J)	[A2M2]	[SLV] H +V
9	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,325 (J)	[PC]	[SLV] H -V
10	C	40,72	62,30	16,50	41,92	55,83	24,85	1,333 (J)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

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

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 40,72	Y[m]= 62,30
Raggio del cerchio	R[m]= 16,50	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 41,92	Y _v [m]= 45,84
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 55,83	Y _m [m]= 55,67

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 [kg/cmq]
1	41,92	45,84	45,84	42,61	46,37	45,91	42,38	46,04	0,69	5,36	26,00	0,020
2	42,61	46,37	45,91	43,30	46,89	46,00	42,99	46,31	0,70	7,77	26,00	0,020
3	43,30	46,89	46,00	43,99	47,42	46,13	43,66	46,62	0,70	10,20	26,00	0,020
4	43,99	47,42	46,13	44,55	47,84	46,25	44,28	46,91	0,58	12,42	26,00	0,020
5	44,55	47,84	46,25	45,12	48,27	46,40	44,84	47,20	0,58	14,44	26,00	0,020
6	45,12	48,27	46,40	45,68	48,70	46,56	45,41	47,49	0,59	16,48	26,00	0,020
7	45,68	48,70	46,56	46,34	48,70	46,79	46,01	47,69	0,69	18,71	26,00	0,020
8	46,34	48,70	46,79	47,00	48,70	47,04	46,66	47,81	0,71	21,14	26,00	0,020
9	47,00	48,70	47,04	47,66	48,70	47,33	47,32	47,94	0,72	23,61	26,00	0,020
10	47,66	48,70	47,33	48,31	48,70	47,65	47,97	48,09	0,73	26,13	26,00	0,020
11	48,31	48,70	47,65	48,97	48,70	48,01	48,62	48,26	0,75	28,71	26,00	0,020
12	48,97	48,70	48,01	49,63	48,70	48,41	49,26	48,44	0,77	31,35	26,00	0,020
13	49,63	51,70	48,41	50,23	52,16	48,82	49,93	50,28	0,73	33,95	26,00	0,020
14	50,23	52,16	48,82	50,84	52,62	49,27	50,54	50,72	0,75	36,51	26,00	0,020
15	50,84	52,62	49,27	51,44	53,08	49,76	51,14	51,18	0,78	39,17	26,00	0,020
16	51,44	53,08	49,76	52,07	53,45	50,32	51,75	51,65	0,84	41,98	26,00	0,020
17	52,07	53,45	50,32	52,69	53,82	50,95	52,38	52,13	0,89	44,99	26,00	0,020
18	52,69	53,82	50,95	53,32	54,19	51,65	53,00	52,64	0,94	48,16	26,00	0,020
19	53,32	54,19	51,65	53,95	54,56	52,44	53,62	53,20	1,01	51,54	26,00	0,020
20	53,95	54,56	52,44	54,57	54,93	53,34	54,25	53,80	1,10	55,19	26,00	0,020
21	54,57	54,93	53,34	55,20	55,30	54,39	54,86	54,46	1,23	59,23	26,00	0,020
22	55,20	55,30	54,39	55,83	55,67	55,67	55,41	55,12	1,42	63,82	26,00	0,020

Metodo di JANBU

Coefficiente di sicurezza senza interventi

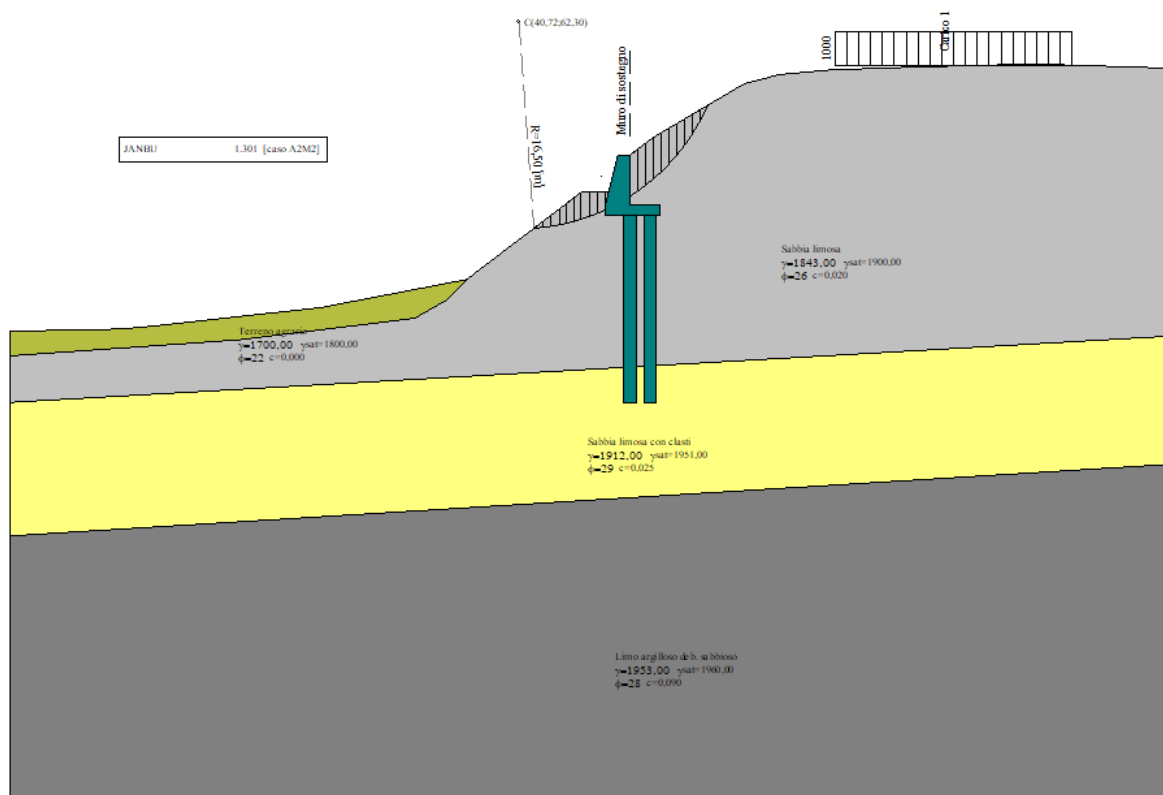
C_s = 0.789

Superficie	Resistenza [kg]	% usata [%]	F _s
1	0	0.00	1.542
2	31928	22.00	1.301

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	292	0	282	181	0	0	141	0	0	
2	856	0	834	356	0	141	345	0	0	
3	1383	0	1342	517	0	345	558	0	0	
4	1503	0	1453	536	0	558	705	0	0	
5	1810	0	1747	630	0	705	803	0	0	
6	2095	0	2019	717	0	803	828	0	0	
7	2461	0	2369	841	0	828	761	0	0	
8	2172	0	2086	753	0	761	619	0	0	

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
9	1843	0	1768	654	0	619	432	0	0	
10	1473	0	1409	543	0	432	237	0	0	
11	1059	0	1004	417	0	237	75	0	0	
12	597	0	547	275	0	75	0	0	0	
13	3690	0	3566	1450	0	12417	11473	0	0	
14	3725	0	3637	1481	0	11473	10341	0	0	
15	3714	0	3671	1498	0	10341	9026	0	0	
16	3726	0	3739	1533	0	9026	7507	0	0	
17	3465	0	3539	1465	0	7507	5895	0	0	
18	3126	0	3257	1368	0	5895	4248	0	0	
19	2693	0	2869	1233	0	4248	2655	0	0	
20	2143	0	2330	1045	0	2655	1248	0	0	
21	1441	0	1567	779	0	1248	239	0	0	
22	523	0	430	384	0	239	0	0	0	



Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)**Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

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

Tipo di analisi svolta

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

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

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

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

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ING. BONANNI GIACINTO
Licenza	AIU5926Y7

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

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

Guardiagrele, lì 22.01.2024

IL PROGETTISTA E DD.LL.

- DOTT. ING. GIACINTO BONANNI -