

Sig. Massimo PASTORINO

REALIZZAZIONE DI CASA UNIFAMILIARE CON
MAGAZZINO AGRICOLO E BOX AUTO
PERTINENZIALE, IN VIA PARASIO
(Piano Casa L.R. 49/2009)

- COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE -
- PROVINCIA DI SAVONA -

RELAZIONE GEOTECNICA

IL GEOLOGO
Giambattista Vezzolla


Dr. Giambattista VEZZOLLA

Via Turati, 16/2 17013 Albisola Superiore (SV)

C.F. VZZGBT65B06I4800

- Studio Professionale di Geologia -

tel. e fax. 019 /4509160

Isc. Ordine Regionale dei Geologi n° 273

INDICE

1. PREMESSA
2. VINCOLI E ZONIZZAZIONE
3. MODELLO GEOTECNICO
4. VERIFICA GEOTECNICA
5. VERIFICA DI STABILITA'
6. SINTESI E CONCLUSIONI

ALLEGATI

- Profilo geotecnico interpretativo EE sc. 1:200
- Elaborato verifica di stabilità fronte di scavo sc. 1:100
- Report analisi di stabilità

1. PREMESSA

Il Sig. Massimo PASTORINO ha incaricato lo scrivente di redigere una relazione geologica in merito al progetto di realizzazione di un nuovo edificio abitativo, sito in Via Parasio, nel Comune di Albisola Superiore.

L'intervento consiste nella realizzazione ex novo di un fabbricato, composto da un piano fuori terra più sottotetto, di dimensioni massime in pianta dell'ingombro pari a circa 170 m², con un'altezza al colmo di 8 m, oltre ad un interrato da adibirsi a magazzino e autorimessa.

A completamento dell'intervento è prevista la messa in opera di un tratto di muro di sostegno di circa 30 m di lunghezza, sul lato a monte della rampa d'accesso.

La presente documentazione è redatta ai sensi del D.M. 14.01.08 e norme correlate, con riferimento alla "Nuova classificazione Sismica del territorio della Regione Liguria" di cui al del D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008, riferita all'O.P.C.M. n° 351/06, ripresa dalle N.T.C. successivamente promulgate.

L'analisi del rischio idrogeologico è stata svolta ai sensi dei Piani Stralcio redatti ex D.L. 180/98 e convertiti in L. 267/98 e dall'approvazione della Provincia di Savona con D.C.P. 47/2003 e smi.

Le valutazioni di carattere geotecnico contenute nella presente derivano dalle risultanze degli studi contenuti nella Relazione Geologica redatta dallo scrivente per i lavori in oggetto, a cui si fa completo riferimento; in particolare la sezione geotecnica in allegato 1 alla presente è stata ricavata lungo lo stesso profilo di quella geologica interpretativa.

Le indagini svolte sono consistite in un accurato rilevamento geologico di superficie e nell'esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche medio-leggere (PP1-PP2-PP3).

2. VINCOLI E ZONIZZAZIONE

La tabella seguente indica i vincoli e le tipologie di zona in cui ricade l'area in oggetto, in relazione ai diversi strumenti di pianificazione e gestione del territorio.

STRUMENTI / VINCOLI	ZONIZZAZIONE	PARERE E/O AUTORIZZAZIONE
Vincolo idrogeologico	No	-----
P.di Bacino "Sanda" -- Suse. al dissesto	Molto Bassa - Bassa	Non necessario parere Difesa Suolo Provincia
P.di Bacino "Sanda" -- Reticolo Idrografico	Dist. >200 m	Non necessario parere Difesa Suolo Provincia
P.di Bacino "Sanda" -- Interventi	No	----

La zonizzazione sopra riportata è documentata dai rispettivi stralci cartografici allegati alla Relazione Geologica.

Con riferimento alla normativa antisismica gli interventi ricadono in:

Zona sismica: 4
Classe d'uso: II

Categoria sottosuolo: E
Categoria topografica: T1

3. MODELLO GEOTECNICO

La caratterizzazione geotecnica di terreni presenti viene schematizzata in base ai valori documentati nella Relazione Geologica; in particolare il modello geotecnico è schematizzabile come segue:

- Orizzonte "a": copertura superficiale costituita da coltre sabbiosa con matrice limosa, non interessata dalle strutture di fondazione;
- Orizzonte "b": deposito marino terrazzato, a composizione sabbioso limosa con subordinato scheletro ghiaioso;

- Presenza di falda freatica, attestata a una profondità di -4.5 m dal piano campagna (settembre 2011);
- Area inserita in un pendio con inclinazione media <15°.

La tabella seguente contiene i valori medi dei parametri geotecnici, così come sono stati dedotti dalle indagini geognostiche eseguite.

Orizzonte	Tipologia	Peso di volume (kN/m ³)	ϕ (medio)	Coesione kPa
"a"	Sabbia limosa	18	29°	0
"b"	Sabbia e ghiaia in matrice limosa	19	34°	15

Come noto, per la definizione del grado di sicurezza di una struttura, le N.T.C. 2008 prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico (livello 1) adottando il concetto di stato limite che necessita dei valori caratteristici dei parametri geotecnici ai quali è associata una probabilità di non superamento del 5% che il valore reale adottato sia inferiore a quello caratteristico. Il valore caratteristico è, quindi dato dalla:

$$V_k = V_m (1 - 1.645 V_f) \quad \text{dove}$$

V_k : val. caratteristico

V_m : val. medio

V_f : coeff. di variazione definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e V_m .

Utilizzando come coefficiente di variazione quello suggerito da Cherubini, Giasi e Rettati (1993) da applicare nel caso di mono-indagine, si ottiene:

Angolo di attrito caratteristico Orizzonte "a": 23.2°

Angolo di attrito caratteristico Orizzonte "b": 27.2°

Coesione caratteristica Orizzonte "b": 6.24 kPa

4. VERIFICA GEOTECNICA

In relazione al progetto, il fabbricato previsto avrà fondazioni dirette (travi rovesce) poggianti univocamente sui depositi marini terrazzati (orizzonte "b"), come evidenziato nella sezione geotecnica in allegato 1 al testo.

Per il calcolo della capacità portante si è adottato il metodo di Brinch-Hansen (1970), utilizzando, come richiesto per le verifiche agli stati limite, i parametri geotecnici caratteristici sopra dedotti con approccio probabilistico.

Per la portanza in oggetto si fissano indicativamente le seguenti assunzioni:

- fondazione del tipo a trave rovescia di larghezza pari ad 0.8 m, con lunghezza lato corto pari a 8 m;
- presenza falda freatica orizzontale al livello della fondazione;
- incastro indicativo nel terreno di circa 0.5 m di profondità;
- omissione del contributo dovuto alla coesione nel calcolo della R_d

Come noto la misura del grado di sicurezza ai sensi della N.T.C. 2008 si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" tramite l'equazione : $R_d \geq E_d$ con:

- R_d valore di progetto della resistenza del terreno
- E_d valore di progetto dell'azione o degli effetti dell'azione nelle varie combinazioni di carico che non devono superare i valori di R_d in un intervallo di tempo rapportato alla vita di riferimento dell'opera progettata.

Questi ultimi valori sono stati forniti allo scrivente dall'Ing. Marta Mammola, progettista incaricata dello studio strutturale e sono pari a:

combinazione A1 - M1	$E_d = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$
combinazione A2 - M2	$E_d = 0.70 \text{ Kg/cm}^2$

Verifica allo SLU – Approccio 1 – Combinazione 1 (A1+M1 + R1 - STR)

Nel caso del dimensionamento strutturale, i coefficienti parziali M1 per le grandezze geotecniche sono tutti pari ad 1 e, quindi, i valori di progetto sono pari a quelli caratteristici.

Sostituendo nella formula di Brinch-Hansen, considerando fondazione su tratto piano, otteniamo:

$$q_{lim} = 242.43 \text{ kN/m}^2 = 2.42 \text{ Kg/cm}^2 = R_d$$

A questo valore è necessario applicare un coefficiente parziale R1 di verifica agli stati limiti ultimi di fondazioni superficiali come riportato nella tabella 6.4.1 delle N.T.C. 2008 che, essendo pari ad 1 lascia R_d invariato.

In questo caso, con $E_d = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$ risulta $R_d > E_d$, la verifica è soddisfatta.

Verifica allo SLU – Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2 + R2 - GEO)

Nel caso del dimensionamento geotecnico, invece, il raggiungimento dello SLU del terreno interessato dal carico di esercizio necessita dei valori di progetto desumibili dai valori caratteristici (V_k), ridotti dai coefficienti parziali M2 attraverso le seguenti formulazioni:

$$\tan \phi_p = \tan \phi_k / M2 \quad \text{con } M2 = 1.25 \quad \text{da cui } \phi_p = 27.2^\circ / 1.25 = 21.8^\circ$$

Sostituendo nella formula precedente, otteniamo:

$$Q = 171.6 \text{ kN/m}^2 = 1.72 \text{ Kg/cm}^2 = R_d$$

A questo valore è necessario applicare un coefficiente parziale R2 di verifica agli stati limiti ultimi di fondazioni superficiali come riportato nella tabella 6.4.1 delle N.T.C. 2008 che, essendo pari ad 1.8 determina un nuovo valore di R_d pari a 0.96 Kg/cm^2 .

In questo caso, con $E_d = 0.70 \text{ Kg/cm}^2$ risulta $R_d > E_d$, la verifica è soddisfatta.

Tale valore si intende valido per carichi non eccentrici e per trasmissione diretta sull'orizzonte "b".

5. VERIFICA DI STABILITA'

Come si evince nella sezione geologica interpretativa E-E, nella realizzazione del progetto occorrerà realizzare uno scavo inciso nei due orizzonti sopradescritti ("a" e "b"); considerata l'area d'intervento, è stato possibile ipotizzare un profilo di sbancamento che preveda la realizzazione di una bancata intermedia e due scarpate con inclinazione massima rispettivamente di 60° e 40° .

Inoltre, a vantaggio di sicurezza, si è ipotizzata la risalita della falda freatica sino ad intercettare il piede del fronte di scavo.

In tale contesto è stata eseguita una verifica di stabilità del fronte di scavo, considerando i parametri geotecnici caratteristici ed il contributo dovuto all'effetto sismico (SLV).

Il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "Fattore o Coefficiente di sicurezza" indicato con il simbolo F_s .

I metodi di calcolo di F_s impiegati si basano sulle tecniche di verifica dette *Limit Equilibrium Method* (abbreviato in *LEM*) (Duncan 1996; Krahn 2003).

Nei metodi LEM il calcolo di F_s viene effettuato su una specifica superficie di scivolamento definita entro un pendio; dato che le porzioni potenzialmente instabili sono definibili in uno spazio 3D il calcolo viene sviluppato sopra una striscia di lunghezza unitaria, quindi bi-dimensionale (2D) della superficie di potenziale scivolamento.

La stabilità globale della scarpata esecutiva in cantiere in condizioni sismiche viene valutata mediante metodo pseudostatico, dove l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente proporzionale al peso di volume di terreno (W) potenzialmente instabile.

Nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite SLU viene riferita al cinematiso di collasso critico con le componenti orizzontali e verticali sismiche così ricavate:

$$F_v = K_v \times W$$

$$F_h = K_h \times W$$

con K_h e K_v i coefficienti sismici risultanti, visibili in allegato al testo, funzione sia dell'accelerazione massima attesa al sito che del coefficiente di riduzione β_s .

Nella verifica occorre tener conto anche dell'azione sismica verticale che va ad incrementare il peso dei singoli conci secondo l'espressione:

$$W_{is} = W_i (1 + K_v)$$

L'analisi di stabilità viene condotta in termini di tensioni efficaci, alle condizioni di Approccio 1 – Combinazione 2 ($A2+M2+R2$) con coefficiente di sicurezza richiesto $R2$ pari a 1.1 come previsto dalla Normativa N.T.C. 2008.

L'elaborazione è stata condotta utilizzando il software SSAP 4.0.6 (2011), sviluppato dal Dott. Lorenzo Borselli (Geologo presso C.N.R. – IRPI, Firenze), operando con metodo Janbu rigoroso (1973).

Tale programma permette la possibilità di combinare in uno stesso pendio strati, o lenti, caratterizzati sia come terreni sciolti, sia come ammassi rocciosi fratturati; nel primo caso viene utilizzato il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, nel secondo quello di Hoek.

Come si può osservare nell'allegato 2 al testo, sono state esaminate 10.000 potenziali curve di scivolamento, tutte comprese tra le ascisse di inizio generazione e quelle di termine generazione; sono graficate le 10 superfici con F_s minore, con particolare evidenza di quella a F_s minimo.

La verifica ha evidenziato un modello geologico e geotecnico a due strati ("a" e "b"), desunto dal profilo interpretativo E-E, dove sono stati adottati i parametri geotecnici caratteristici sopradescritti.

Con le suddette premesse, si evidenzia una superficie di scivolamento a coefficiente di sicurezza minimo pari a 1.173 superiore al valore minimo di 1.1 previsto dalla normativa e, quindi, la verifica è da ritenersi soddisfatta.

6. SINTESI E CONCLUSIONI

Gli interventi di cui al progetto appaiono compatibili con le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni interessanti il sito in esame, e non alterano la stabilità generale del tratto di versante interessato dai lavori.

Le opere in progetto dovranno essere dimensionate adeguatamente in relazione alle tensioni indotte sul terreno di fondazione.

Rimangono immutate tutte le prescrizioni e gli accorgimenti contenuti nella relazione geologica a firma dello scrivente, a cui si fa completo riferimento.

Tutte le ipotesi fatte in precedenza andranno comunque verificate in fase di esecuzione lavori.

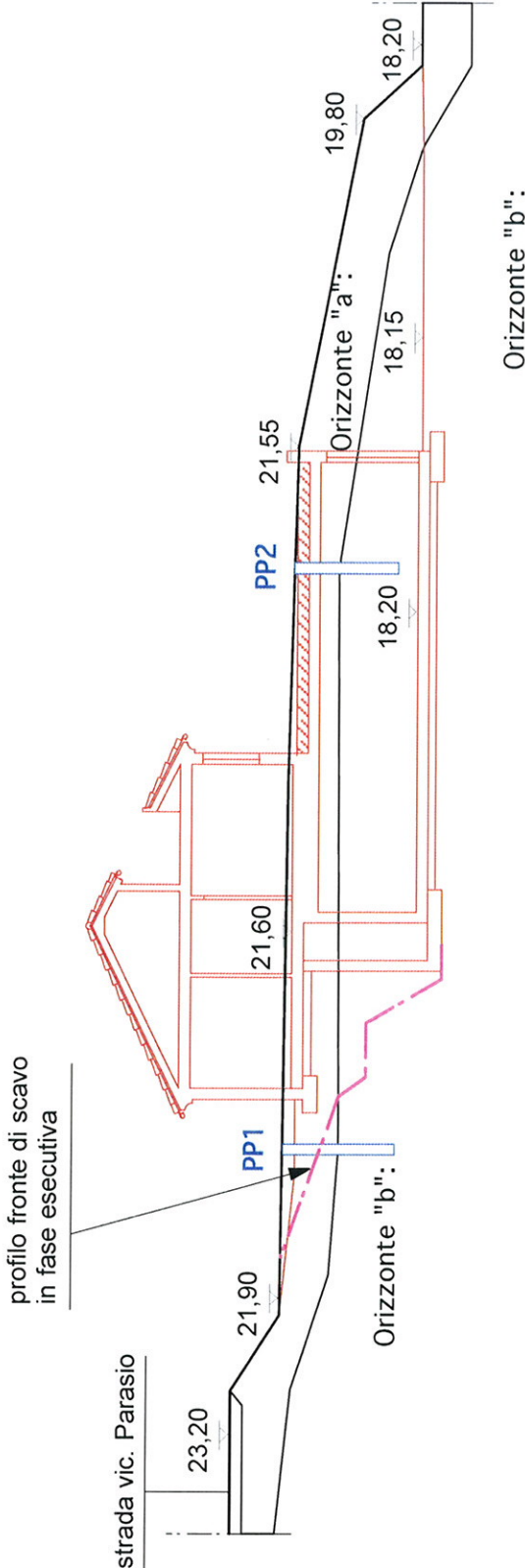
Albisola S., 15 dicembre 2011

IL GEOLOGO
Giambattista VEZZOLLA



ALLEGATI

PROFILO GEOTECNICO INTERPRETATIVO
sezione E-E
scala 1:200



Parametri geotecnici
"caratteristici"

Orizzonte "a":

$\gamma = 18 \text{ kN}$
 $\phi = 23.2^\circ$
 $C' = 0$

Parametri geotecnici
"caratteristici"

Orizzonte "b":

$\gamma = 19 \text{ kN}$
 $\phi = 27.2^\circ$
 $C' = 6.24 \text{ kPa}$

LEGENDA

- Orizzonte "a": sabbia limosa
- Orizzonte "b": sabbia con ghiaia e ciottoli
- Schematizzazione delle opere in progetto
- Prove penetrometriche dinamiche

SSAP 4.0.6 (2011) - Slope Stability Analysis Program

Data : 24/11/2011 scala 1:100

Localita': Via dei Parasio - Albisola Superiore

Descrizione: sez. EE - fronte di scavo

[x] = orizzonte

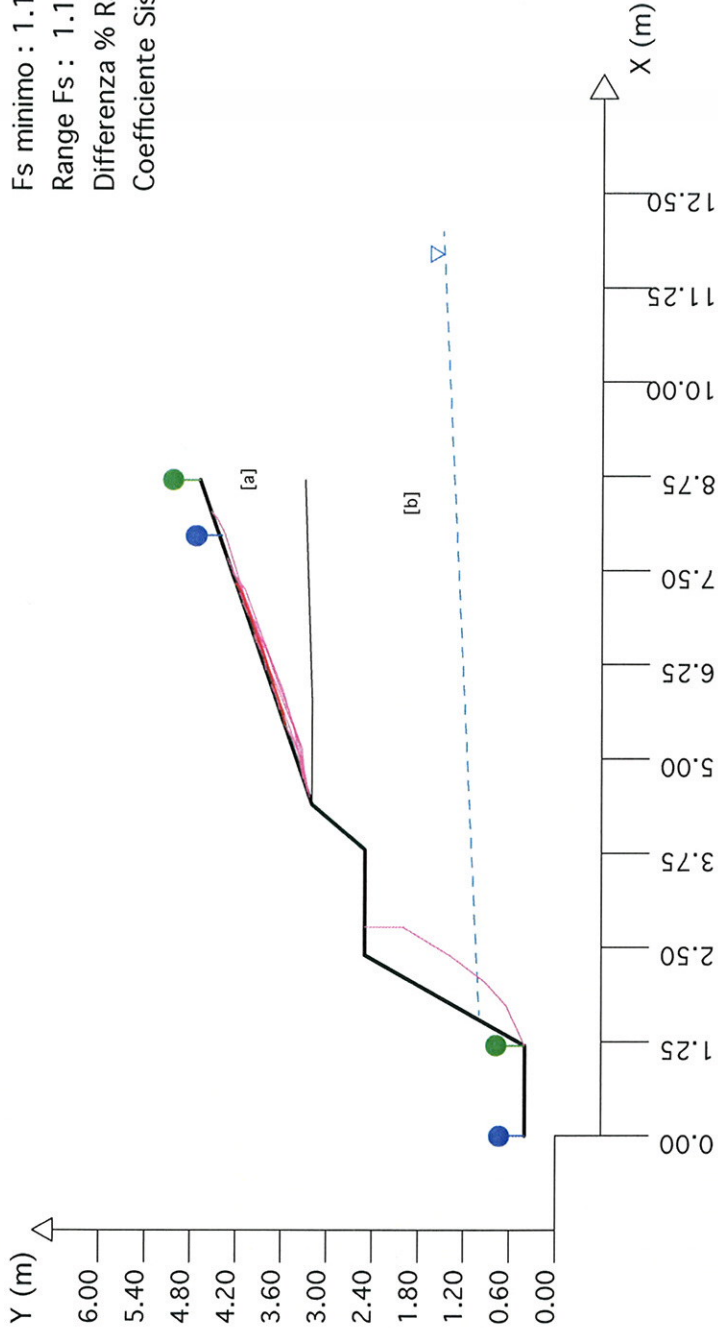
Modello di calcolo : Janbu Rigoroso (1973)

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 10000
Lunghezza media segmenti (m) : 0.3
Range X inizio generazione : 0.0 - 7.8
Range X termine generazione : 0.9 - 8.5
Livello Y minimo considerato : 0.0

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.173
Range Fs : 1.173 - 1.191
Differenza % Range Fs : 1.5
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.016



Parametri Geotecnici degli strati

orizzonte	natura	phi' (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Gamm (kN/m3)	Gamm Sat (kN/m3)	sgci (MPa)	GSI	mi
"a"	coltre	23.20	0	0	18.00	19.00	0	0	0
"b"	depositi terrazzati	27.20	6.24	0	19.00	20.00	0	0	0

Report elaborazioni

- SSAP 4.0.6 - Slope Stability Analysis Program -

File report: C:\SSAP2010\pendii\Pastorino\fronte_scavo.txt

Data: 15/12/2011

Localita' : Via dei Parasio, Comune di Albisola Superiore (SV):

Descrizione: realizzazione fabbricato abitativo - verifica di stabilità
fronte di scavo lungo sez. E-E

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	0.40	0.00	0.40	-	-	-	-
1.20	0.40	1.20	0.40	-	-	-	-
2.40	2.50	2.40	2.50	-	-	-	-
3.80	2.50	3.80	2.50	-	-	-	-
4.40	3.20	4.40	3.20	-	-	-	-
8.70	4.70	5.80	3.20	-	-	-	-
-	-	8.70	3.30	-	-	-	-

SUP FALDA

X	Y (in m)
1.60	1.00
12.00	1.50

_____ GESTIONE ACQUIFERI _____

Strati esclusi da acquifero: nessuno

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0
Coefficiente K 0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

_____ PARAMETRI GEOMECCANICI _____

STR_IDX	sgci	fi` GSI	mi	C` D	Cu	Gamm	Gamm_sat
1.543	STRATO 1	23.2	0.0	0.0	0.0	18.0	19.0
	0.00	0.0	0.0	0.0			
2.090	STRATO 2	27.2	6.24	0.0	0.0	19.0	20.0
	0.00	0.0	0.0	0.0			

Note: $\phi`$ _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
C` _____ Coesione efficace (in Kpa)
Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH)
 Per ammassi Rocciosi - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 0.4 (+/-) 50%
 RANGE ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.00 7.83
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
 RANGE ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 0.87 8.53

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)
 FORZA ORIZZONTALE ALLA TESTA (kN/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ALLA BASE (kN/m): 0.00
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.016
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv : 0.008

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.173 - Min. -	X	Y	Lambda=	1.000
		5.45	3.57		
		5.62	3.60		
		6.31	3.83		
		6.97	4.07		
		7.21	4.15		
		7.33	4.22		
Fattore di sicurezza (FS)	1.180 - N.2 --	X	Y	Lambda=	1.000
		4.60	3.27		
		5.03	3.37		
		5.64	3.59		
		5.98	3.75		
Fattore di sicurezza (FS)	1.184 - N.3 --	X	Y	Lambda=	1.000
		6.18	3.82		
		6.47	3.86		
		7.06	4.08		
		7.41	4.23		
		7.66	4.34		
Fattore di sicurezza (FS)	1.185 - N.4 --	X	Y	Lambda=	1.000
		4.49	3.23		
		5.19	3.38		
		5.61	3.51		
		5.89	3.59		
		6.57	3.85		
		7.25	4.11		
		7.47	4.27		
Fattore di sicurezza (FS)	1.185 - N.5 --	X	Y	Lambda=	1.000

			1.20	0.40	
			1.73	0.64	
			2.05	0.93	
			2.28	1.22	
			2.40	1.39	
			2.78	2.00	
			2.78	2.50	
Fattore di sicurezza (FS)	1.188	- N.6 --	X	Y	Lambda= 1.000
			5.65	3.64	
			6.11	3.75	
			6.79	3.96	
			7.15	4.15	
			7.20	4.18	
Fattore di sicurezza (FS)	1.189	- N.7 --	X	Y	Lambda= 1.000
			4.57	3.26	
			4.97	3.35	
			5.23	3.45	
			5.46	3.57	
Fattore di sicurezza (FS)	1.191	- N.8 --	X	Y	Lambda= 1.000
			6.54	3.95	
			6.74	3.98	
			7.43	4.20	
			8.00	4.38	
			8.20	4.49	
			8.27	4.55	
Fattore di sicurezza (FS)	1.191	- N.9 --	X	Y	Lambda= 1.000
			4.68	3.30	
			5.14	3.33	
			5.72	3.55	
			6.19	3.73	
			6.35	3.79	
			6.54	3.86	
			7.07	4.13	
Fattore di sicurezza (FS)	1.191	- N.10 --	X	Y	Lambda= 1.000
			4.74	3.32	
			5.40	3.44	
			5.98	3.68	
			6.27	3.81	
			6.63	3.98	

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.100

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.173	0.4	0.3	0.0	Surplus
2	1.180	0.4	0.3	0.0	Surplus
3	1.184	0.4	0.4	0.0	Surplus
4	1.185	2.0	1.7	0.1	Surplus
5	1.185	19.6	16.5	1.4	Surplus
6	1.188	0.5	0.4	0.0	Surplus
7	1.189	0.2	0.2	0.0	Surplus
8	1.191	0.7	0.6	0.1	Surplus
9	1.191	1.5	1.2	0.1	Surplus
10	1.191	0.8	0.7	0.1	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 0.0

FTR --> Forza totale Resistente rispetto alla superficie di scivolamento
(componente Orizzontale)

FTA --> Forza totale Agente rispetto alla superficie di scivolamento (componente
Orizzontale)

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI E DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON
MINOR FS

phi'	X	dx	alpha	W	ru	U
E'	c'/Cu	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)
	rho(x)	local_FS				
(m)	(kPa)	(m)	(m)	(kN/m)	(--)	(kPa)
(kN)	(--)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)
5.451	0.00	0.173	11.70	0.04	0.00	0.00
23.20	0.00	0.000	3.567	0.270	0.000	0.000
0.033	0.974	1.571				
5.624	0.00	0.176	18.35	0.08	0.00	0.00
23.20	0.00	0.013	3.616	0.296	0.005	0.002
0.019	0.974	1.571				
5.800	0.00	0.188	18.35	0.10	0.00	0.00
23.20	0.00	0.009	3.670	0.317	0.007	0.002
0.005	0.933	1.444				
5.988	0.00	0.188	18.35	0.11	0.00	0.00
23.20	0.00	0.008	3.731	0.337	0.008	0.003
0.008	0.967	1.263				
6.176	0.00	0.138	18.35	0.09	0.00	0.00
23.20	0.00	0.010	3.795	0.346	0.010	0.003
0.011	0.984	1.154				
6.314	0.00	0.188	19.75	0.12	0.00	0.00
23.20	0.00	0.012	3.844	0.350	0.011	0.004
0.001	1.001	1.136				
6.502	0.00	0.188	19.75	0.11	0.00	0.00
23.20	0.00	0.011	3.910	0.351	0.009	0.003
-0.007	1.006	1.080				
6.690	0.00	0.188	19.75	0.11	0.00	0.00
23.20	0.00	0.009	3.975	0.350	0.008	0.003
-0.006	1.019	1.011				
6.878	0.00	0.097	19.75	0.05	0.00	0.00
23.20	0.00	0.008	4.042	0.363	0.007	0.003
-0.007	1.061	0.874				
6.974	0.00	0.188	19.85	0.10	0.00	0.00
23.20	0.00	0.009	4.078	0.374	0.007	0.003
-0.004	1.152	0.825				
7.162	0.00	0.048	19.85	0.02	0.00	0.00
23.20	0.00	0.014	4.150	0.402	0.005	0.002
-0.019	1.014	0.916				
7.210	0.00	0.120	29.78	0.03	0.00	0.00
23.20	0.00	0.016	4.169	0.417	0.004	0.002
-0.028	0.989	1.383				

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace/Resistenza al taglio in condizioni non drenate
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di thrust
yt'(--): gradiente pendenza locale linea di thrust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (--) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio
ZhU et al.(2003)
