

GIOVANNI BERTAGNIN
ORDINE GEOLOGI PIEMONTE N°529
VIA ROATA 44
ENTRACQUE (CN)
NCF BRTGNN68E29A1650
PIVA 02834980043
CELL 3299242004
bertagnin@inwind.it

REPORT 114/28/11/2010
INTEGRAZ 13/7/17
Agg. 27/7/17



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI
LIMONE PIEMONTE

SPAZIO PROTOCOLLO

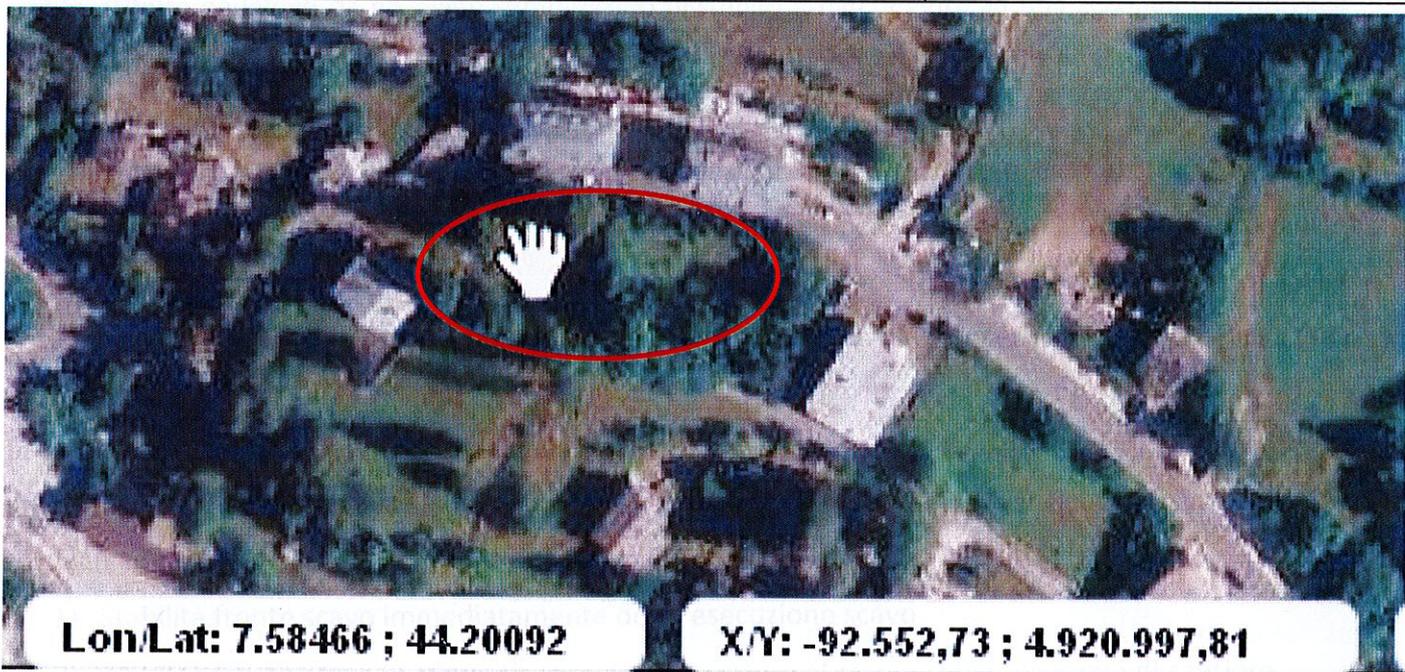
VERIFICA DI STABILITA' FRONTE DI SCAVO
PROVVISORIO E A OPERE COMPLETATE CON MURI DI
SOSTEGNO AI SENSI DM 2008 E CIRC. 02_02_2009 N. 617
INERENTE IL PROGETTO DI REALIZZAZIONE IN ZONA DI
PRGC 3/TR2/G.3 PEC IN VIA ALMELLINA

COMMITTENTE

LIM-ONE SRL
VIA ROMA 37
12100 CUNEO
P.IVA 03339840047
Tel.0171-692810

IL PROGETTISTA

Geometra
Michelangelo Maccario
via Toselli
212015 Limone Piemonte
m.maccario@gmail.com



PREMESSA

Con lettera integrativa prot. A1804A , Classificazione 11.60.10 STRPEC20, in riferimento a pratica prot. 30853 DEL 29/06/2017, avente come oggetto la **VARIANTE A PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO IN LOCALITA' VIA ALMELLINA IN AMBITO URBANISTICO 3/TR2/G3**, si richiedeva adeguamento della precedente relazione geologica al nuovo progetto presentato (in relazione alla quota piano posa fondazioni, scarpate di scavo e riporto) al fine di acquisire nuovo parere sismico.

CONSIDERAZIONI PROGETTUALI E SUI PARAMETRI GEOTECNICI (CONSIDERAZIONE SUI PARAMETRI GEOTECNICI)

Premesso che i parametri geotecnici, sismici e il rischio di sito del terreno non sono cambiati, e che gli stessi sono già stati determinati con prove penetrometriche e sismiche già verificate durante gli scavi eseguiti, segue una breve descrizione delle differenze progettuali tra il PEC presentato nel 2011, con report geologico allegato a suo tempo, e la variante oggetto di integrazione.

Sostanzialmente a livello architettonico, si è passati da una soluzione che prevedeva due grossi fabbricati a destinazione turistico-ricettiva disposti lungo Via Almellina e un fabbricato residenziale a monte, il tutto collegato da un piano seminterrato destinato a parcheggio, ad una seconda che prevede una nuova distribuzione volumetrica, più “diffusa” e costituita da fabbricati più piccoli con tipologia a “chalet” sempre organizzati su piano seminterrato destinato a box auto.

Questa soluzione, rispetto alla precedente, consente di realizzare sbancamenti meno invasivi evitando altresì la realizzazione di sistemazioni a “terrazzamenti” piuttosto che opere di sostegno altrettanto importanti.

Come visibile dalle sezioni progettuali, il piano di fondazione relativo al piano seminterrato risulta posizionato ad una quota praticamente identica, se non lievemente superiore, rispetto alla prima proposta progettuale.

In merito ai parametri geotecnici relativi al fronte di scavo questi sono stati calcolati a ritroso con il procedimento in back analysis. Successivamente sono state eseguite le verifiche di stabilità nelle seguenti condizioni:

- 1) Stabilità fronte scavo immediatamente dopo esecuzione scavo
- 2) Stabilità fronte scavo in corso d'opera da trasmettere al responsabile sicurezza di cantiere
- 3) Stabilità della scarpata a lungo termine dopo esecuzione delle opere con parametri geotecnici allo stato limite ultimo da utilizzare nella progettazione delle opere di sostegno.

Come già anticipato precedentemente i parametri geotecnici e sismici sono gli stessi utilizzati nelle verifiche di stabilità presenti nel primo report geologico redatto dallo scrivente.



ESTRATTO DA REPORT
GIA' PRODOTTO NEL 2011

Determinazione in back analysis
dei parametri geotecnici

In un sito limitrofo per un fronte di 10 m (lavoro non seguito dallo scrivente) si e' osservato un fronte di scavo stabile prossimo a 70° per questi depositi sedimentari di natura morenica sovra consolidati

Per tale tipologia di terreno a ritroso in back analisi vengono calcolati dallo scrivente parametri geotecnici prossimi a :

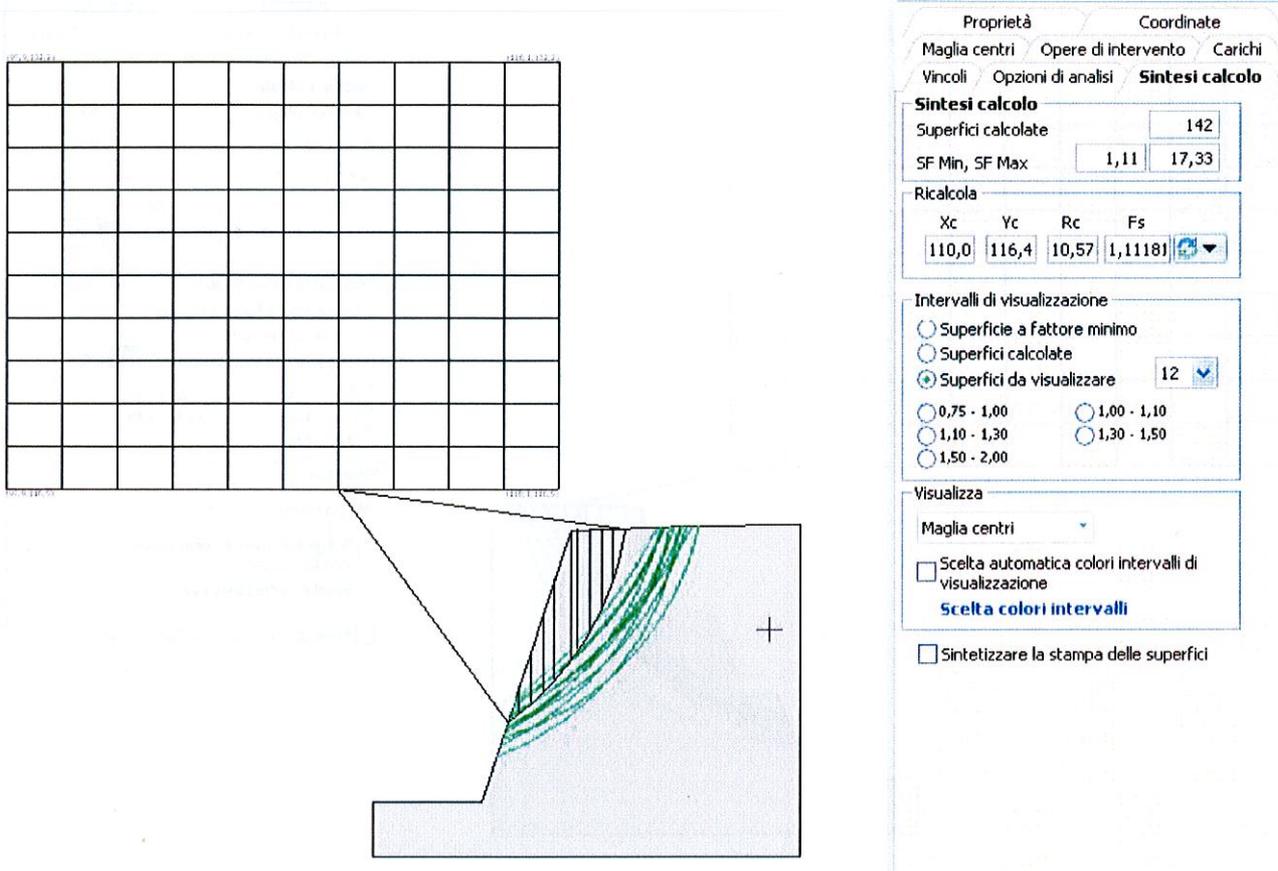
angolo di attrito $40-45^\circ$
coesione 10-20 KPa
peso di volume 1900 kg/mc
falda assente

nel sito in oggetto in condizioni molto simili a quelle indicate in foto sono stati considerati parametri piu' cautelativi

angolo di attrito 36
coesione 5 KPa
peso di volume 1900 kg/mc
falda assente

Per verifica allo stato limite ultimo in caso di saturazione prolungata con acqua la coesione deve essere considerata pari circa a zero.

VERIFICA STABILITÀ FRONTE SCAVO IMMEDIATAMENTE DOPO ESECUZIONE SCAVO

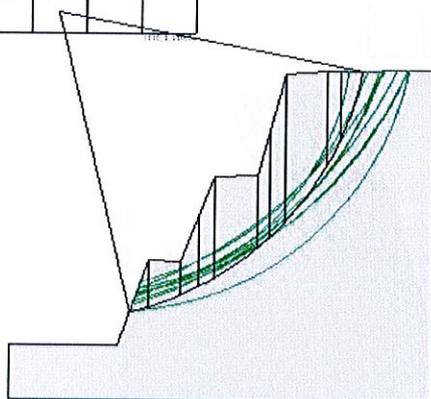
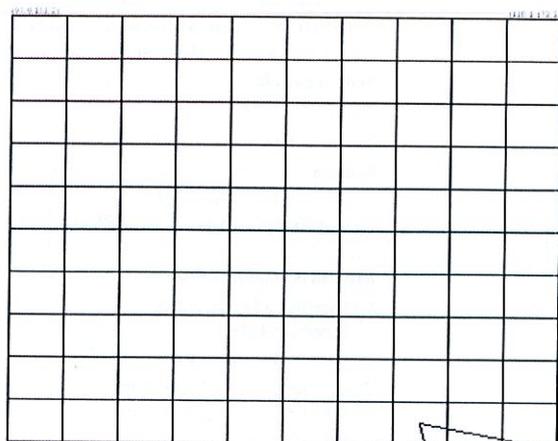


Nella figura viene evidenziata la superficie di rottura minima ritenuta accettabile. In particolare si evidenzia che appena eseguito lo scavo il fronte può avere un angolo di riposo con angolo prossimo a 70 gradi.

Per il responsabile della sicurezza visto che tale è una condizione limite si consiglia di effettuare delle gradonature ogni 3 metri avente piede di un metro al fine di ridurre anche il rischio caduta dall'alto.

Vedi pagina successiva.

VERIFICA STABILITÀ FRONTE SCAVO IN CORSO D'OPERA DA TRASMETTERE AL RESPONSABILE SICUREZZA DI CANTIERE. SOLUZIONE CONSIGLIATA ANCHE AI SENSI DM 2008 ART.6.2.4



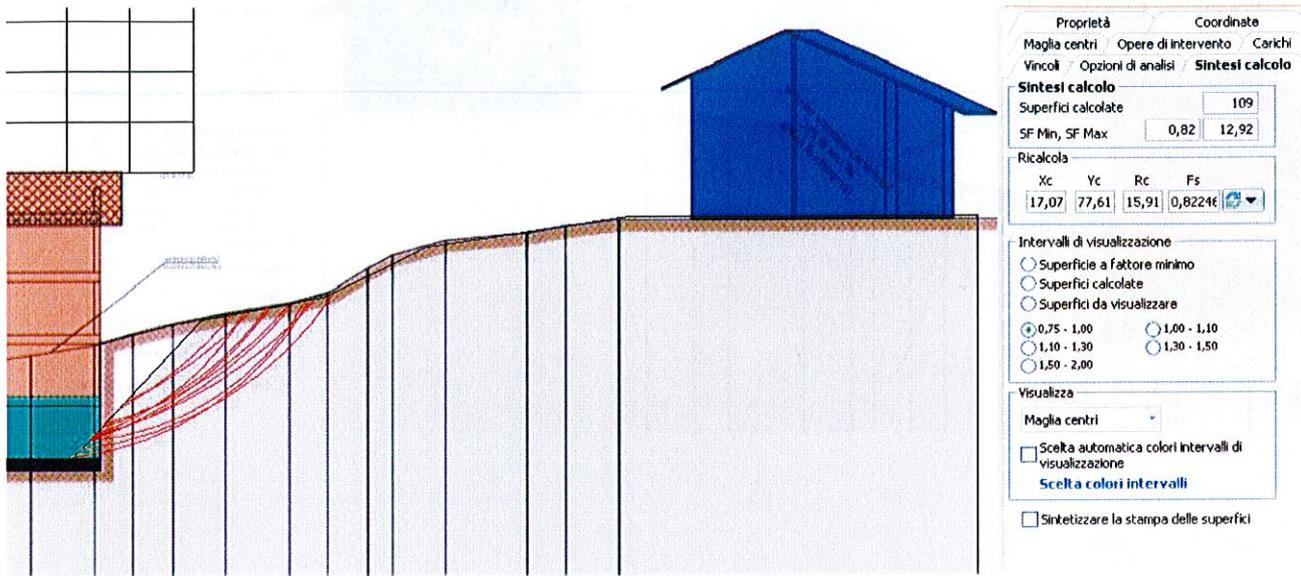
Proprietà		Coordinate	
Maglia centri		Opere di intervento	
Vincoli		Opzioni di analisi	
Sintesi calcolo			
Superfici calcolate		65	
SF Min, SF Max		1,35	4,03
Ricalcola			
Xc	Yc	Rc	Fs
113,0	117,2	11,39	1,3524
Intervalli di visualizzazione			
<input type="radio"/> Superficie a fattore minimo			
<input type="radio"/> Superfici calcolate			
<input checked="" type="radio"/> Superfici da visualizzare			
		10	
<input type="radio"/> 0,75 - 1,00		<input type="radio"/> 1,00 - 1,10	
<input type="radio"/> 1,10 - 1,30		<input type="radio"/> 1,30 - 1,50	
<input type="radio"/> 1,50 - 2,00			
Visualizza			
Maglia centri			
<input type="checkbox"/> Scelta automatica colori intervalli di visualizzazione			
Scelta colori intervalli			
<input type="checkbox"/> Sintetizzare la stampa delle superfici			

Per le fasi di scavo si consiglia di gradonare la scarpata con gradoni di 1 metro con altezza 3 metri e angolo scarpata prossimo a 60°
 In queste condizioni la stabilità del fronte è verificata con fattore di sicurezza 1.35

Consigliato per gli scavi non superare altezze per un fronte unico intorno a 3 – 3,5 m.. con angolo di riposo massimo di 60°

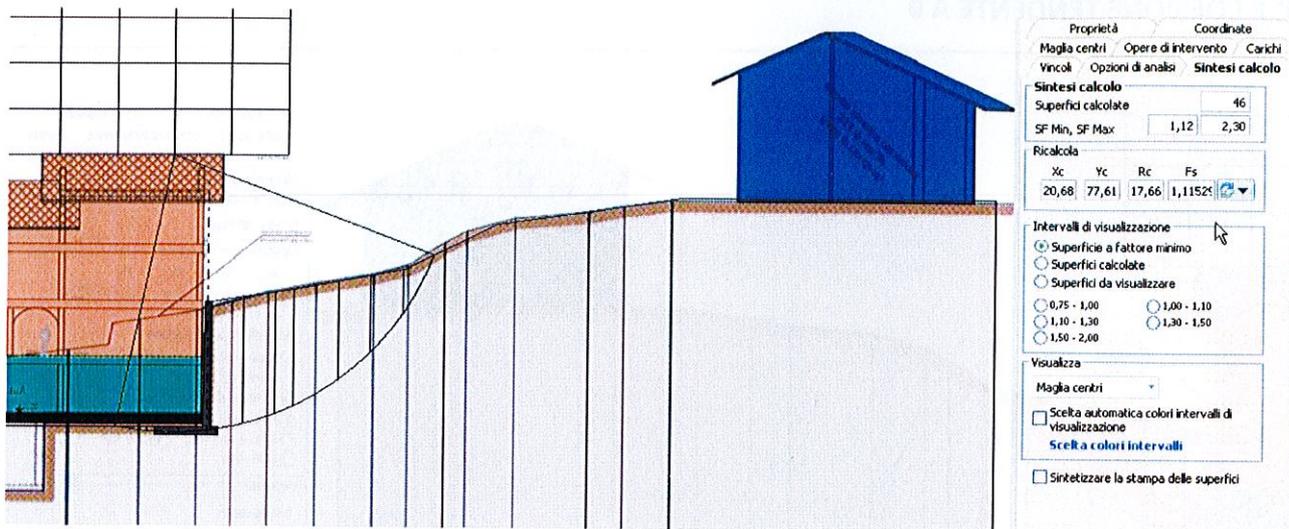
Da concordare le scelte operative per lo scavo con il responsabile della sicurezza ed eventuale nomina di direttore operativo di cantiere con specifiche competenze anche ai sensi del dm 2008 art. 6.2.4

VERIFICA STABILITÀ DELLA SCARPATA A LUNGO TERMINE (SLU) DOPO ESECUZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO CON PARAMETRI GEOTECNICI ALLO STATO LIMITE ULTIMO CON ANGOLO DI ATTRITO DI 35° E COESIONE TENDENTE A 0



In relazione a questa sezione di calcolo viene evidenziato il volume di terreno che spinge contro il muro che dovrà essere verificato dall'ingegnere incaricato. Senza muro si evidenzia che il versante non è stabile allo stato limite ultimo.

VERIFICA DI STABILITÀ ALLO STATO LIMITE ULTIMO CON ANGOLO DI
ATTRITO DI 35° E COESIONE TENDENTE A 0 CON INSERIMENTO DEL MURO



Con inserimento del muro e con parametri geotecnici molto ridotti il versante viene verificato allo stato limite ultimo come prescritto da normativa.

CONCLUSIONI

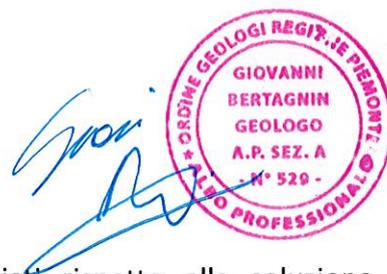
Sulla base di quanto precedentemente esposto si può affermare che:

- I parametri geotecnici e sismici del sito non sono cambiati rispetto alla soluzione precedente
- La quota del piano di fondazione dei nuovi edifici in progetto risulta identica se non lievemente superiore rispetto alla soluzione precedente
- La nuova soluzione progettuale risulta meno invasiva rispetto alla precedente relativamente a scavi di sbancamento / opere di sostegno.
- Per gli scavi aperti, le verifiche di stabilità risultano soddisfatte consigliato al responsabile della sicurezza di seguire gli scavi o di nominare un direttore operativo scavi con specifiche competenze anche ai sensi dm 2008 art 6.2.4 . Consigliato non superare altezze del fronte di 3-3.5m e angolo di riposo prossimo a 60°.
- Le verifiche di stabilità dei versanti (SLU) con utilizzo dei parametri geotecnici allo stato limite ultimo e con inserimento muro di sostegno sono soddisfatte.

Cuneo 27/7/17



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Giovanni Bertagnin".





ALLEGATO
RELAZIONE DI CALCOLO ESTRATTO DA SOFTWARE
GEOSTRU

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

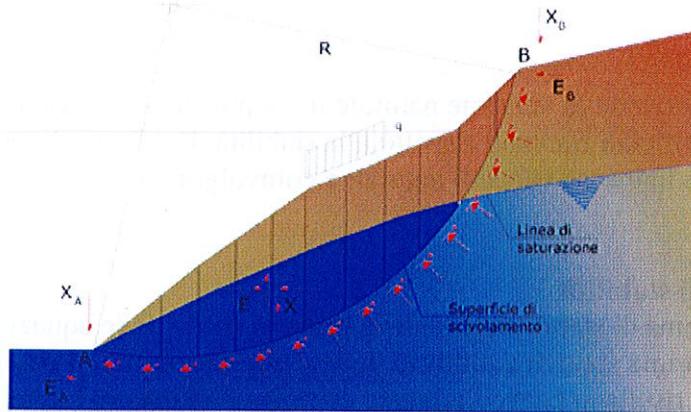
Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei concetti

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concetti. Se il numero dei concetti è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concetto;
- n valori delle forze di taglio alla base del concetto T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei concetti;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concetti;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

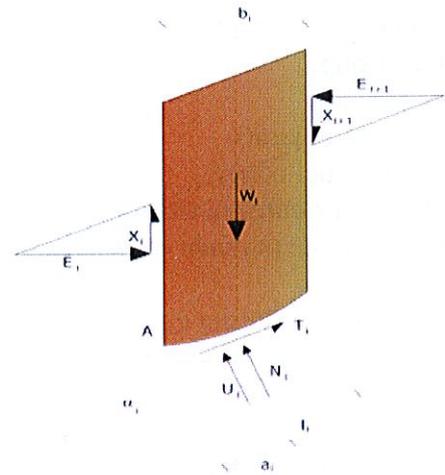
Metodo di Bishop

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.



Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W peso concio;
- K_x coefficiente sismico orizzontale;
- K_y coefficiente sismico verticale.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP

Zona	limone piemonte via almellina
Lat./Long.	44,2016462694735/7,5856935086384
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-8,22 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	77,61 m
Ascissa vertice destro superiore xs	27,91 m
Ordinata vertice destro superiore ys	106,77 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

B

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,35	2,52	0,2
S.L.D.	50,0	0,49	2,49	0,23
S.L.V.	475,0	1,4	2,48	0,29
S.L.C.	975,0	1,84	2,49	0,3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,42	0,18	0,0077	0,0039
S.L.D.	0,588	0,18	0,0108	0,0054
S.L.V.	1,68	0,24	0,0411	0,0206
S.L.C.	2,208	0,24	0,054	0,027

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,041

Coefficiente azione sismica verticale

0,021

Vertici profilo

N	X m	y m
1	3,82	60,32
2	23,09	60,32
3	23,09	68,32
4	28,33	69,16
5	35,31	70,43
6	41,22	73,39
7	52,85	75,08
8	58,34	75,08
9	72,71	75,08

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====
=====
Tangente angolo di resistenza al taglio

1,25

Coesione efficace

1,25

Coesione non drenata

1,4

Riduzione parametri geotecnici terreno

Si

=====
=====

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strat o	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/ cm ³)	Litologia	
1	0,05	0	35	1800	1900	0,00	Argilla con ghiaia	

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m ³)
1	23,0	60,3	3	0,5	8	0,35	0,5	2000

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,12
Ascissa centro superficie	20,68 m
Ordinata centro superficie	77,61 m
Raggio superficie	17,66 m

(ID=3) xc = 20,685 yc = 77,613 Rc = 17,663 Fs=1,115

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,01	-8,4	2,03	645,52	26,47	13,56	0,04	29,3	0,0	804,9	1030,4
2	2,01	-1,8	2,01	1298,04	53,22	27,26	0,04	29,3	0,0	1339,6	1267,8
3	2,02	4,7	2,03	11921,06	488,76	250,34	0,04	29,3	0,0	11475,5	5900,6
4	2,0	11,3	2,04	29513,23	1210,04	619,78	0,04	29,3	0,0	27457,0	13202,6
5	2,01	18,1	2,12	28923,86	1185,88	607,4	0,04	29,3	0,0	26284,6	12691,2
6	1,18	23,6	1,29	16209,97	664,61	340,41	0,04	29,3	0,0	14595,2	7083,3
7	2,84	31,1	3,32	35643,4	1461,38	748,51	0,04	29,3	0,0	32122,9	15749,7
8	2,01	40,8	2,66	20473,11	839,4	429,94	0,04	29,3	0,0	18859,9	9477,1
9	2,01	50,2	3,14	14449,84	592,44	303,45	0,04	29,3	0,0	13785,4	7318,1
10	2,01	62,3	4,33	6137,62	251,64	128,89	0,04	29,3	0,0	5624,9	3979,2