

DISCARICA CA' LUCIO MODIFICA NON SOSTANZIALE



INDICE	DATA	PROGETTO ESECUTIVO	DISEGN.	CONTR.	Gara
MODIFICHE			APPROV.		

RELAZIONE GEOTECNICA E VERIFICHE DI STABILITÀ'

COMMITTENTE

Marche Multiservizi S.p.A.

via dei Canonici 144, 61122 Pesaro
C.F./P.IVA/Reg. Imp. PU 02059030417

dott. ing. Franco Macor



SCALA:

ELABORATO:

A.1

PROGETTO:

Studio di ingegneria civile e idraulica - dott. ing. Enrico Gara

via Barcaglione n°1 - 60015 Falconara (AN) - tel. 071 910010 +39 335 7781984 email enrigar@tin.it

Agosto 2017



IMPIANTO DI SMALTIMENTO RIFIUTI NON PERICOLOSI

SITO IN LOCALITÀ CA' LUCIO DI URBINO (PU)

PROGETTO ESECUTIVO

MODIFICA NON SOSTANZIALE

RELAZIONE GEOTECNICA E

VERIFICHE DI STABILITÀ

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	7
4. VERIFICHE DI STABILITA'	9

1. PREMESSA

Le verifiche di stabilità della discarica sono state condotte in accordo ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 (“Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”), esaminando quindi gli scenari previsti ed adottando ipotesi e metodologie di calcolo conformi.

Si sono prese come ipotesi di calcolo:

- ✓ le caratteristiche geometriche del pendio;
- ✓ la stratigrafia rilevata;
- ✓ una superficie critica (vedi sezione allegata);
- ✓ i parametri meccanici dei terreni, dei rifiuti e dei terreni di copertura, riportati nello schema allegato.

Sono stati ricavati valori del coefficiente di sicurezza, per le superficie teoriche (vedi tav. allegate), superiori al valore di 1,1 previsto nelle nuove norme (D.M. 14 gennaio 2008) come coefficiente minimo di resistenza per la verifica allo scorrimento, secondo la metodologia degli Stati Limiti Ultimi.

La verifica della stabilità globale è stata effettuata secondo l’Approccio 1, combinazione (A2+M2+R2).

La sezione critica di verifica corrisponde alla sezione C di progetto sulla quale si sono distinti:

- ✓ Il vecchio corpo di rifiuti
- ✓ Il banco di rifiuti attualmente in coltivazione considerato fino alle quote del progetto di variante
- ✓ La copertura definitiva della discarica ipotizzata con 1 metro di copertura di terreno vegetale

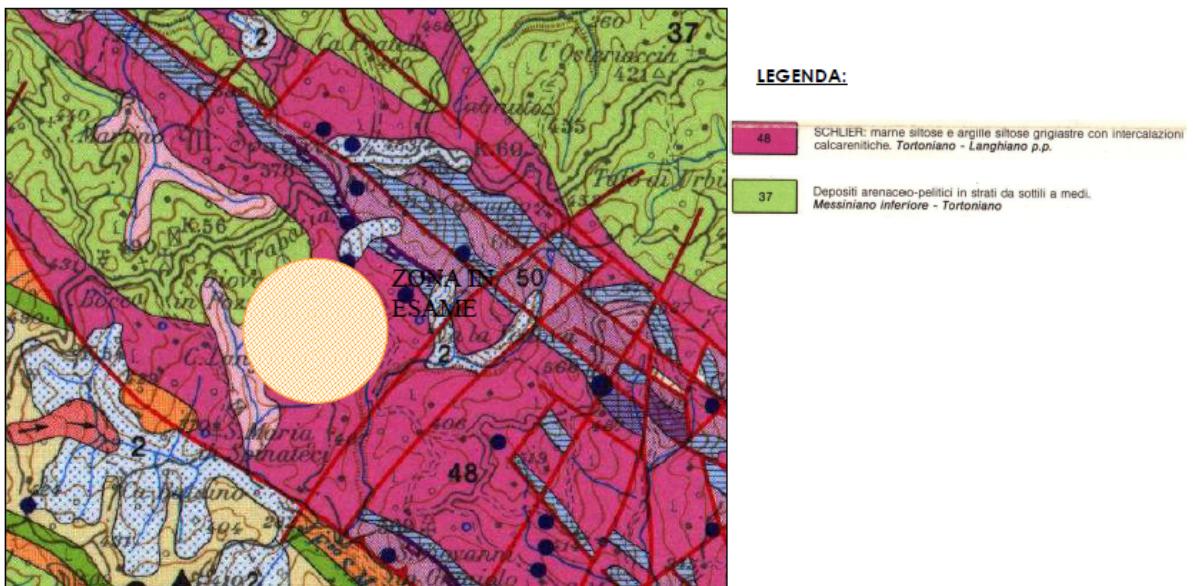
Le verifiche sono state fatte in assenza di falda e con livello di falda coincidente con il piano campagna, come situazione più critica.

Le caratteristiche geotecniche dei vari strati sono state riprese dalla relazione geotecnica del progetto di ampliamento del 2009.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La discarica esistente è ubicata in una zona con presenza dei terreni arenacei e pelitici, in strati evidenti ed alternati, appartenenti alla formazione marina della Marnoso-Arenacea Marchigiana.

L’ammasso roccioso, riconducibile alle facies deposizionali della Marnoso-Arenacea Marchigiana, risulta affiorante in corrispondenza delle scarpate antropiche



L’assetto geologico complessivo dell’area della discarica, è strettamente collegato alla struttura deposizionale tipica della fascia appenninica umbro-marchigiana.

L’area della discarica ed il suo intorno sono caratterizzate dalla presenza dei sedimenti marini facenti parte della Marnoso-Arenacea e dello Schlier.

L’alternanza degli strati pelitici ed arenacei, questi ultimi variamente cementati e degradati, che rende riconoscibile la formazione della Marnoso-Arenacea, è chiaramente visibile in affioramento su tre punti

posti nei pressi del perimetro dell’attuale discarica. La giacitura degli strati, valutata in detti affioramenti, descrive un assetto strutturale sostanzialmente monoclinalico con immersione dei giunti ad ovest, nord-ovest ed inclinazione mediamente pari a circa 15°.

La sottostante formazione marina dello Schlier non è stata riconosciuta in affioramento. Il limite con la Marnoso Arenacea è stato quindi dedotto sulla base degli elementi geomorfologici, definiti dal differente grado di possibile erosione delle rocce che compongono le due distinte unità litostratigrafiche.

L'ammasso roccioso delle formazioni marine di base e di norma alterato e fratturato nella zona di tetto con due ordini di piani di discontinuità presenti, fra loro approssimativamente ortogonali, rispettivamente dati dai giunti di strato e dai piani di rottura, questi ultimi perpendicolari alla stratificazione.

L'alterazione dei corpi litoidi è dovuta essenzialmente all'esposizione con gli agenti esogeni che comporta una degradazione dello stato fisico e della consistenza meccanica della roccia.

Al di sopra di queste due diverse formazioni marine, lungo i versanti, è riconoscibile la coltre detritica di copertura del deposito colluviale, avente uno spessore significativo alle quote topografiche minori; mentre sulla sommità dei rilievi e nelle zone di alto morfologico, il substrato roccioso risulta sub-affiorante, ovvero e coperto solo da un orizzonte di terreno vegetale di spessore contenuto.

Sul colmo della collina posta ad ovest della discarica, ad una quota assoluta approssimativamente pari a circa 390÷400 m, si nota che il terreno agricolo lavorato mette in luce i blocchi argillosi e marnosi appartenenti al substrato roccioso.

Lungo i versanti, laddove il rilievo geomorfologico ha evidenziato la presenza di dissesti gravitativi, anche se solo superficiali, si è ritenuto di dettagliare una unità geologica e litotecnica la cui formazione deriva dai processi di degradazione dei pendii.

In corrispondenza delle incisioni vallive che formano il reticolo idrografico minore, si forma invece un accumulo detritico a seguito dei processi di trasporto e sedimentazione delle acque correnti superficiali.

In sintesi, così come emerge dalle osservazioni dirette di campo e dalle indagini geognostiche e geofisiche, la successione stratigrafica presente nella zona in esame può essere così schematizzata:

1. RIFIUTI E TERRENO DI RIPORTO: cartografati nell'area di discarica, includono il lotto attualmente in coltivazione, quello ultimato e le sistemazioni finali (argini di confinamento) a valle della discarica.
2. DETRITO DI FONDO VALLE: è presente in corrispondenza delle incisioni di fondo valle che si sono formate per l'azione di erosione e sedimentazione dei corpi idrici, appartenenti al reticolo idrografico minore. Essi sono costituiti in prevalenza da terreno argilloso, limoso, sabbioso.
3. DETRITO DI VERSANTE: si distingue dal deposito colluviale perché associato esclusivamente all'accumulo detritico derivante dai processi di degradazione dei pendii per fenomeni gravitativi
4. DEPOSITO COLLUVIALE: con tale unità si definisce la coltre detritica di copertura, argilloso sabbiosa, di genesi recente, il cui accumulo caratterizza le superfici di versante. In particolare alle quote topografiche minori.
5. FORMAZIONE MARNOSO ARENACEA: si osserva in affioramento in alcune scarpate poste nell'immediato intorno della discarica. Essa appare nettamente stratificata, caratterizzata da strati il cui spessore è approssimativamente pari a circa 6÷10 cm, formati da litotipi argillosi, marnosi ed arenacei, questi ultimi variamente cementati, fra loro alternati. In corrispondenza degli orizzonti di tetto, in affioramento, la formazione marnoso arenacea appare alterata per esposizione ad agenti esogeni e fratturata a seguito degli stress tettonici subiti.
6. FORMAZIONE DELLO SCHLIER: è composta da marne, marne argillose ed argille marnose in strati sottili e medi. Nell'area coperta dal rilievo geologico e geomorfologico non risulta visibile in affioramento. La distribuzione spaziale di tale unita litostratigrafica è stata ricostruita sulla base dell'assetto morfologico e tenendo in considerazione quanto pubblicato nella cartografia geologica.

Le unità geo litologiche di cui ai punti 5 e 6 si caratterizzano per un aspetto massivo, litoide, generalmente compatto: salvo che negli orizzonti di tetto, dove la roccia si presenta alterata e fratturata.

In generale, quindi, le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dell’ammasso roccioso che compone il substrato marino, risultano ottimali con valori di resistenza e di portanza sempre molto alti, soprattutto in corrispondenza degli orizzonti meno superficiali.

3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

L’assetto geologico e lito tecnico dei terreni presenti sul sito in esame puo essere schematicamente descritto nei seguenti punti:

12.1.a) RIFIUTI E TERRENO DI RIPORTO: cartografati nell’ area di discarica, includono il lotto attualmente in coltivazione, quello ultimato e le sistemazioni finali (argini di confinamento) a valle della discarica. Di spessore estremamente variabile, questa unita litotecnica presenta scarse caratteristiche geotecniche di resistenza e di portanza.

12.1.b) DEPOSITO COLLUVIALE: con tale unita si definisce la coltre detritica di copertura, argilloso sabbiosa, di genesi recente, il cui accumulo caratterizza le superfici di versante. Gli spessori risultano anche in questo caso piuttosto variabili. All’interno dell’ambito dell’attuale discarica si valuta che sia presente, al di sotto del profilo di fondo, con spessori variabili da un minimo di circa 3,0÷3,5 m ad un massimo di circa 10÷15 m. Questa unita litotecnica presenta, generalmente, caratteristiche geotecniche non ottimali. Sul rilievo collinare posto nel settore occidentale dell’ attuale discarica, in parte interessato dall’ intervento di ampliamento, la coltre colluviale risulta assente in quanto, come indicato anche in precedenza, la formazione marina marnoso arenacea e affiorante.

12.1.c) FORMAZIONE MARNOSO ARENACEA: si osserva in affioramento in alcune scarpate poste nell’immediato intorno della discarica. Essa appare nettamente stratificata, caratterizzata da strati il cui spessore è approssimativamente pari a circa 6÷10 cm, formati da litotipi argillosi, marnosi ed arenacei, questi ultimi variamente cementati, fra loro alternati. In corrispondenza degli orizzonti di tetto, in affioramento, la formazione marnoso arenacea appare alterata per esposizione ad agenti esogeni e fratturata a seguito degli stress tettonici subiti. Le caratteristiche geotecniche sono generalmente buone, divengono ottime con l’ aumentare della profondità che implica una diminuzione del grado di alterazione e della fratturazione.

12.1.d) FORMAZIONE DELLO SCHLIER: è composta da marne, marne argillose ed argille marnose in strati sottili e medi. Nell' area coperta dal rilievo geologico e geomorfologico non risulta visibile in affioramento. La distribuzione spaziale di tale unita litostratigrafica è stata ricostruita sulla base dell' assetto morfologico e tenendo in considerazione quanto pubblicato nella cartografia geologica. Si trova in posizione stratigrafica sottostante rispetto la formazione della marnoso arenacea e presenta uno spessore complessivo molto elevato. Le caratteristiche geotecniche sono generalmente ottime benché, anche in questo caso, influenzate, localmente, dal grado di alterazione e fratturazione che comporta una diminuzione della continuità dell'ammasso litoide e, quindi, del grado di compattezza.

UNITÀ LITO TECNICA	Peso di volume in g/cm ³	Angolo di attrito (ϕ')	Coesione (c') in kg/cm ²	Resistenza alla compressione in kg/cm ²	Coesione non drenata (c_u) in kg/cm ²
Rifiuti	1,0÷1,2	22°÷27°	0,04÷0,05	#	#
Deposito colluviale	1,9÷2,0	20°÷25°	0,01÷0,03	#	0,5÷0,8
Formazione marina marnoso arenacea	2,0	25°÷30°	0,3÷0,4	50÷200 ¹	#

(1) Il valore stimato in prima approssimazione dipende dal grado di alterazione e di fratturazione dell'ammasso litoide.

4. VERIFICHE DI STABILITÀ'

Relazione di calcolo

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.

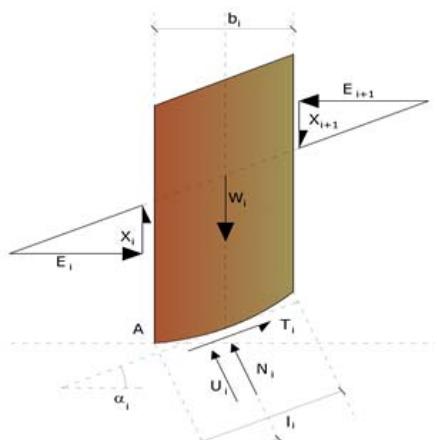
Metodo di Bishop (1955)

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:

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

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



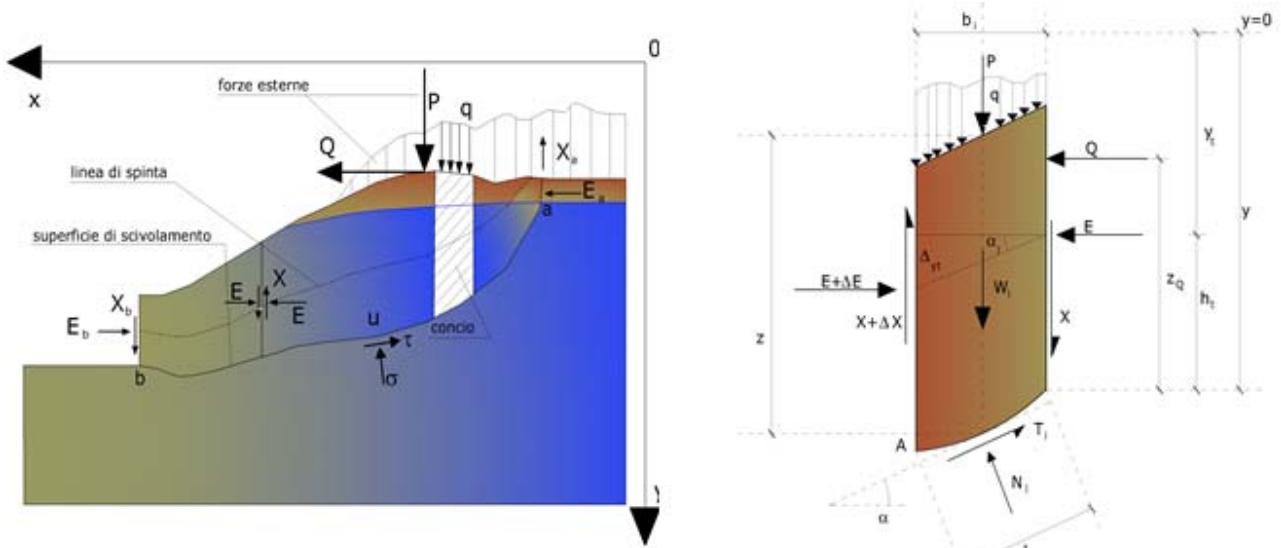
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi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

Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

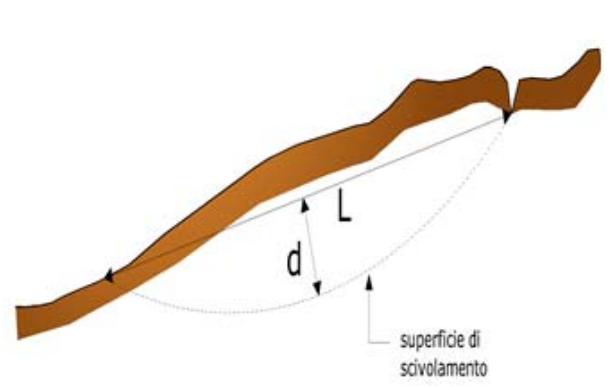
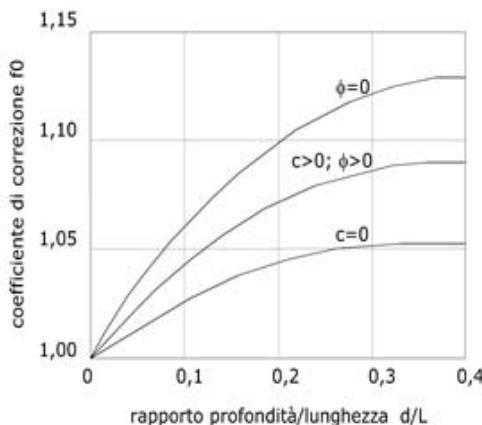


Azioni sul concio i -esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

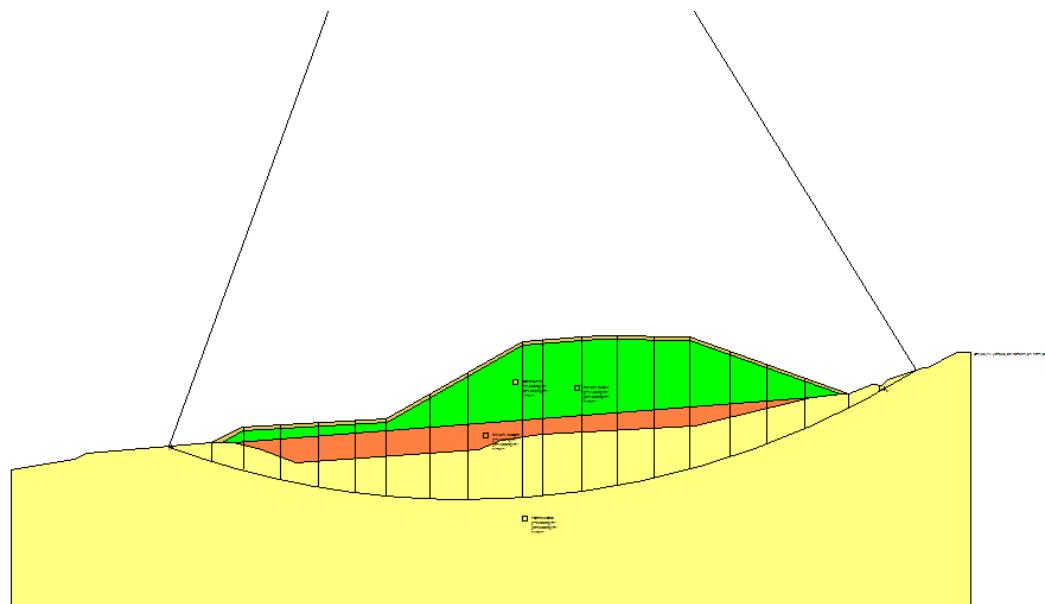
Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



**VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE
METODO DI BISHOP
FS = 4,0**


Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43,613011/12,713512
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	136,2 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	132,31 m
Ascissa vertice destro superiore xs	176,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	154,3 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,56	2,46	0,27
S.L.D.	50,0	0,7	2,44	0,29
S.L.V.	475,0	1,71	2,45	0,33
S.L.C.	975,0	2,22	2,48	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,84	0,2	0,0171	0,0086
S.L.D.	1,05	0,2	0,0214	0,0107
S.L.V.	2,4687	0,24	0,0604	0,0302
S.L.C.	3,0261	0,28	0,0864	0,0432

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,017
 Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	79,26	56,82
7	128,99	59,84
8	175,5	86,34
9	195,92	88,02
10	202,93	88,23
11	233,31	88,06
12	287,71	68,25
13	295,84	71,83
14	299,22	71,16
15	301,22	73,42
16	313,14	77,16
17	314,89	77,16
18	324,85	82,66
19	329,81	82,79

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	72,68	51,64
8	79,62	55,64
9	129,34	58,66
10	175,86	85,16
11	195,98	86,82
12	202,94	87,03
13	233,1	86,86
14	284,92	68,2
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	76,58	51,69
9	275,06	67,3
10	285,5	68,25
11	287,71	68,25
12	295,84	71,83
13	299,22	71,16
14	301,22	73,42
15	313,14	77,16
16	314,89	77,16
17	324,85	82,66
18	329,81	82,79

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	86,17	49,16
9	97,78	44,7
10	160,6	49,37
11	168,22	52,54
12	182,13	54,67
13	234,72	57,26
14	275,06	67,3
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79

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

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso satura (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	

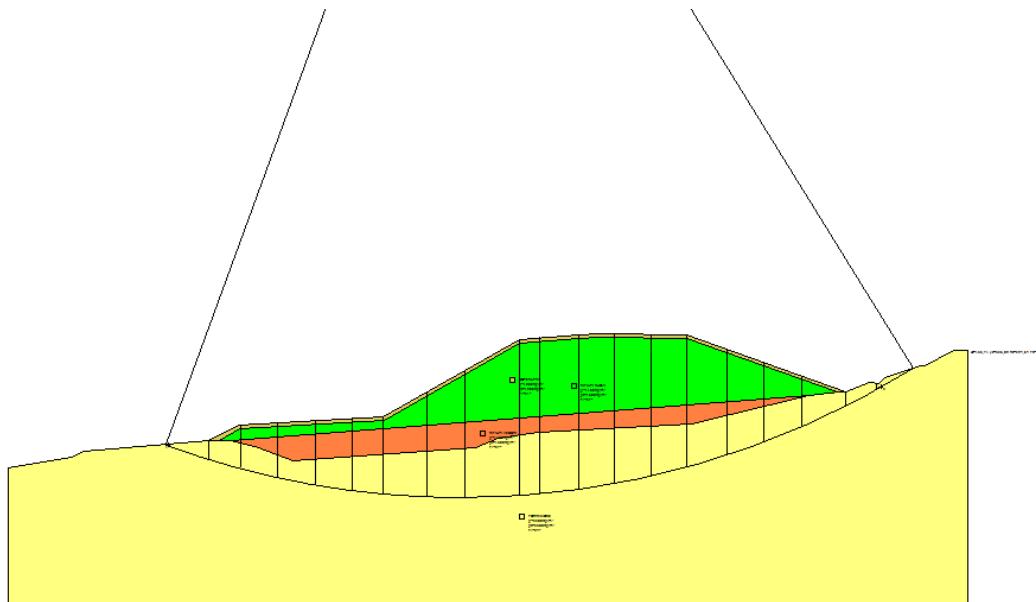
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	4,0
Ascissa centro superficie	155,71 m
Ordinata centro superficie	326,89 m
Raggio superficie	294,64 m

xc = 155,713 yc = 326,892 Rc = 294,639 Fs=4,002

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	14,97	-18,6	15,79108461,8	1843,85	976,16	0,06	24,0	0,0119744,9	15690,1		
2	10,72	-16,0	11,15233063,2	3962,08	2097,57	0,06	24,0	0,0250951,4	29590,5		
3	12,84	-13,6	13,21367692,3	6250,77	3309,23	0,06	24,0	0,0389348,8	45297,5		
4	12,84	-11,1	13,09397031,2	6749,53	3573,28	0,06	24,0	0,0413975,9	48018,1		
5	12,84	-8,5	12,99484222,3	8231,78	4358,0	0,06	24,0	0,0498279,8	57382,2		
6	10,62	-6,2	10,68454574,9	7727,77	4091,17	0,06	24,0	0,0463098,6	53123,3		
7	15,06	-3,7	15,09775805,5	13188,69	6982,25	0,06	24,0	0,0783297,6	89407,4		
8	12,84	-1,0	12,84804739,8	13680,58	7242,66	0,06	24,0	0,0806499,4	91651,3		
9	18,61	2,0	18,621406702,0	23913,94	12660,32	0,06	24,0	0,01401941,0158762,0			
10	7,08	4,5	7,1585617,5	9955,5	5270,56	0,06	24,0	0,0582232,8	65839,6		
11	13,34	6,5	13,431099736,0	18695,51	9897,62	0,06	24,0	0,01092771,0123588,1			
12	12,34	9,1	12,49987721,8	16791,27	8889,5	0,06	24,0	0,0982470,1	111176,4		
13	12,84	11,5	13,11971494,2	16515,4	8743,45	0,06	24,0	0,0969132,4	109784,3		
14	12,22	14,0	12,59855071,6	14536,22	7695,65	0,06	24,0	0,0857095,8	97242,7		
15	13,47	16,6	14,06827075,4	14060,28	7443,68	0,06	24,0	0,0834827,6	94984,7		
16	12,84	19,3	13,61646172,8	10984,94	5815,56	0,06	24,0	0,0658357,3	75284,7		
17	12,84	22,0	13,85488028,6	8296,49	4392,26	0,06	24,0	0,0502903,2	58026,1		
18	15,25	25,0	16,82333744,7	5673,66	3003,7	0,06	24,0	0,0348924,8	41341,3		
19	10,43	27,8	11,79100829,4	1714,1	907,46	0,06	24,0	0,0106762,6	13645,4		
20	12,84	30,4	14,8852310,64	889,28	470,8	0,06	24,0	0,055686,4	8426,4		

**VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE – FALDA PIANO CAMPAGNA
METODO DI BISHOP
FS = 3,98**


Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43,613011/12,713512
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	136,2 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	132,31 m
Ascissa vertice destro superiore xs	176,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	154,3 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

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	C	
			T1	F0 [-]
S.L.O.	30,0	0,56		2,46
S.L.D.	50,0	0,7		2,44
S.L.V.	475,0	1,71		2,45
S.L.C.	975,0	2,22		2,48

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni			
	S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]
S.L.O.	0,84	0,2		0,0171
S.L.D.	1,05	0,2		0,0214
S.L.V.	2,4687	0,24		0,0604
S.L.C.	3,0261	0,28		0,0864

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,017
Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	79,26	56,82
7	128,99	59,84
8	175,5	86,34
9	195,92	88,02
10	202,93	88,23
11	233,31	88,06
12	287,71	68,25
13	295,84	71,83
14	299,22	71,16
15	301,22	73,42
16	313,14	77,16
17	314,89	77,16
18	324,85	82,66
19	329,81	82,79

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,01
2	0,0	42,13
3	22,07	46,14
4	26,33	47,84
5	69,13	51,62
6	79,26	56,81
7	128,99	59,83
8	175,5	86,33
9	195,92	88,01
10	202,93	88,22
11	233,31	88,05
12	287,71	68,24
13	295,84	71,82
14	299,22	71,15
15	301,22	73,41
16	313,14	77,15
17	314,89	77,15
18	324,85	82,65
19	329,81	82,78

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	72,68	51,64
8	79,62	55,64
9	129,34	58,66
10	175,86	85,16
11	195,98	86,82
12	202,94	87,03
13	233,1	86,86
14	284,92	68,2
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	76,58	51,69
9	275,06	67,3
10	285,5	68,25
11	287,71	68,25
12	295,84	71,83
13	299,22	71,16
14	301,22	73,42
15	313,14	77,16
16	314,89	77,16
17	324,85	82,66
18	329,81	82,79

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	86,17	49,16
9	97,78	44,7
10	160,6	49,37
11	168,22	52,54
12	182,13	54,67
13	234,72	57,26
14	275,06	67,3
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

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

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	

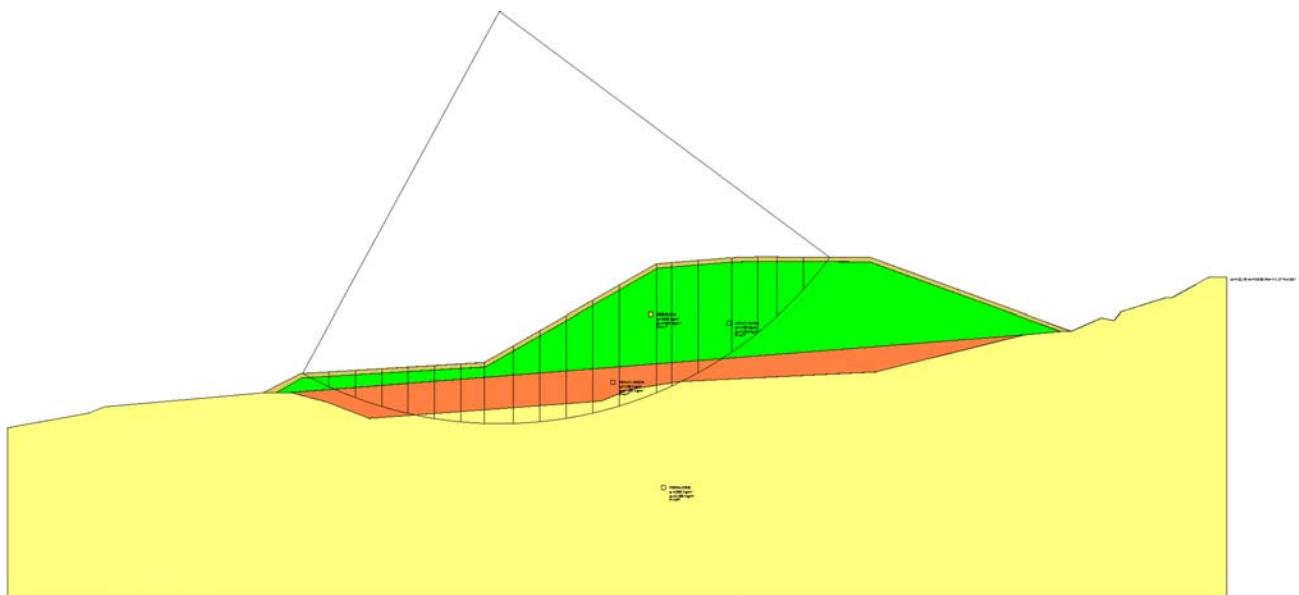
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	3,98
Ascissa centro superficie	155,71 m
Ordinata centro superficie	326,89 m
Raggio superficie	294,64 m

$$xc = 155,713 \quad yc = 326,892 \quad Rc = 294,639 \quad Fs=3,976$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	14,97	-18,6	15,79113373,6	1927,35	1020,36	0,06	24,0	0,0125166,9	16398,6		
2	10,72	-16,0	11,15245604,5	4175,28	2210,44	0,06	24,0	0,0264488,1	31297,3		
3	12,84	-13,6	13,21398003,1	6766,05	3582,03	0,06	24,0	0,0421482,9	49188,2		
4	12,84	-11,1	13,09438505,5	7454,59	3946,55	0,06	24,0	0,0457247,5	53173,4		
5	12,84	-8,5	12,99529318,2	8998,41	4763,86	0,06	24,0	0,0544718,9	62952,7		
6	10,62	-6,2	10,68494082,3	8399,4	4446,74	0,06	24,0	0,0503372,6	57976,0		
7	15,06	-3,7	15,09845702,6	14376,95	7611,32	0,06	24,0	0,0853897,6	97890,1		
8	12,84	-1,0	12,84884166,4	15030,83	7957,5	0,06	24,0	0,0886107,9	101157,3		
9	18,61	2,0	18,621549122,0	26335,08	13942,1	0,06	24,0	0,01543849,0175677,2			
10	7,08	4,5	7,1645528,3	10973,98	5809,75	0,06	24,0	0,0641769,0	72931,3		
11	13,34	6,5	13,431212542,0	20613,22	10912,88	0,06	24,0	0,01204787,0136929,0			
12	12,34	9,1	12,491090904,0	18545,37	9818,14	0,06	24,0	0,01085011,0123376,2			
13	12,84	11,5	13,111075034,0	18275,58	9675,31	0,06	24,0	0,01072306,0122045,9			
14	12,22	14,0	12,59949165,3	16135,81	8542,49	0,06	24,0	0,0951293,4	108418,3		
15	13,47	16,6	14,06917020,2	15589,34	8253,18	0,06	24,0	0,0925485,4	105749,4		
16	12,84	19,3	13,61710015,9	12070,27	6390,14	0,06	24,0	0,0723292,4	83041,9		
17	12,84	22,0	13,85529610,6	9003,38	4766,5	0,06	24,0	0,0545664,2	63188,9		
18	15,25	25,0	16,82354189,8	6021,23	3187,71	0,06	24,0	0,0370243,1	43995,4		
19	10,43	27,8	11,79105401,0	1791,82	948,61	0,06	24,0	0,0111597,4	14274,9		
20	12,84	30,4	14,8854670,91	929,41	492,04	0,06	24,0	0,058223,4	8764,9		

**VERIFICA DI STABILITÀ CUMULO
METODO DI BISHOP
FS = 2,01**


Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43,613011/12,713512
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	136,2 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	132,31 m
Ascissa vertice destro superiore xs	176,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	154,3 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,56	2,46	0,27
S.L.D.	50,0	0,7	2,44	0,29
S.L.V.	475,0	1,71	2,45	0,33
S.L.C.	975,0	2,22	2,48	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,84	0,2	0,0171	0,0086
S.L.D.	1,05	0,2	0,0214	0,0107
S.L.V.	2,4687	0,24	0,0604	0,0302
S.L.C.	3,0261	0,28	0,0864	0,0432



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,017
Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	79,26	56,82
7	128,99	59,84
8	175,5	86,34
9	195,92	88,02
10	202,93	88,23
11	233,31	88,06
12	287,71	68,25
13	295,84	71,83
14	299,22	71,16
15	301,22	73,42
16	313,14	77,16
17	314,89	77,16
18	324,85	82,66
19	329,81	82,79

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	72,68	51,64
8	79,62	55,64
9	129,34	58,66
10	175,86	85,16
11	195,98	86,82
12	202,94	87,03
13	233,1	86,86
14	284,92	68,2
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66

23	329,81	82,79
----	--------	-------

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	76,58	51,69
9	275,06	67,3
10	285,5	68,25
11	287,71	68,25
12	295,84	71,83
13	299,22	71,16
14	301,22	73,42
15	313,14	77,16
16	314,89	77,16
17	324,85	82,66
18	329,81	82,79

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	86,17	49,16
9	97,78	44,7
10	160,6	49,37
11	168,22	52,54
12	182,13	54,67
13	234,72	57,26
14	275,06	67,3
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

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

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	

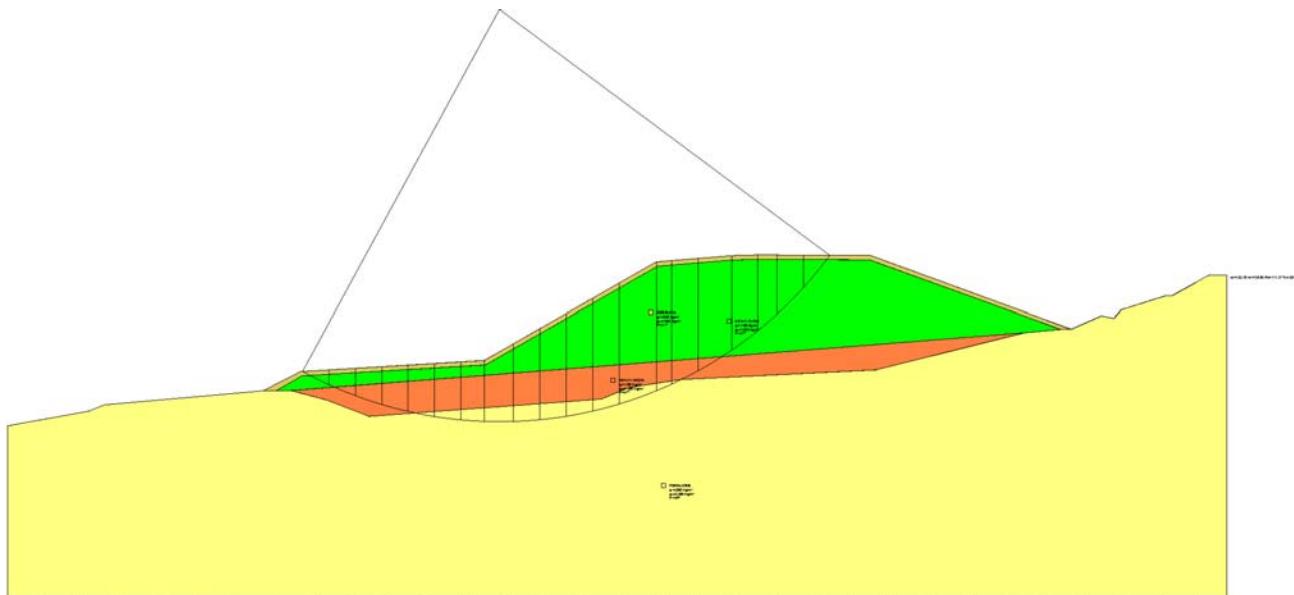
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,01
Ascissa centro superficie	133,1 m
Ordinata centro superficie	154,65 m
Raggio superficie	111,37 m

xc = 133,098 yc = 154,651 Rc = 111,37 Fs=2,008

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7,13	-26,5	7,9722282,66	378,81	200,54	0,06	27,0	0,029882,9	9966,1		
2	7,13	-22,5	7,7251158,57	869,7	460,43	0,06	27,0	0,062945,7	18282,1		
3	7,13	-18,6	7,5275485,79	1283,26	679,37	0,06	27,0	0,087888,8	24554,2		
4	7,13	-14,7	7,3795602,59	1625,24	860,42	0,06	27,0	0,0106556,8	29247,6		
5	7,13	-11,0	7,26115149,2	1957,54	1036,34	0,06	24,0	0,0123011,0	29451,2		
6	7,13	-7,3	7,19140639,2	2390,87	1265,75	0,06	24,0	0,0146182,0	34567,3		
7	6,4	-3,8	6,41141754,0	2409,82	1275,79	0,06	24,0	0,0144292,1	33915,7		
8	7,86	-0,1	7,86205075,1	3486,28	1845,68	0,06	24,0	0,0205152,4	47847,6		
9	7,13	3,8	7,15220021,4	3740,36	1980,19	0,06	24,0	0,0217184,2	50301,1		
10	7,13	7,5	7,19245046,6	4165,79	2205,42	0,06	24,0	0,0239891,5	55350,5		
11	7,13	11,2	7,27262717,7	4466,2	2364,46	0,06	24,0	0,0256143,6	58977,8		
12	7,13	14,9	7,38276030,4	4692,52	2484,27	0,06	24,0	0,0269172,1	61900,6		
13	10,12	19,6	10,75420477,3	7148,11	3784,3	0,06	24,0	0,0412620,8	94720,1		
14	4,14	23,5	4,51164502,7	2796,55	1480,52	0,06	24,0	0,0163089,4	37517,1		
15	7,13	26,8	7,98255307,3	4340,22	2297,77	0,06	27,0	0,0252414,2	66449,0		
16	9,15	31,6	10,74288848,8	4910,43	2599,64	0,06	27,0	0,0291579,6	77213,8		
17	7,01	36,6	8,73182827,0	3108,06	1645,44	0,06	27,0	0,0189960,8	50821,4		
18	5,23	40,6	6,88108733,5	1848,47	978,6	0,06	27,0	0,0116173,0	31541,4		
19	7,13	45,0	10,08103329,1	1756,59	929,96	0,06	27,0	0,0114104,9	31971,4		
20	7,13	50,4	11,1941719,37	709,23	375,47	0,06	27,0	0,047010,3	15276,8		

**VERIFICA DI STABILITÀ CUMULO - FALDA PIANO CAMPAGNA
METODO DI BISHOP
FS = 1,97**


Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	43,613011/12,713512
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	136,2 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	132,31 m
Ascissa vertice destro superiore xs	176,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	154,3 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,56	2,46	0,27
S.L.D.	50,0	0,7	2,44	0,29
S.L.V.	475,0	1,71	2,45	0,33
S.L.C.	975,0	2,22	2,48	0,33

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,84	0,2	0,0171	0,0086
S.L.D.	1,05	0,2	0,0214	0,0107
S.L.V.	2,4687	0,24	0,0604	0,0302
S.L.C.	3,0261	0,28	0,0864	0,0432



RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ

MODIFICA NON SOSTANZIALE
DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,017
Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	79,26	56,82
7	128,99	59,84
8	175,5	86,34
9	195,92	88,02
10	202,93	88,23
11	233,31	88,06
12	287,71	68,25
13	295,84	71,83
14	299,22	71,16
15	301,22	73,42
16	313,14	77,16
17	314,89	77,16
18	324,85	82,66
19	329,81	82,79

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,01
2	0,0	42,13
3	22,07	46,14
4	26,33	47,84
5	69,13	51,62
6	79,26	56,81
7	128,99	59,83
8	175,5	86,33
9	195,92	88,01
10	202,93	88,22
11	233,31	88,05
12	287,71	68,24
13	295,84	71,82
14	299,22	71,15
15	301,22	73,41
16	313,14	77,15
17	314,89	77,15
18	324,85	82,65
19	329,81	82,78

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	72,68	51,64
8	79,62	55,64
9	129,34	58,66
10	175,86	85,16
11	195,98	86,82
12	202,94	87,03
13	233,1	86,86
14	284,92	68,2
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	76,58	51,69
9	275,06	67,3
10	285,5	68,25
11	287,71	68,25
12	295,84	71,83
13	299,22	71,16
14	301,22	73,42
15	313,14	77,16
16	314,89	77,16
17	324,85	82,66
18	329,81	82,79

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	42,14
3	22,07	46,15
4	26,33	47,85
5	69,13	51,63
6	71,69	51,63
7	76,58	51,69
8	86,17	49,16
9	97,78	44,7
10	160,6	49,37
11	168,22	52,54
12	182,13	54,67
13	234,72	57,26
14	275,06	67,3
15	285,5	68,25
16	287,71	68,25
17	295,84	71,83
18	299,22	71,16
19	301,22	73,42
20	313,14	77,16
21	314,89	77,16
22	324,85	82,66
23	329,81	82,79

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

	RELAZIONE GEOTECNICA – VERIFICHE DI STABILITÀ MODIFICA NON SOSTANZIALE DISCARICA CA' LUCIO COMUNE DI URBINO (PU)
---	---

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,00	0	21	1800	1900	COPERTURA	
2	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI NUOVI	
3	0,06	3	27	1100	1300	RIFIUTI VECCHI	
4	0,06	2	24	2200	2300	FORMAZIONE	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 1,97
 Ascissa centro superficie 133,1 m
 Ordinata centro superficie 154,65 m
 Raggio superficie 111,37 m

xc = 133,098 yc = 154,651 Rc = 111,37 Fs=1,972

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7,13	-26,5	7,9724378,78	414,44	219,41	0,06	27,0	0,032675,7	10867,1		
2	7,13	-22,5	7,7258502,68	994,55	526,52	0,06	27,0	0,072000,1	20950,6		
3	7,13	-18,6	7,5287259,36	1483,41	785,33	0,06	27,0	0,0101653,6	28552,7		
4	7,13	-14,7	7,37111031,6	1887,54	999,28	0,06	27,0	0,0123824,1	34235,5		
5	7,13	-11,0	7,26133204,3	2264,47	1198,84	0,06	24,0	0,0142353,0	34348,1		
6	7,13	-7,3	7,19159746,8	2715,7	1437,72	0,06	24,0	0,0166096,5	39685,7		
7	6,4	-3,8	6,41159519,1	2711,83	1435,67	0,06	24,0	0,0162404,9	38615,5		
8	7,86	-0,1	7,86230377,5	3916,42	2073,4	0,06	24,0	0,0230465,3	54423,8		
9	7,13	3,8	7,15248481,4	4224,19	2236,33	0,06	24,0	0,0245229,1	57538,3		
10	7,13	7,5	7,19278424,6	4733,22	2505,82	0,06	24,0	0,0272461,3	63700,1		
11	7,13	11,2	7,27300679,3	5111,55	2706,11	0,06	24,0	0,0292985,8	68357,3		
12	7,13	14,9	7,38317936,5	5404,92	2861,43	0,06	24,0	0,0309799,6	72187,3		
13	10,12	19,6	10,75484168,3	8230,86	4357,51	0,06	24,0	0,0474637,6	110426,6		
14	4,14	23,5	4,51191504,5	3255,58	1723,54	0,06	24,0	0,0189636,7	44186,0		
15	7,13	26,8	7,98299767,6	5096,05	2697,91	0,06	27,0	0,0295932,9	78889,2		
16	9,15	31,6	10,74338847,3	5760,4	3049,63	0,06	27,0	0,0341486,0	91498,2		
17	7,01	36,6	8,73214148,3	3640,52	1927,34	0,06	27,0	0,0222120,2	60045,4		
18	5,23	40,6	6,88127074,2	2160,26	1143,67	0,06	27,0	0,0135550,6	37115,9		
19	7,13	45,0	10,08120165,1	2042,81	1081,49	0,06	27,0	0,0132561,8	37315,7		
20	7,13	50,4	11,1947352,02	804,98	426,17	0,06	27,0	0,053493,4	17226,9		