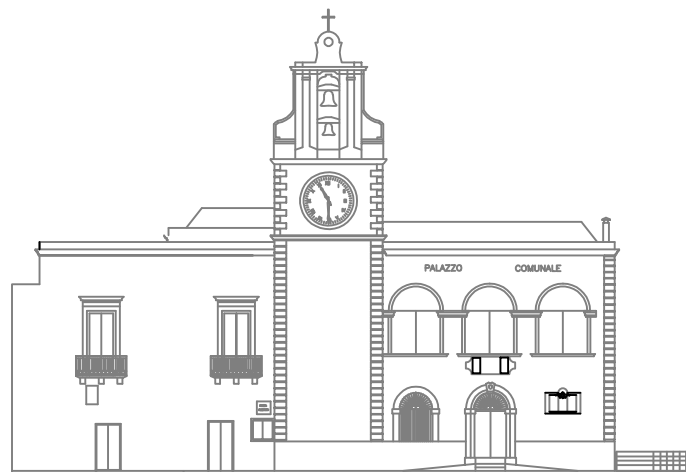


# AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI FERRANDINA

PIAZZA PLEBISCITO

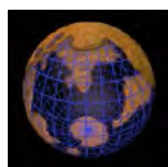
PROVINCIA DI MATERA



## Progetto Esecutivo

LAVORI DI REALIZZAZIONE OPERE DI  
URBANIZZAZIONE PRIMARIA IN LOCALITA'  
ZAMBROGLIO - COMPLETAMENTO LAVORI  
RESIDUI 1° LOTTO

### Relazione Geologico - Tecnica



*Dottor Geologo*  
**Mario G. BITONTO**  
*Via Lanzillotti - Ferrandina (MT)*  
*Tel. 0835/556227*

All. 02

Verifica di stabilità del pendio

**ELABORATO**

data: Novembre 2021

## **VERIFICA DELLA STABILITA' DEL PENDIO**

Come già detto in relazione, il posizionamento nel versante dell'asse stradale del tronco 2, si sviluppa quasi per intero a “mezza costa”, per cui, per ottenere una livelletta accettabile sono da prevedere splateamenti che richiedono, a difesa, la realizzazione di muri di ripa e controripa.

Fermo restante le buone caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti e l'assenza di movimenti gravitativi in atto, la proposta progettuale prevede diverse tipologie di muri e tenendo conto dell'inserimento dell'asse viario lungo il tracciato.

In questa sede, ove il progetto esecutivo prevede la realizzazione di un terramesh verde, tra le sezioni 12 e 17, si è inteso valutare la stabilità del pendio, tenuto conto che il posizionamento dell'opera richiede un'altezza di scavo max di 14.00 „.

Si è pertanto, proceduto, tramite programma di calcolo automatico denominato Slope 2006 a verificare le condizioni di stabilità lungo la sezione in cui è prevista la massima altezza di scavo (sezione 14), verificandone le condizioni di stabilità attuali, modificate attraverso lo scavo, con il posizionamento dell'opera di contenimento rappresentata dal terramesh e con una paratia di pali.

Mediante il metodo dell'equilibrio limite, dividendo il corpo in conci e considerando l'equilibrio di ciascuno di essi, è stata condotta la verifica del pendio utilizzando le formulazioni del metodo di Janbu e considerando l'azione sismica così come richiesto dalle normative vigenti.

In input il programma accetta il numero degli strati, il numero dei conci, la zona sismica, la categoria del profilo stratigrafico, il coefficiente di amplificazione topografica, il coefficiente dell'azione sismica orizzontale e il coefficiente dell'azione sismica verticale.

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

Sono stati forniti, inoltre, i parametri geotecnici relativi ai due strati utilizzando i valori limite ad essi attribuiti nel precedente capitolo tenuto conto che una riduzione dell'angolo di attrito, per le sabbie, i cerchi di scorrimento interessano la parte alta del complesso che si presenta leggermente disarticolata.

In output il programma fornisce il valore del coefficiente minimo individuato tra tutti i cerchi analizzati.

Nel nostro caso e per le ipotesi considerate ha fornito i seguenti valori:

- Pendio naturale  $F_s = 1.1467$
- Pendio modificato con il solo scavo  $F_s = 0.6058$
- Pendio con opera tipo "terramesh"  $F_s = 0.9351$
- Pendio con opera tipo pali  $F_s = 1.434$

Dai risultati ottenuti si evince come l'opera più consona alla realtà dei luoghi è rappresentata da una paratia di pali infissi con interesse 1.60 m., diametro del palo 800 mm con profondità di infissione ipotizzata di 21.00 m.

E' chiaro che lo strutturista, in sede di calcolo potrà aumentare il diametro del palo e variarne la sua infissione purchè la stessa sia sempre al di sotto del cerchio critico di scorrimento ottenuto.

Di seguito, vengono specificate le modalità ottenute a base del calcolo con i relativi risultati grafici.

**NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

**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. LL.PP. del 14/02/1992**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

**D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

**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

**Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

**Norme tecniche per le Costruzioni**

Decreto Ministeriale 14 Settembre 2005. Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005.  
Supplemento Ordinario n. 159

**Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

**Eurocodice 8**

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

**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.

Dr. Geol. BITONTO Mario Giuseppe  
Via B. Lanzillotti, 136 – 75013- FERRANDINA – MT – tel. 0835 -556227

**Introduzione all'analisi di stabilità**

## Comune di Ferrandina – MT

Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio

Verifica di stabilità del pendio

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:

(a) 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 ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) 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 ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), 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 conci

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

$n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;

$n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$

$(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;

$n$  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  $(6n-2)$ .

Dr. Geol. BITONTO Mario Giuseppe  
Via B. Lanzillotti, 136 – 75013- FERRANDINA – MT –

tel. 0835 -556227

*mentre le equazioni a disposizione sono:*

## Comune di Ferrandina – MT

Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

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 quando 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 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.

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

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:

$$F_{\text{corretto}} = f_o F$$

dove  $f_o$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio  
**PENDIO NATURALE**

**Analisi di stabilità dei pendii con JANBU**

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	B
Coefficiente di amplificazione topografica ST	1
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0.156
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv)	0.078

**Superficie di forma circolare**

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	4.48
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	478.31
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	11.78
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	482.38
Passo di ricerca		10.0
Numero di celle lungo x		10.0
Numero di celle lungo y		10.0

**Vertici profilo**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	0.0	466.0
3	9.32	468.0
4	21.24	470.0
5	23.35	472.0
6	25.1	472.6
7	26.79	474.0
8	28.08	476.0
9	30.15	478.0
10	31.94	480.0
11	38.74	481.7
12	40.53	481.9
13	45.03	482.0

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	9.32	464.0
3	21.24	466.0
4	23.35	468.5
5	25.1	469.0
6	26.79	471.0
7	28.08	474.5
8	30.15	476.0
9	31.94	479.0
10	38.74	481.0
11	40.53	481.4
12	45.03	481.4

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.1	22	1940	2500	0.00		Detriti
2	0	28	1980	2400	0.00		Sabbie

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato		1.15
Ascissa centro superficie	(m)	11.78
Ordinata centro superficie	(m)	481.97
Raggio superficie	(m)	20.94



**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei conci; superficie...xc = 11.778 yc = 481.973 Rc = 20.94 Fs=1.1467**

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.26	-29.0	3.73	17141.57	2674.09	1337.04	0.1	22.0	0.0	28420.3	18190.6
2	3.26	-19.2	3.45	30886.91	4818.36	2409.18	0.0	28.0	0.0	40542.3	23870.6
3	2.77	-10.6	2.81	34125.61	5323.6	2661.8	0.0	28.0	0.0	38749.0	21922.6
4	3.76	-1.6	3.76	53492.91	8344.9	4172.45	0.0	28.0	0.0	54351.9	30237.4
5	3.26	8.1	3.29	48963.09	7638.24	3819.12	0.0	28.0	0.0	45840.7	25747.1
6	3.26	17.2	3.41	47783.46	7454.22	3727.11	0.0	28.0	0.0	42666.5	24844.9
7	1.64	24.4	1.8	22380.27	3491.32	1745.66	0.0	28.0	0.0	19624.6	11983.9
8	2.11	30.2	2.44	29487.44	4600.04	2300.02	0.0	28.0	0.0	25775.5	16585.4
9	1.75	36.5	2.18	24580.37	3834.54	1917.27	0.0	28.0	0.0	21664.9	14993.2
10	7.54	62.3	16.22	102315.8	15961.26	7980.63	0.0	28.0	0.0	106877.5	127824.9

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**PENDIO MODIFICATO CON L'AREA DI SCAVO**

**Analisi di stabilità dei pendii con JANBU**

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	B
Coefficiente di amplificazione topografica ST	1
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0.156
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv)	0.078

**Superficie di forma circolare**

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	19.03
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	480.23
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	26.37
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	485.94
Passo di ricerca		10.0
Numero di celle lungo x		10.0
Numero di celle lungo y		10.0

**Vertici profilo**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	0.0	466.0
3	9.32	468.0
4	21.24	470.0
5	23.35	470.0
6	25.1	470.0
7	26.79	470.0
8	28.08	470.0
9	30.15	470.0
10	33.94	470.0
11	38.74	481.7
12	40.53	481.9
13	45.03	482.0

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	9.32	464.0
3	21.24	466.0
4	23.35	468.5
5	25.1	469.0
6	26.79	470.0
7	28.08	470.0
8	30.15	470.0
9	31.94	470.0
10	33.94	470.0
11	38.74	481.5
12	40.53	481.4
13	45.03	481.4

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.1	22	1940	2500	0.00		Detriti
2	0	28	1980	2400	0.00		Sabbie

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato		0.61
Ascissa centro superficie	(m)	26.37
Ordinata centro superficie	(m)	483.09
Raggio superficie	(m)	15.25

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei conci; superficie...xc = 26.375 yc = 483.085 Rc = 15.249 Fs=0.6058**

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.08	-24.0	2.28	2758.62	430.34	215.17	0.08	17.9	0.0	6454.6	8459.3
2	2.4	-15.0	2.49	7684.22	1198.74	599.37	0.08	17.9	0.0	10872.5	11272.0
3	2.24	-6.1	2.25	9130.5	1424.36	712.18	0.0	23.0	0.0	10085.4	8533.6
4	2.24	2.4	2.24	9549.32	1489.69	744.85	0.0	23.0	0.0	9235.1	7776.8
5	2.24	10.9	2.28	8394.52	1309.55	654.77	0.0	23.0	0.0	7357.0	6303.7
6	2.24	19.7	2.38	5684.45	886.77	443.39	0.0	23.0	0.0	4641.2	4146.7
7	2.24	29.0	2.56	1206.15	188.16	94.08	0.0	23.0	0.0	940.6	904.5
8	2.24	39.2	2.89	16517.24	2576.69	1288.34	0.0	23.0	0.0	12640.2	13728.7
9	1.64	49.4	2.53	21399.41	3338.31	1669.15	0.0	23.0	0.0	16594.6	21462.0
10	2.84	69.9	8.27	29714.18	4635.41	2317.71	0.0	23.0	0.0	26210.0	64194.5

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**PENDIO CON OPERA DI CONTENIMENTO TIPO “ TERRAMESH”**

**Analisi di stabilità dei pendii con JANBU**

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	B
Coefficiente di amplificazione topografica ST	1
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0.156
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv)	0.078

**Superficie di forma circolare**

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	15.13
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	482.8
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	22.48
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	488.51
Passo di ricerca		10.0
Numero di celle lungo x		10.0
Numero di celle lungo y		10.0

**Vertici profilo**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	0.0	466.0
3	9.32	468.0
4	21.24	470.0
5	23.35	470.0
6	25.1	470.0
7	26.79	470.0
8	28.08	470.0
9	30.15	470.0
10	33.94	470.0
11	38.74	481.7
12	40.53	481.9
13	45.03	482.0

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	9.32	464.0
3	21.24	466.0
4	23.35	468.5
5	25.1	469.0
6	26.79	470.0
7	28.08	470.0
8	30.15	470.0
9	31.94	470.0
10	33.94	470.0
11	38.74	481.5
12	40.53	481.4
13	45.03	481.4

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.1	22	1940	2500	0.00		Detriti
2	0	28	1980	2400	0.00		Sabbie

**Terra rinforzata**

Tipo di geogriglia	Tenax TT 301 SAMP, LTDS KN/m = 23.50
Altezza Terra rinforzata	12.0 m
Distanza tra le griglie	1.0 m
Resistenza a lungo termine LTDS	2396.3 Kg
Larghezza base	4.0 m
Angolo di attrito (°)	28.0 °
Peso specifico	1800.0 Kg/m <sup>3</sup>

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	0.94
Ascissa centro superficie	(m) 22.48
Ordinata centro superficie	(m) 485.09
Raggio superficie	(m) 20.84

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei conci; superficie...xc = 22.478 yc = 485.088 Rc = 20.845 Fs=0.9351**

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3.28	-30.5	3.8	8527.66	1330.31	665.16	0.08	17.9	0.0	16131.2	12286.6
2	3.28	-20.4	3.5	21904.95	3417.17	1708.59	0.08	17.9	0.0	29229.8	16757.1
3	4.38	-9.5	4.44	43555.75	6794.7	3397.35	0.0	23.0	0.0	48607.8	26880.2
4	2.18	-0.4	2.18	24596.23	3837.01	1918.51	0.0	23.0	0.0	24691.9	13467.1
5	3.28	7.1	3.3	36193.11	5646.13	2823.06	0.0	23.0	0.0	34146.0	18768.0
6	3.28	16.4	3.42	31914.36	4978.64	2489.32	0.0	23.0	0.0	28668.8	16297.0
7	3.28	26.1	3.65	23680.5	3694.16	1847.08	0.0	23.0	0.0	20809.5	12638.0
8	3.28	36.8	4.09	25809.54	4026.29	2013.14	0.0	23.0	0.0	22889.6	15580.9
9	2.21	46.8	3.23	35985.68	5613.77	2806.88	0.0	23.0	0.0	33261.3	26516.6
10	4.35	66.3	10.82	56279.99	8779.68	4389.84	0.0	23.0	0.0	62454.4	84799.5

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**PENDIO CON OPERA DI CONTENIMENTO TIPO PALI**

**Analisi di stabilità dei pendii con JANBU**

Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	B
Coefficiente di amplificazione topografica ST	1
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0.156
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv)	0.078

**Superficie di forma circolare**

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	16.64
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	490.88
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	27.87
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	498.34
Passo di ricerca		10.0
Numero di celle lungo x		10.0
Numero di celle lungo y		10.0

**Vertici profilo**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	0.0	466.0
3	9.32	468.0
4	21.24	470.0
5	23.35	470.0
6	25.1	470.0
7	26.79	470.0
8	28.08	470.0
9	30.15	470.0
10	33.94	470.0
11	35.63	480.32
12	40.53	481.9
13	45.03	482.0



**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	462.0
2	9.32	464.0
3	21.24	466.0
4	23.35	468.5
5	25.1	469.0
6	26.79	470.0
7	28.08	470.0
8	30.15	470.0
9	32.21	470.0
10	33.94	470.0
11	35.59	480.32
12	40.53	481.4
13	45.03	481.4

**Stratigrafia**

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0.1	22	1940	2500	0.00	Detriti
2	0	28	1980	2400	0.00	Sabbie

**Pali...**

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)
1	35.10791	477.1153	0.8	21	90	1.6

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1.43
Ascissa centro superficie	(m) 18.32
Ordinata centro superficie	(m) 491.25
Raggio superficie	(m) 26.42

**Comune di Ferrandina – MT**  
Opere di urbanizzazione primaria Località Zambroglio  
Verifica di stabilità del pendio

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei conci; superficie...xc = 18.323 yc = 491.249 Rc = 26.421 Fs=1.434**

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.5	-22.9	2.71	4032.98	629.15	314.57	0.08	17.9	0.0	5801.7	3668.2
2	4.75	-14.6	4.91	25117.64	3918.35	1959.18	0.08	17.9	0.0	28839.2	11447.8
3	3.62	-5.3	3.64	29262.32	4564.92	2282.46	0.0	23.0	0.0	30394.1	10857.8
4	3.55	2.5	3.55	33487.3	5224.02	2612.01	0.0	23.0	0.0	33009.1	11752.4
5	3.7	10.4	3.76	34443.0	5373.11	2686.55	0.0	23.0	0.0	32870.1	11888.1
6	3.62	18.6	3.82	27196.46	4242.65	2121.32	0.0	23.0	0.0	25627.1	9620.7
7	3.62	27.2	4.07	16236.5	2532.9	1266.45	0.0	23.0	0.0	15434.8	6174.2
8	3.45	36.3	4.28	574.49	89.62	44.81	0.0	23.0	0.0	565.1	249.4
9	3.8	47.0	5.57	58813.27	9174.87	4587.44	0.0	23.0	0.0	62415.6	32542.9
10	3.62	61.2	7.53	27245.44	4250.29	2125.14	0.0	23.0	0.0	34348.7	25377.8

**CARICO LIMITE PALI**

**xc = 18.323 yc = 491.249 Rc = 26.421 Fs=1.434**

Pali x=35.10791 Y=477.1153 Plim=85900.0 Kg Sbalzo del palo 0.08 m