

**A.T.S. COMUNI DI ROSSA, BALMUCCIA e altri**  
**PROVINCIA DI VERCELLI**

**REGIONE PIEMONTE**  
**P.S.R. 2014-2020 - Misura 4.3.4**  
Infrastrutture per l'accesso e la gestione delle  
risorse forestali e pastorali

**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI NUOVA VIABILITA'**  
**SILVOPASTORALE PERMANENTE IN**  
**LOCALITA' FOLECCHIO**  
Tipologia 1

**COMUNI DI ROSSA E BALMUCCIA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA**  
ai sensi del DM 14-01-2008 e s.m.i.  
*Allegato n. 6*

Rossa, 16.04.2018

Noemi Brambilla  
*Dottore Geologo*



## **1 PREMESSA**

Per l'individuazione cartografica degli interventi, il loro dimensionamento, le planimetrie e le sezioni di progetto si fa riferimento a quanto previsto nel Progetto Definitivo-Esecutivo redatto dal Dott. For. Guido Locatelli.

La relazione è stata redatta in ottemperanza alle Leggi vigenti in materia.

Normativa di riferimento:

Decreto Ministeriale 17.01.2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC – 2018)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009."

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: "Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. -Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007"

Eurocodice 8 (1998)- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture: "Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)"

Eurocodice 7.1 (1997): "Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . – UNI"

Eurocodice 7.2 (2002): "Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI"

Eurocodice 7.3 (2002): "Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002) UNI"

D.M. 11.03.988: "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. (Se si opera in Zona sismica 4, Classi I e II)"

Dati salienti dell'opera

Quota di partenza dalla strada esistente : 718 m.s.l.m.

Quota di arrivo: 1212 m.s.l.m.

Lunghezza : complessiva 3.914 m

Dislivello : 494 m

## **2 RILEVAMENTO INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE**

Le caratteristiche granulometriche dei terreni presenti nella zona di interesse e la spesso disagiata accessibilità dei siti di intervento rendono alquanto complessa l'esecuzione di indagini geognostiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere.

La presenza di abbondante frazione clastica anche molto grossolana (ciottoli e blocchi) all'interno dei terreni di origine detritica di versante e glaciale non consente l'esecuzione delle prove geotecniche classiche (p.es. prove penetrometriche) che vengono portate a rifiuto in presenza di elementi lapidei di medie e grandi dimensioni.

L'accesso ai mezzi per l'esecuzione delle prove risulterebbe comunque limitato al settore in cui il tracciato interseca la pista forestale presente a valle, con scarso valore rappresentativo rispetto allo sviluppo del tracciato.

L'esecuzione di indagini di tipo geofisico (p.es. sismica a rifrazione) non fornisce risultati in grado di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni e risulta, anche in questo caso, di logistica estremamente complessa data la configurazione del territorio.

Inoltre in funzione della dimensione dell'opera e del suo futuro utilizzo saltuario, il volume significativo di terreno che andrà ad interferire con l'opera stessa risulta estremamente superficiale e pertanto indagabile con i sopralluoghi fatti.

I parametri geotecnici di riferimento saranno quindi desunti dall'ampia letteratura disponibile nonché dall'esperienza acquisita durante la realizzazione di analoghe opere in condizioni geologiche spesso del tutto confrontabili, così come previsto dal paragrafo 6.2.2 della NTC 2018.

## **3 MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO**

Le opere a progetto consistono nella realizzazione di una pista di servizio forestale avente larghezza massima del piano di transito di 3,5 m e lunghezza complessiva di 3.927 m.

L'opera verrà interamente realizzata in terra con sezioni miste di scavo e riporto, andando a movimentare (scavi+riporti) circa 12.534 m<sup>3</sup> di terreno che andranno interamente riutilizzati per la realizzazione della pista stessa.

Il piano di transito della pista verrà impostato principalmente nei depositi detritici, e in minor parte scavato direttamente sul substrato roccioso formato da miloniti.

## UNITA' LITOTECICHE

### **Unità A** – Depositi detritici quaternari

È possibile ottenere una loro prima caratterizzazione geotecnica sulla base dei principali parametri geotecnici, cioè granulometria, peso di volume ( $\gamma$ ) angolo di attrito interno ( $\phi$ ) e coesione totale (C).

Coperture detritiche quaternarie:

<b>Depositi</b>	<b><math>\gamma_k</math> (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\Phi_k</math> (°)</b>	<b><math>C_k</math> (t/m<sup>2</sup>)</b>
Depositi detritici s.l.	1,9	36	0
Depositi glaciali grossolani	2,0	38	0
Depositi glaciali s.l.	1,9	38	0,2

### **Unità B** – Substrato roccioso

Per quanto riguarda il materiale roccia, le caratteristiche geomeccaniche sono in generale discrete.

Serie Dioritiche Kinzigitiche:

<b>Litotipi</b>	<b><math>\gamma_k</math> (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\Phi_k</math> (°)</b>	<b>Resistenza a comp. monoas. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Dioriti	2,7	35	2600

## **4 VERIFICHE GEOTECNICHE**

Le verifiche di sicurezza vengono svolte secondo il metodo degli stati limite così come previsto dalla NTC2018.

Per l'individuazione cartografica delle sezioni di calcolo si fa riferimento alla tavola allegata alla Relazione Geologica.

### **4.1 Analisi di stabilità di pendio**

Le verifiche di stabilità di pendio sono state svolte in corrispondenza di porzioni di versante più caratteristiche e interessate dai diversi substrati.

La verifica è stata svolta come confronto tra la situazione attuale, ante intervento, e la situazione finale a lavori ultimati considerando anche il carico agente sul tracciato.

I parametri geotecnici utilizzati sono quelli caratteristici definiti nel precedente capitolo e viene considerato anche il contributo dell'azione sismica, considerando i coefficienti sismici caratteristici della categoria di sottosuolo A.

La verifiche vengono condotte considerando l'azione sismica secondo l'approccio 1 combinazione A2+M2+R2, con R2, che rappresenta il coefficiente di sicurezza richiesto, pari a 1.1 (EC7).

In questa combinazione i valori dei carichi non vengono incrementati, mentre i parametri geotecnici vengono ridotti utilizzando i seguenti coefficienti (colonna M2).

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{dk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

## VERIFICA SEZIONE 1

### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	45,833683/8,125758
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,55	0,16
S.L.D.	50,0	0,22	2,54	0,17
S.L.V.	475,0	0,48	2,64	0,28
S.L.C.	975,0	0,59	2,7	0,3

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,264	0,2	0,0054	0,0027
S.L.V.	0,576	0,2	0,0117	0,0059
S.L.C.	0,708	0,2	0,0144	0,0072

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0049
Coefficiente azione sismica verticale	0,0024

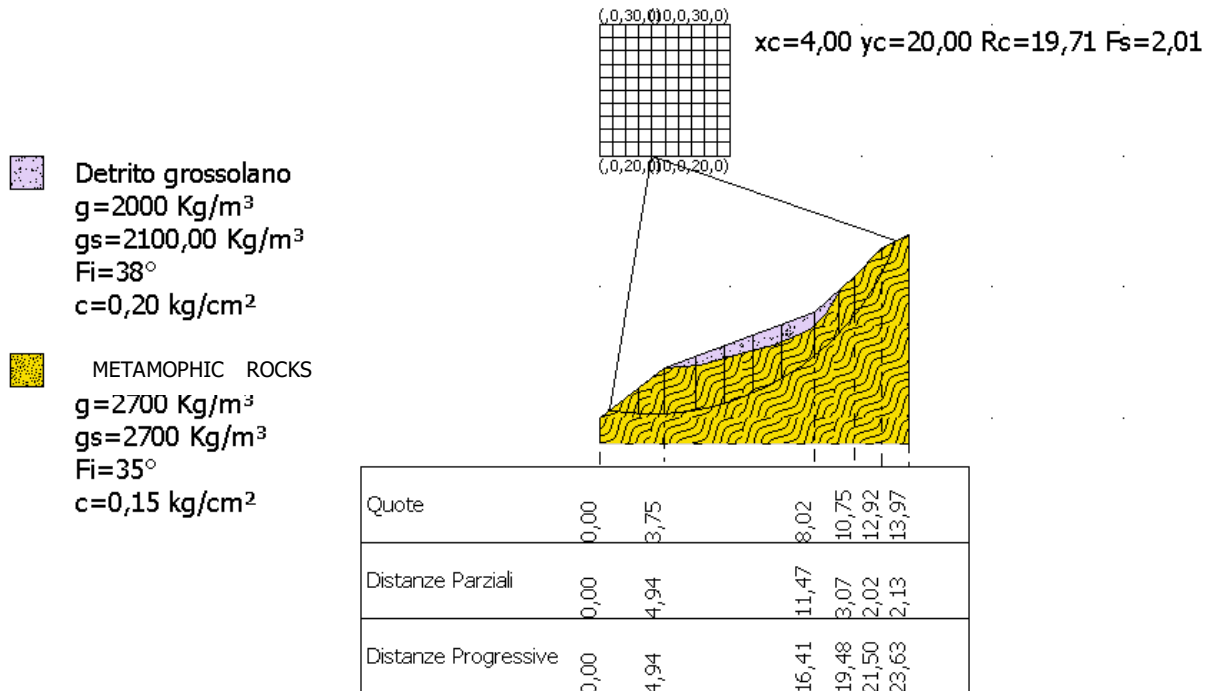
**STATO DI FATTO****Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	2,01
Ascissa centro superficie	4,0 m
Ordinata centro superficie	20,0 m
Raggio superficie	19,71 m

$$x_c = 4,00 \quad y_c = 20,00 \quad R_c = 19,708 \quad F_s = 2,008$$

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	2,18	-6,3	2,25786,96	28,36	13,89	0,15	35,0	0,0	5768,7	-608,6	
2	2,01	-0,2	2,0114638,96	71,73	35,13	0,15	35,0	0,014674,3		22,3	
3	2,36	6,2	2,3723538,11	115,34	56,49	0,15	35,0	0,023445,0		2649,2	
4	2,18	12,9	2,2423805,85	116,65	57,13	0,15	35,0	0,023235,7		5424,0	
5	2,18	19,5	2,3224543,76	120,26	58,91	0,15	35,0	0,023148,4		8314,4	
6	2,18	26,4	2,4423568,09	115,48	56,56	0,15	35,0	0,021102,0		10597,7	

7	2,56	34,5	3,1124222,73	118,69	58,13	0,15	35,0	0,019941,0	13820,9
8	1,81	42,6	2,4615386,92	75,4	36,93	0,15	35,0	0,011301,3	10471,7
9	1,26	49,0	1,9210696,46	52,41	25,67	0,15	35,0	0,0 6998,4	8104,0
10	3,11	61,2	6,4519564,71	95,87	46,96	0,15	35,0	0,0 9367,6	17188,9



## STATO DI PROGETTO

### 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 <sup>3</sup> )
1	6,4	3,6	0	0	2,2	1	1,5	2200

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6,65	5,89	6,65	5,89	2,5
2	15,19	7,36	15,19	7,36	2,5

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

Fs minimo individuato	2,67
Ascissa centro superficie	0,0 m
Ordinata centro superficie	20,0 m
Raggio superficie	18,96 m

**xc = 0,00 yc = 20,00 Rc = 18,958 Fs=2,669**

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)
-----	--------	-------------	---------	------------	---------------	---------------	----------------------------	-----------	------------	-------------	------------





Vita di riferimento:

50,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

A

Categoria topografica:

T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,55	0,16
S.L.D.	50,0	0,22	2,54	0,17
S.L.V.	475,0	0,48	2,64	0,28
S.L.C.	975,0	0,59	2,7	0,3

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,264	0,2	0,0054	0,0027
S.L.V.	0,576	0,2	0,0117	0,0059
S.L.C.	0,708	0,2	0,0144	0,0072

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,0049

Coefficiente azione sismica verticale

0,0024

### 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

No

### Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0		38	2000	2100,00	Detrito grossolano

### STATO DI FATTO

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

Fs minimo individuato

1,56

Ascissa centro superficie

2,36 m

Ordinata centro superficie

21,26 m


Raggio superficie

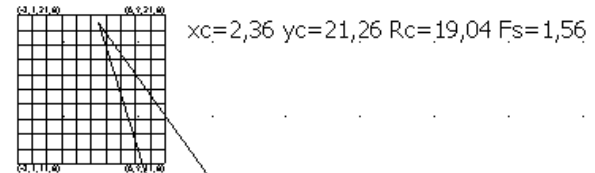
19,04 m

**xc = 2,356 yc = 21,262 Rc = 19,035 Fs=1,565**

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	0,55	18,1	0,58	53,38	0,26	0,13	0,0	38,0	0,0	50,8	16,8
2	0,55	19,8	0,58	145,92	0,72	0,35	0,0	38,0	0,0	137,4	50,1
3	0,55	21,6	0,59	217,74	1,07	0,52	0,0	38,0	0,0	202,6	81,1
4	0,55	23,4	0,6	268,11	1,31	0,64	0,0	38,0	0,0	246,2	107,5
5	0,55	25,2	0,6	296,19	1,45	0,71	0,0	38,0	0,0	268,1	127,3

6	0,55	27,0	0,61	300,99	1,47	0,72	0,0	38,0	0,0	268,2	138,0
7	0,55	28,9	0,63	281,41	1,38	0,68	0,0	38,0	0,0	246,4	137,1
8	0,55	30,8	0,64	236,13	1,16	0,57	0,0	38,0	0,0	202,8	121,8
9	0,55	32,7	0,65	163,66	0,8	0,39	0,0	38,0	0,0	137,6	89,1
10	0,55	34,7	0,67	62,22	0,3	0,15	0,0	38,0	0,0	51,1	35,7

 Detrito grossolano  
 $g=2000 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=2100,00 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=38^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$



Quote	0,00	1,37	3,08	6,07
Distanze Parziali	0,00	3,62	4,37	6,01
Distanze Progressive	0,00	3,62	7,99	14,00

## STATO DI PROGETTO

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6,96	2,21	6,96	2,21	2,5


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

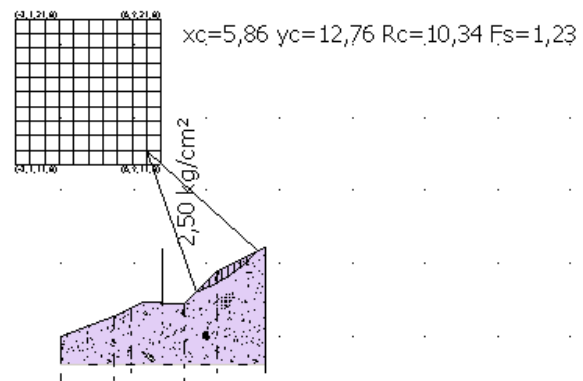
Fs minimo individuato 1,23  
 Ascissa centro superficie 5,86 m  
 Ordinata centro superficie 12,76 m  
 Raggio superficie 10,34 m

**xc = 5,856 yc = 12,762 Rc = 10,343 Fs=1,226**

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	0,42	20,7	0,45	114,49	0,56	0,27	0,0	38,0	0,0	107,2	41,0
2	0,42	23,2	0,46	329,78	1,62	0,79	0,0	38,0	0,0	303,1	131,6
3	0,59	26,3	0,66	784,17	3,84	1,88	0,0	38,0	0,0	702,7	351,4
4	0,26	29,0	0,29	411,11	2,01	0,99	0,0	38,0	0,0	359,5	201,0
5	0,42	31,2	0,5	655,22	3,21	1,57	0,0	38,0	0,0	560,3	342,0
6	0,42	34,0	0,51	604,09	2,96	1,45	0,0	38,0	0,0	500,5	340,0
7	0,42	36,9	0,53	526,94	2,58	1,26	0,0	38,0	0,0	421,1	318,2
8	0,42	39,9	0,55	420,81	2,06	1,01	0,0	38,0	0,0	322,4	271,3

9	0,42	43,0	0,58	281,84	1,38	0,68	0,0	38,0	0,0	205,7	193,2
10	0,42	46,3	0,61	104,87	0,51	0,25	0,0	38,0	0,0	72,2	76,2

 Detrito grossolano  
 $g=2000 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=2100,00 \text{ Kg/m}^3$   
 $F_i=38^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$



Quote	0,00	1,37	2,21	4,45	6,07
Distanze Parziali	0,00	3,62	3,00	2,24	3,26
Distanze Progressive	0,00	3,62	8,50	10,74	14,00

### VERIFICA SEZIONE 3

#### Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)

Lat./Long.	45,833683/8,125758
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### 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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,55	0,16
S.L.D.	50,0	0,22	2,54	0,17
S.L.V.	475,0	0,48	2,64	0,28

S.L.C.	975,0	0,59	2,7	0,3
--------	-------	------	-----	-----

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni			
S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.D.	0,264	0,2	0,0054	0,0027
S.L.V.	0,576	0,2	0,0117	0,0059
S.L.C.	0,708	0,2	0,0144	0,0072

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0049

Coefficiente azione sismica verticale 0,0024

### 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 No

### Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0.2		38	2000	2100,00	Detrito grossolano

### STATO DI FATTO

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

Fs minimo individuato 3,46


Ascissa centro superficie 2,36 m

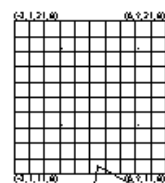
Ordinata centro superficie 12,26 m

Raggio superficie 12,24 m

**xc = 2,356 yc = 12,262 Rc = 12,235 Fs=3,459**

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	1,27	-6,3	1,2810	12,65	4,96	2,43	0,2	38,0	0,0	1009,5	-105,9
2	1,27	-0,3	1,2727	81,27	13,63	6,68	0,2	38,0	0,0	2788,0	-0,9
3	0,86	4,7	0,8627	07,07	13,26	6,5	0,2	38,0	0,0	2703,3	235,4
4	1,69	10,8	1,7268	21,44	33,43	16,37	0,2	38,0	0,0	6711,6	1305,2
5	1,16	17,6	1,2255	06,31	26,98	13,22	0,2	38,0	0,0	5252,0	1693,7
6	1,38	24,0	1,5169	25,94	33,94	16,62	0,2	38,0	0,0	6326,5	2852,4
7	1,27	31,1	1,4962	84,86	30,8	15,08	0,2	38,0	0,0	5380,4	3269,6
8	1,27	38,4	1,6256	40,52	27,64	13,54	0,2	38,0	0,0	4416,7	3521,7
9	1,27	46,5	1,8542	86,45	21,0	10,29	0,2	38,0	0,0	2942,9	3123,3
10	1,27	56,2	2,2918	67,55	9,15	4,48	0,2	38,0	0,0	1034,0	1556,9

 Detrito grossolano  
 $g=2000\text{Kg/m}^3$   
 $g_s=2100,00\text{Kg/m}^3$   
 $F_i=38^\circ$   
 $c=0.2\text{ kg/cm}^2$



$x_c=2,36$   $y_c=12,26$   $R_c=12,24$   $F_s=3,46$

Quote	0,00	1,85	3,25	6,87
Distanze Parziali	0,00	3,79	2,85	7,36
Distanze Progressive	0,00	3,79	6,64	14,00

## STATO DI PROGETTO

### Carichi distribuiti

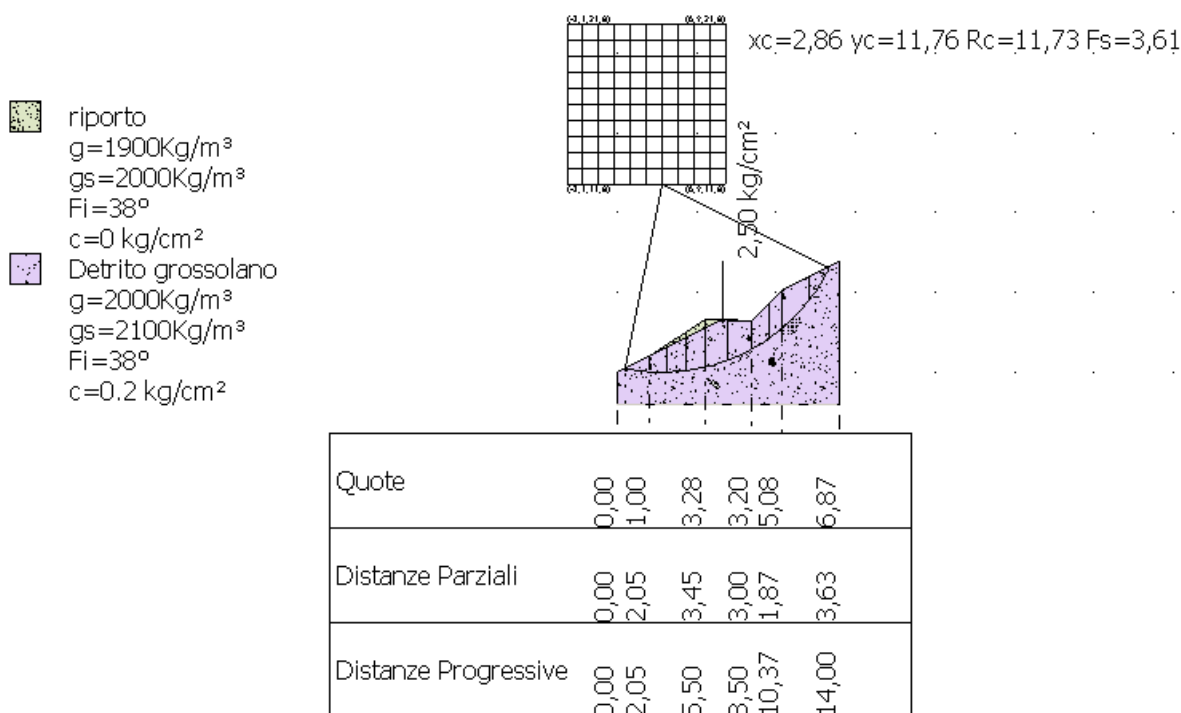
N°	$x_i$ (m)	$y_i$ (m)	$x_f$ (m)	$y_f$ (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6,66	3,22	6,66	3,22	2,5

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

$F_s$  minimo individuato 3,61  
 Ascissa centro superficie 2,86 m  
 Ordinata centro superficie 11,76 m  
 Raggio superficie 11,73 m

**$x_c = 2,856$   $y_c = 11,762$   $R_c = 11,734$   $F_s=3,609$**

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	1,52	-7,7	1,53	1509,45	7,4	3,62	0,2	38,0	0,0	1500,5	-194,4
2	1,05	-1,4	1,05	2758,53	13,52	6,62	0,2	38,0	0,0	2764,7	-52,5
3	1,28	4,3	1,29	5247,94	25,71	12,6	0,2	38,0	0,0	5243,5	423,1
4	1,11	10,3	1,13	5955,75	29,18	14,29	0,2	38,0	0,0	5869,5	1089,1
5	1,45	16,7	1,52	7932,02	38,87	19,04	0,2	38,0	0,0	7603,3	2320,7
6	1,55	24,6	1,76	598,56	32,33	15,84	0,2	38,0	0,0	6000,8	2775,7
7	1,02	31,7	1,23	971,83	19,46	9,53	0,2	38,0	0,0	3377,7	2102,7
8	0,85	37,2	1,06	3800,25	18,62	9,12	0,2	38,0	0,0	3022,3	2313,4
9	1,72	45,9	2,47	6752,43	33,09	16,21	0,2	38,0	0,0	4689,9	4869,0
10	1,28	57,8	2,41	2102,74	10,3	5,05	0,2	38,0	0,0	1114,5	1784,8



#### 4.2 Valutazione del potenziale di liquefazione

Con il termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Le caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti nell'area permettono pertanto di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale (liquefazione) delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni in concomitanza di eventi sismici.

## 5 CONCLUSIONI

Il complesso delle indagini eseguite non ha evidenziato fattori contrari alla fattibilità della realizzazione delle opere a progetto che risultano compatibili con l'assetto idrogeologico e geomorfologico del sito stesso.

In base alla rielaborazione dei dati è emersa la stabilità globale dell'insieme operaterreno.

Rossa, 16.04.2018

Noemi Brambilla

*Dottore Geologo*

