

ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA  
 E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA  
 MAXILOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE

**Val di Chienti**  
 S.C.p.A.

IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE

IL PROGETTISTA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO

ATI: TECHNITAL s.p.a. (mandataria)  
 EGIS STRUCTURES & ENVIRONNEMENT S.A.  
 SICS s.r.l. Società Italiana Consulenza Strade  
 S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.  
 SOIL Geologia Geotecnica Opere in sottterraneo Difesa del territorio

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE *Dott. Ing. M. Raccosta*

IL GEOLOGO  
*Dott. Geol. F. Ferrari*

IL GEOLOGO

IL RESPONSABILE DELLA CONGRUENZA FUNZIONALE  
 CON IL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO  
 (ATI: TECHNITAL-EGIS-SOIL-SIS-SICS)

VISTO:IL RESPONSABILE  
 DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Vincenzo Lomma*

VISTO:IL COORDINATORE DELLA  
 SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE

LA DIREZIONE LAVORI

SUBLOTTO 1.2: S.S. 77 "VAL DI CHIEN TI" TRONCO PONTELATRAVE – FOLIGNO  
 TRATTI FOLIGNO-VALMENOTRE E GALLERIA MUCCIA-PONTELATRAVE (inclusa galleria)

AREA DI CANTIERE BASE N. 5 (B5)

RELAZIONE GEOTECNICA

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050011 ex F12C03000050010 (comunicazione CIPE 20/04/2015)				REVISIONE	FOGLIO	SCALA					
CODICE ELAB. e FILE	Opera	Lotto	Stato	Settore	WBS	Disciplina	Tipo Doc.	N. Progress.			
	L0703	A1	E	P	CA10100	GET	REL	001	A	01	01
D											
C											
B											
A	EMISSIONE						10/09/15			RASIMELLI	
REV.		DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	APPROVATO RESP. TECNICO ANAS	

---

**INDICE**

1. PREMESSA E METODOLOGIA D'INDAGINE .....	3
2. UBICAZIONE DEL SITO .....	4
3. INDAGINI IN SITO E PROVE DI LABORATORIO .....	6
3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H. ....	6
3.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	7
3.3 PROVE DI LABORATORIO.....	7
4. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOMECCANICI .....	9
5. QUALIFICA DEL MATERIALE UTILIZZATO PER I RIPORTI.....	10
6. PARAMETRI GEOMECCANICI CARATTERISTICI DEL TERRENO .....	10
7. VERIFICHE DI STABILITA' NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO .....	11
8. STIMA DEI CEDIMENTI .....	32
9. DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO .....	34
10. MODALITA' DI MESSA IN OPERA DEL RILEVATO .....	35
11. CONCLUSIONI .....	36

## 1. PREMESSA E METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio in esame è relativo al progetto di ripristino dell'area di cantiere denominata B5 ubicata poco a S dell'abitato di Muccia (MC).

Il progetto prevede, tramite rimodellamento geomorfologico dell'area, la realizzazione di nuovi impianti sportivi, rimodellamento che sarà concretizzato mediante il riporto di rocce provenienti dallo scavo delle gallerie stradali Maddalena e Costafiore durante la costruzione della nuova S.S. 77.

Il progetto definitivo dell'intervento è stato predisposto su incarico del Comune di Muccia ed ha avuto parere favorevole con prescrizioni dalla Provincia di Macerata (Determinazione Dirigenziale n° 15/9° settore del 30.01.2015).

La presente relazione è indirizzata alla definizione del "modello geotecnico del sito" sulla base del modello geologico e dei dati ricavati dalle indagini in sito e di laboratorio in modo tale da completare ed integrare quanto già prodotto ed ottemperare alle prescrizioni espresse dalla Provincia di Macerata.

In particolare saranno sviluppate le seguenti tematiche:

1. caratterizzazione litostratigrafica e fisico meccanica del terreno in posto e del rilevato;
2. parametri geotecnici caratteristici del terreno;
3. qualifica del materiale utilizzato per i riporti;
4. stabilità dell'area nelle condizioni di progetto;
5. valutazione dei cedimenti attesi nella coltre e nel rilevato;
6. decorso dei cedimenti nel tempo;
7. modalità e accorgimenti costruttivi per la messa in opera del rilevato.

Pertanto, per procedere ad un'ideale ricostruzione del modello geotecnico del sito è stata approntata, ai sensi delle N.T.C. del 14 gennaio 2008, un'indagine consistente in:

1. analisi e acquisizione dati dall'elaborato di conformità geomorfologica prodotto, su incarico del Comune di Muccia, dai Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei;
2. esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti D.P.S.H. con messa in opera di un piezometro a canna semplice;
3. esecuzione di n° 3 sondaggi a carotaggio continuo con misure di pocket penetrometer e vane test tascabile, prelievo di n° 8 campioni indisturbati di terreno, messa in opera di n° 3 piezometri tipo Norton ed esecuzione di n° 6 prove S.P.T.;
4. prelievo di n° 3 campioni rimaneggiati di terreno di riporto attualmente depositato nell'area e derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore;
5. esecuzione di prove di laboratorio su campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati;
6. misura del livello statico della falda nei fori di sondaggio e nei punti prova D.P.S.H.;
7. realizzazione di un allineamento di sismica a rifrazione;
8. esecuzione, da parte della Progeo di Forlì, di analisi sismica di 3° livello

9. reperimento stratigrafie sondaggi e prove di laboratorio della campagna geognostica eseguita per la progettazione del nuovo tracciato della S.S. 77;
10. reperimento analisi chimiche e fisico-meccaniche su campioni di terreno di riporto attualmente presenti nell'area.

## 2. UBICAZIONE DEL SITO

L'area in oggetto, ubicata in località Muccia (MC), è individuata dal Foglio I.G.M. n° 124 "Macerata" Quadrante III e dall'elemento n° 313090 "Muccia" della Carta Tecnica Regionale rispettivamente alla scala 1:25.000 e 1:10.000.

Si interviene poco a valle della nuova S.S. 77 "Val di Chienti", in una vallecola orientata NNE-SSW, nel tratto compreso tra le gallerie denominate "Costafiore" e "Maddalena".

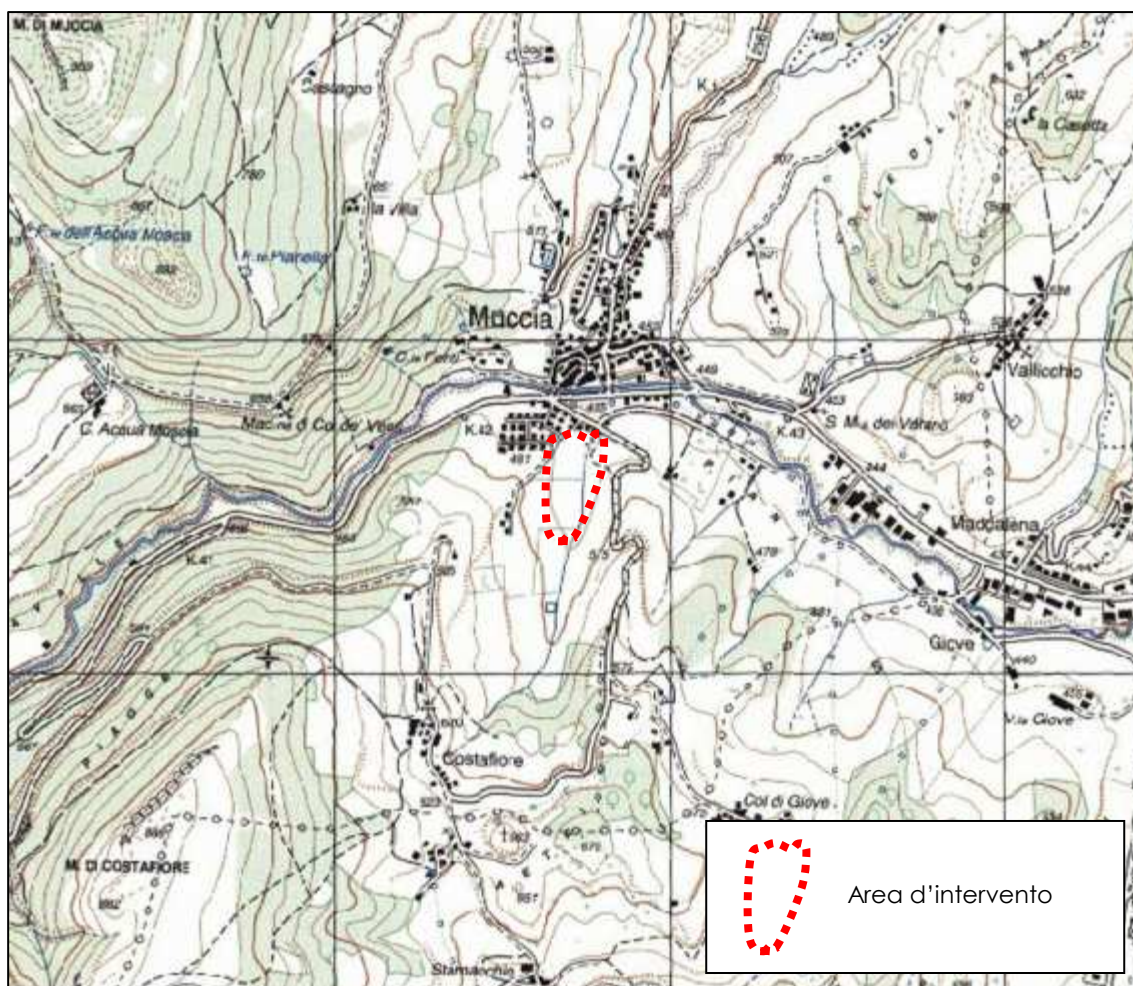


Fig. 1 Inquadramento territoriale – scala 1:25.000



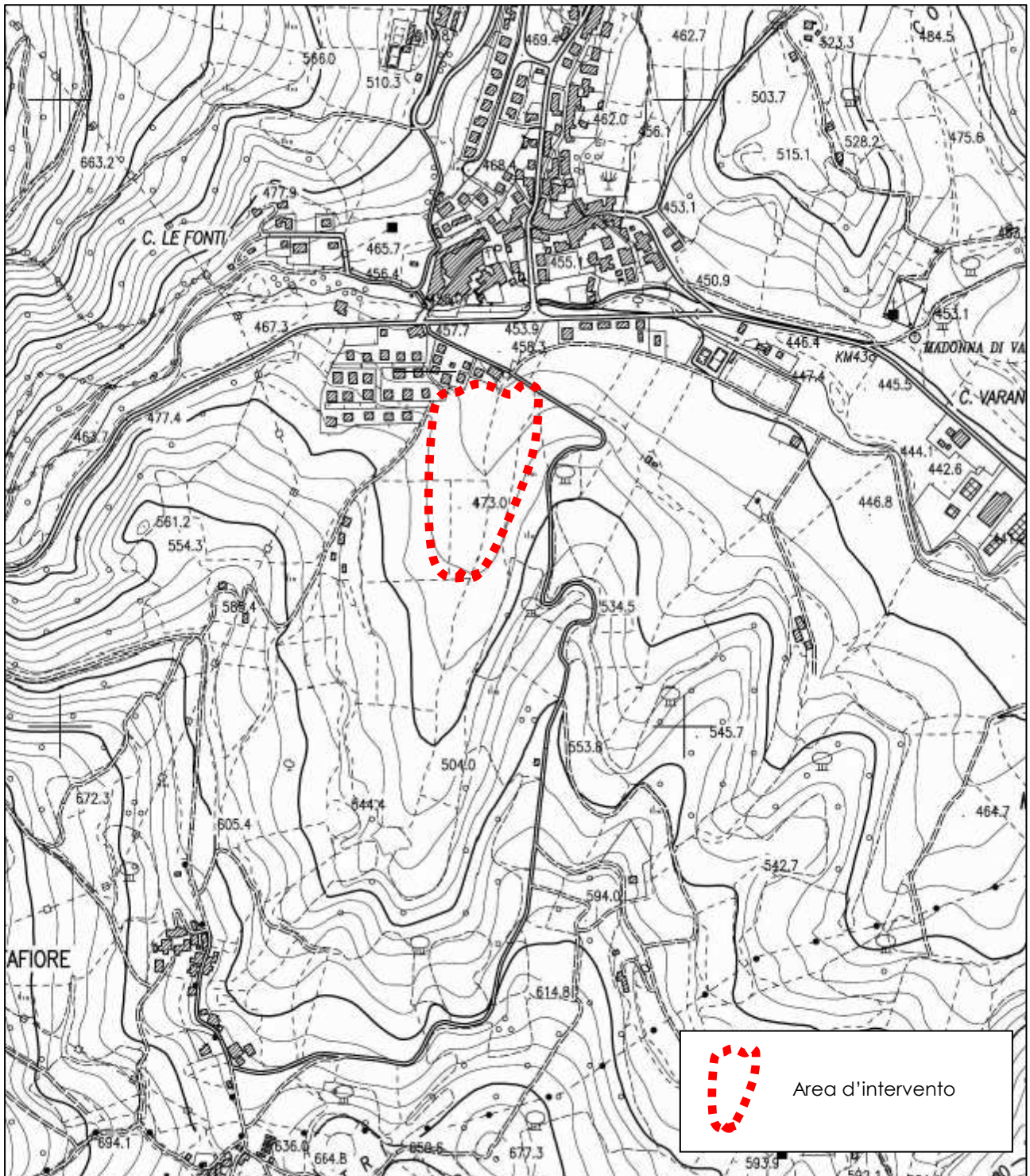


Fig. 2 Inquadramento territoriale – scala 1:10.000

### 3. INDAGINI IN SITO E PROVE DI LABORATORIO

Le indagini geognostiche, volte alla ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati, sono consistite in:

1. esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino al substrato roccioso con esecuzione di n. 6 prove S.P.T. , misure di pocket penetrometer e di vane test tascabile nelle carote appena estratte e prelievo di n. 8 campioni indisturbati di terreno e di un campione rimaneggiato;
2. esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti DPSH;
3. messa in opera di n. 3 piezometri nei fori di sondaggio e un piezometro nelle prove penetrometriche;
4. prelievo di n. 3 campioni rimaneggiati nel terreno di riporto attualmente presente nel sito e derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore;
5. analisi di laboratorio sui campioni indisturbati e non eseguite presso il laboratorio Orazi;
6. esecuzione di una linea sismica a rifrazione longitudinale all'area d'intervento;
7. reperimento dei risultati di determinazione della Vs 30 riportati nella relazione dei Dott.ri Mirco Moreschi e Mariano Tesei;
8. reperimento stratigrafia e prove di laboratorio sondaggio S14/pz eseguito dalla Servizi Geotecnici nel 2006;
9. reperimento analisi di laboratorio di un campione rimaneggiato prelevato nel terreno di riporto attualmente presente nel sito.

#### 3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.

Per l'esecuzione della suddetta indagine è stato utilizzato un penetrometro "PAGANI" del tipo Autoancorante Standard con una capacità di spinta di 200 KN.

Le caratteristiche della strumentazione utilizzata per le prove penetrometriche dinamiche sono riportate nella seguente tabella:

PENETROMETRO "PAGANI"	DPSH Tipo "Meardi" (AGI) TG 63-100 KN
PESO MAGLIO	63.50 Kg
ALTEZZA DI CADUTA	0.75 m
LUNGHEZZA ASTE	1.0 m
PESO ASTE	6.31 Kg/ml
ANGOLO PUNTA CONICA	60°
SEZIONE PUNTA	20.43 cm <sup>2</sup>
AVANZAMENTO	20 cm

Le prove hanno raggiunto una profondità rispettivamente di 12,40 m. (prova 1), 12,20 m. (prova 2) e 6,00 m. (prova 3) e sono state arrestate quando è stato raggiunto un numero di colpi > 60.

### 3.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi sono stati eseguiti dalla CAM perforazioni di Pesaro impiegando una sonda CMV MK 600F e utilizzando un carotiere semplice da Ø 101 per le parti in terra ed un carotiere doppio da Ø 101 + diamante per quelle in roccia.

Il foro è stato rivestito (rivestimento Ø 127) fino al raggiungimento del substrato roccioso.

Si riportano in tabulato i principali dati inerenti ai sondaggi:

SOND. n°	DATA ESEC. (inizio-fine)	PROF. m.	PROVE SPT		CAMPIONI SHELBY		PIEZOMETRO m.
			Nspt	PROF. (m.)	n°	PROF. (m.)	
1	27.05-29.05.2015	20,00	25-31-37 5-4-7	5,00-5,45 9,00-9,45	SH1 SH2 SH3	3,10-3,60 8,60-9,00 13,20-13,60	20,00
2	25.05-27.05.2015	20,00	6-8-5 10-17-23	4,40-4,85 8,20-8,65	SH1 SH2	4,00-4,40 6,60-7,00	20,00
3	21.05-25.05.2015	14,70	4-6-9 13-17-20	3,60-4,05 6,40-6,85	SH1 SH2 SH3	3,20-3,60 6,00-6,40 10,00-10,50	14,70

Sono stati inoltre reperiti stratigrafia e dati del sondaggio S14pz eseguito nel 2006 dalla Servizi Geotecnici, dati che si riportano in tabulato:

SOND. n°	DATA ESEC. (inizio-fine)	PROF. m.	PROVE SPT		CAMPIONI RIMANEGGIATI		PIEZOMETRO m.
			Nspt	PROF. (m.)	n°	PROF. (m.)	
S14/pz	20.06.2006 21.06.2006	32,00	4-7-5 7-7-9 24-r16	5,00-5,54 9,70-10,15 15,00-15,31	CR1 CR2 CR3 CR4	7,30-7,70 15,30-15,70 19,60-20,00 25,60-26,00	non specificato

### 3.3 PROVE DI LABORATORIO

Sui n° 6 campioni di terreno indisturbato prelevati nei sondaggi e in n° 3 campioni rimaneggiati prelevati nel terreno di riporto derivante dallo scavo delle gallerie Maddalena e Costafiore sono state eseguite prove di laboratorio atte alla determinazione delle principali caratteristiche fisiche e geotecniche.

Sono state eseguite le seguenti analisi e prove:

SOND. n°	CAMPIONE	PROF. m.	PROVE DI LABORATORIO									
			W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
1	SH 1	3,10-3,60	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
	SH 2	8,60-9,00	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	-	EDO	
	SH 3	13,20-13,60	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	-	EDO	
2	SH 2	6,60-7,00	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
3	SH 1	3,20-3,60	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	-	EDO	
	SH 3	10,00-10,50	W	PUV	PSG	GRA	LL-LP	LR	TDI (CD)	ELL	EDO	
SCAVO	CR1	-	-	-	-	-	-	-	TDI (CD)	-	-	
SCAVO	CR2	-	-	-	-	-	-	-	TDI (CD)	-	-	
SCAVO	CR3	-	-	-	-	-	-	-	TDI (CD)	-	-	

Sono stati inoltre reperiti i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni rimaneggiati di terreno prelevati nel sondaggio S14pz eseguito nel 2006 dalla Servizi Geotecnici e su campione rimaneggiato prelevato nell'accumulo attualmente presente nel sito, dati che si riportano in tabulato:

SOND. n°	CAMPIONE	PROF. m.	PROVE DI LABORATORIO										
			W	PUV	PVS	COST	e	S	GRA	LL-LP	ELL	TDI (CD)	
S14/pz	CR 1	7,30-7,70	-	-	-	-	-	-	-	GRA	LL-LP	ELL	-
	CR 2	15,30-15,65	-	-	-	-	-	-	-	GRA	LL-LP	-	TDI (CD)
SCAVO	-	-	W	PUV	PVS	COST	e	S	GRA	LL-LP	-	TDI (CD)	

W - Contenuto d'acqua allo stato naturale

E - indice vuoti

S - Grado di saturazione

COST - Prova di costipamento

PUV - Peso dell'Unità di Volume

PSG - Peso specifico dei granuli

PVS - Peso di volume secco

GRA - Analisi granulometrica

LL-LP - Limiti di Atterberg (liquido e plastico)

LR - Limite di ritiro

TDI (CD) - Prova di taglio diretto consolidata drenata con "scatola Casagrande"

ELL - Prova di compressione ad espansione laterale libera

EDO - Prova di consolidazione edometrica



#### 4. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOMECCANICI

Per quanto relativo alla parametrizzazione geomeccanica del terreno da prove in sito e di laboratorio si rimanda al Cap. n° 7 e n° 10 della relazione geologica.

In tale elaborato state individuate n° 3 Unità Litostratigrafiche e più precisamente:

**UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA N° 1:** si tratta della parte più superficiale del terreno attribuibile a riporti derivanti dallo scavo delle gallerie e litologicamente è costituita da frammenti lapidei marnosi, marnoso calcarei e calcareo marnosi in matrice limoso argillosa.

**UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA N° 2:** depositi prevalentemente limoso argillosi, di copertura al substrato roccioso, talora con frammenti lapidei per lo più a spigoli vivi che localmente possono essere prevalenti ed immersi in matrice limoso argillosa e/o limoso sabbioso argillosa.

**UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA N° 3:** presente alla base dell'unità n° 2 è costituita da substrato roccioso, da fratturato a molto fratturato, di natura marnosa, marnoso calcarea e calcareo marnosa ascrivibile alle Formazioni della Scaglia Cinerea e del Bisciario.

Si riportano in tabulato le caratteristiche principali delle varie unità riportate nella relazione Geologica.

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	SPESSORE M	$\gamma$ T/MC	CU KG/CMQ	C' KG/CMQ	$\Phi'$ °	M KG/CMQ
<b>N° 1</b> – Terreno di riporto derivante dallo scavo delle gallerie	0-20	1,86 1,99 (1,94)	-	0,035 0,075 (0,056)	29,3 30,6 (30)	-
<b>N° 2</b> – Limo argilloso	5-15	1,80 1,93 (1,88)	0,37 1,25 (0,68)	0,075 0,156 (0,121)	22,2 28 (25,5)	34,84 217,39 (109,60)
<b>N° 2</b> – Frammenti lapidei in matrice lim. arg. o lim. sabb.		1,80	-	-	39,5 47 (45)	-

I parametri dell'Unità litostratigrafica 3 sono stati ripresi dalla relazione dei Dott.ri Moreschi e Tesi.

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	$\gamma$ T/MC	C KG/CMQ	$\Phi$ °
<b>N° 3</b> – Substrato roccioso	2,20	> 0,1	30-32

## 5. QUALIFICA DEL MATERIALE UTILIZZATO PER I RIPORTI

Come riportato nella "Relazione di qualifica del materiale per ritombamenti e rimodellamenti morfologici scavato nelle gallerie Maddalena e Costafiore" allegata alla Relazione Geologica e prodotta dalla Val di Chienti S.C.p.A., il materiale è dichiarato dal Consorzio qualificato ed idoneo all'esecuzione di ritombamenti e rimodellamenti morfologici per le Opere per le quali sia previsto l'impiego di una terra appartenente al Gruppo A2, sottogruppo A2-6.

## 6. PARAMETRI GEOMECCANICI CARATTERISTICI DEL TERRENO

Come riportato nelle "Istruzioni per l'applicazione delle N.T.C. 14.01.2008" (circolare n° 617 del 02.02.2009) nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deve derivare da una stima cautelativa in funzione del tipo di fondazione e del conseguente volume significativo di terreno interessato.

Il valore caratteristico  $K$  rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove ed è definito con approccio statistico facendo riferimento al metodo conservativo di Cox:

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\frac{\alpha}{2}}^* \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$$

Per la definizione dei parametri caratteristici, al fine di avere un quadro più completo e cautelativo, si è tenuto anche conto dei valori di coesione non drenata derivanti, per terreni coesivi, dall'interpretazione delle prove penetrometriche DPSH, delle prove SPT e delle misure di pocket penetrometer del sondaggio S14 tratti dalla relazione Geologica.

Non si è invece tenuto conto delle misure di pocket penetrometer dei sondaggi n° 1-2-3 in quanto non allineate ai valori derivanti da analisi di laboratorio e altre prove in sito.

Nelle verifiche seguenti saranno adottati i seguenti parametri caratteristici del terreno:

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	$\gamma_K$ T/MC	$C_{UK}$ KG/CMQ	$C'_K$ KG/CMQ	$\Phi'_K$ °	$M_K$ KG/CMQ
<b>N° 1</b>	1,90	-	0,05	30	-
<b>N° 2</b>	1,85	0,64	0,10	24	69

## 7. VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche sono state eseguite con il Programma "Slope" prodotto dalla Geostru, utilizzando il metodo di Morgenstern & Price ed il tipo di approccio (A2+M2+R2) come da NTC del 14.01.2008 utilizzando i coefficienti parziali per i parametri geomeccanici come da tab. 6.2.11 riportata sotto.

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

E' stato adottato il seguente modello geomeccanico:

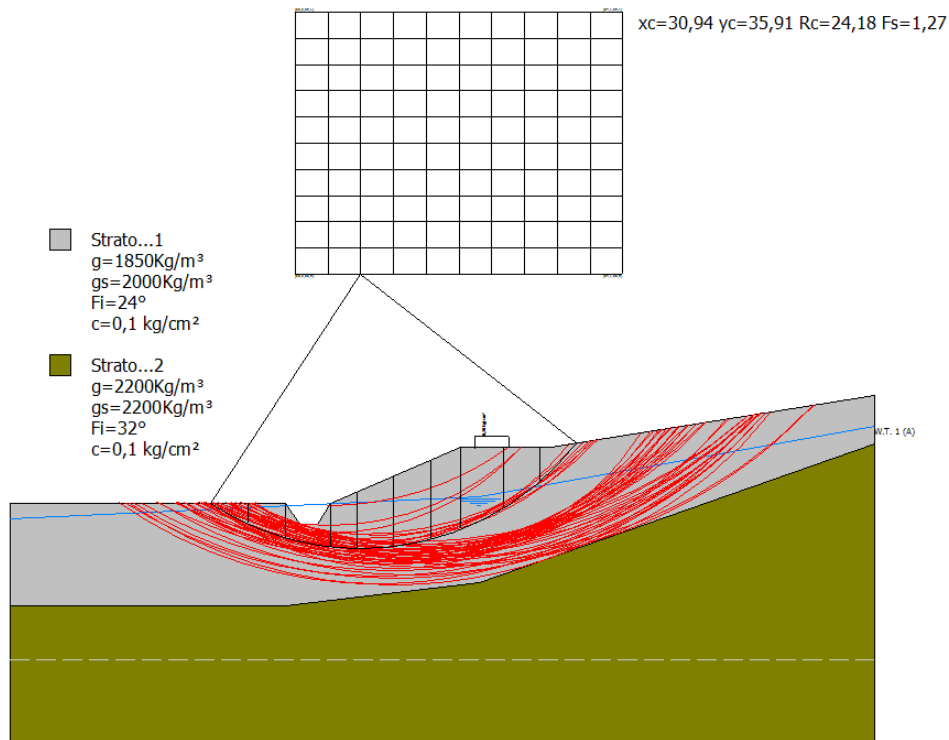
1. si considera il terreno come costituito da n° 2 o 3 strati corrispondenti alle unità litostratigrafiche precedentemente descritte;
2. è stato considerato un livello della falda al di sotto dei drenaggi di consolidazione ad una profondità di 1 m. dalla base del riporto (livello più alto di quello misurato in campagna);
3. le verifiche sono condotte nelle condizioni di progetto ed in termini di sforzi efficaci;
4. sono assunti i parametri sismici di cui al Cap. 9 della relazione Geologica;
5. sono assunti i parametri geomeccanici caratteristici del terreno come da Cap. 6;
6. sono verificate le sezioni n° 6-7 che presentano i maggiori sbancamenti e riporti di terreno.

Si riassumono in tabulato i risultati ottenuti:

SEZ. DI VERIFICA	NOTE	Fs MINIMO
6	sbancamento	1,27
7	Sbancamento di monte	1,15
7	Riporto di valle	1,30
7	Pendio globale	2,50

Tutte le potenziali superfici di scorrimento ipotizzate nelle verifiche di stabilità hanno determinato valori minimi del coefficiente di sicurezza buoni con minimo di  $F_s = 1,15$ . In considerazione dell'alta affidabilità dei dati acquisiti con indagini in sito e di laboratorio, dell'utilizzo di parametri geomeccanici del terreno cautelativi e della riduzione degli stessi secondo i coefficienti correttivi come da normativa vigente, si ritiene che gli interventi di riporto e sbancamento siano idonei a garantire la stabilità dell'area.

## SEZIONE 6 SBANCAMENTO



### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
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	25,15 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	35,91 m
Ascissa vertice destro superiore xs	54,07 m
Ordinata vertice destro superiore ys	59,06 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:	E
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

### 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.	1,3248	0,2	0,027	0,0135
S.L.D.	1,6512	0,2	0,0337	0,0168
S.L.V.	3,6118	0,28	0,1031	0,0516
S.L.C.	4,066	0,28	0,1161	0,058

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,1031

Coefficiente azione sismica verticale 0,0516

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	15,7
2	24,31	15,67
3	25,56	13,87
4	27,06	13,87
5	28,31	15,67
6	39,77	20,66
7	47,76	20,66
8	76,28	25,25

### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	14,29
2	41,39	16,25
3	76,28	22,49

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	6,65
2	24,31	6,65
3	41,39	8,65
4	76,28	20,9

### 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**

Strato	Litologia	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	
1	Limo argilloso	0,10	24	1850	2000	
2	Substrato rocc.	0,1	32	2200	2200	

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	41	20,66	44	20,66	0,2

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,27
Ascissa centro superficie	30,94 m
Ordinata centro superficie	35,91 m
Raggio superficie	24,18 m

**Numero di superfici esaminate....(208)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	25,2	35,9	24,3	1,49
2	26,6	37,1	23,9	1,39
3	28,0	35,9	22,9	1,29
4	29,5	37,1	25,6	1,32
5	30,9	35,9	24,2	1,27
6	32,4	37,1	24,7	1,29
7	33,8	35,9	25,9	1,28
8	35,3	37,1	26,6	1,28
9	36,7	35,9	25,2	1,29
10	38,2	37,1	22,8	1,68
11	39,6	35,9	24,5	1,46
12	41,1	37,1	25,2	1,60
13	42,5	35,9	23,9	1,66
14	44,0	37,1	24,3	1,78
15	45,4	35,9	23,6	1,83
16	46,8	37,1	23,1	2,08
17	48,3	35,9	22,4	2,13
18	49,7	37,1	24,3	2,18
19	51,2	35,9	21,3	2,36
20	52,6	37,1	22,7	2,25
21	54,1	35,9	19,7	2,18
22	25,2	38,2	25,7	1,50
23	26,6	39,4	27,3	1,43
24	28,0	38,2	24,5	1,32
25	29,5	39,4	27,5	1,33
26	30,9	38,2	26,1	1,30
27	32,4	39,4	26,6	1,31
28	33,8	38,2	27,9	1,28
29	35,3	39,4	28,6	1,28
30	36,7	38,2	27,2	1,29
31	38,2	39,4	24,7	1,73
32	39,6	38,2	26,5	1,44
33	41,1	39,4	27,2	1,57
34	42,5	38,2	25,7	1,65
35	44,0	39,4	28,4	1,84
36	45,4	38,2	23,8	2,06
37	46,8	39,4	26,5	1,83
38	48,3	38,2	25,4	1,92
39	49,7	39,4	24,9	2,13



---

40	51,2	38,2	23,8	2,19
41	52,6	39,4	23,3	2,43
42	54,1	38,2	20,5	2,29
43	25,2	40,5	29,2	1,51
44	26,6	41,7	28,8	1,42
45	28,0	40,5	28,2	1,37
46	29,5	41,7	29,1	1,36
47	30,9	40,5	28,0	1,31
48	32,4	41,7	31,3	1,31
49	33,8	40,5	30,0	1,28
50	35,3	41,7	30,6	1,29
51	36,7	40,5	29,2	1,29
52	38,2	41,7	33,2	1,77
53	39,6	40,5	28,5	1,43
54	41,1	41,7	28,5	1,60
55	42,5	40,5	30,2	1,71
56	44,0	41,7	29,4	1,60
57	45,4	40,5	27,6	1,75
58	46,8	41,7	27,1	2,03
59	48,3	40,5	26,0	2,09
60	49,7	41,7	25,5	2,40
61	51,2	40,5	26,9	2,13
62	52,6	41,7	24,1	2,62
63	54,1	40,5	23,0	2,24
64	25,2	42,9	30,8	1,51
65	26,6	44,0	32,5	1,45
66	28,0	42,9	27,4	1,32
67	29,5	44,0	33,2	1,37
68	30,9	42,9	29,9	1,34
69	32,4	44,0	33,3	1,31
70	33,8	42,9	32,0	1,29
71	35,3	44,0	32,6	1,29
72	36,7	42,9	31,3	1,30
73	38,2	44,0	35,3	1,77
74	39,6	42,9	30,3	1,46
75	41,1	44,0	29,6	1,75
76	42,5	42,9	31,2	1,50
77	44,0	44,0	30,6	1,69
78	45,4	42,9	28,7	1,86
79	46,8	44,0	31,5	1,66
80	48,3	42,9	29,9	1,78
81	49,7	44,0	29,4	1,98
82	51,2	42,9	27,9	2,07
83	52,6	44,0	24,9	2,61
84	54,1	42,9	26,1	2,29
85	25,2	45,2	32,4	1,52
86	26,6	46,3	36,2	1,47
87	28,0	45,2	33,6	1,42
88	29,5	46,3	34,7	1,38
89	30,9	45,2	34,3	1,35
90	32,4	46,3	35,4	1,32
91	33,8	45,2	34,0	1,31
92	35,3	46,3	34,6	1,30
93	36,7	45,2	33,3	1,31
94	38,2	46,3	36,7	1,42
95	39,6	45,2	34,9	1,30
96	41,1	46,3	34,2	1,43
97	42,5	45,2	32,4	1,55
98	44,0	46,3	31,8	1,82
99	45,4	45,2	33,4	1,67
100	46,8	46,3	32,8	1,73
101	48,3	45,2	31,0	1,88
102	49,7	46,3	30,5	2,15
103	51,2	45,2	26,0	2,80
104	54,1	45,2	27,3	2,23
105	25,2	47,5	36,2	1,53

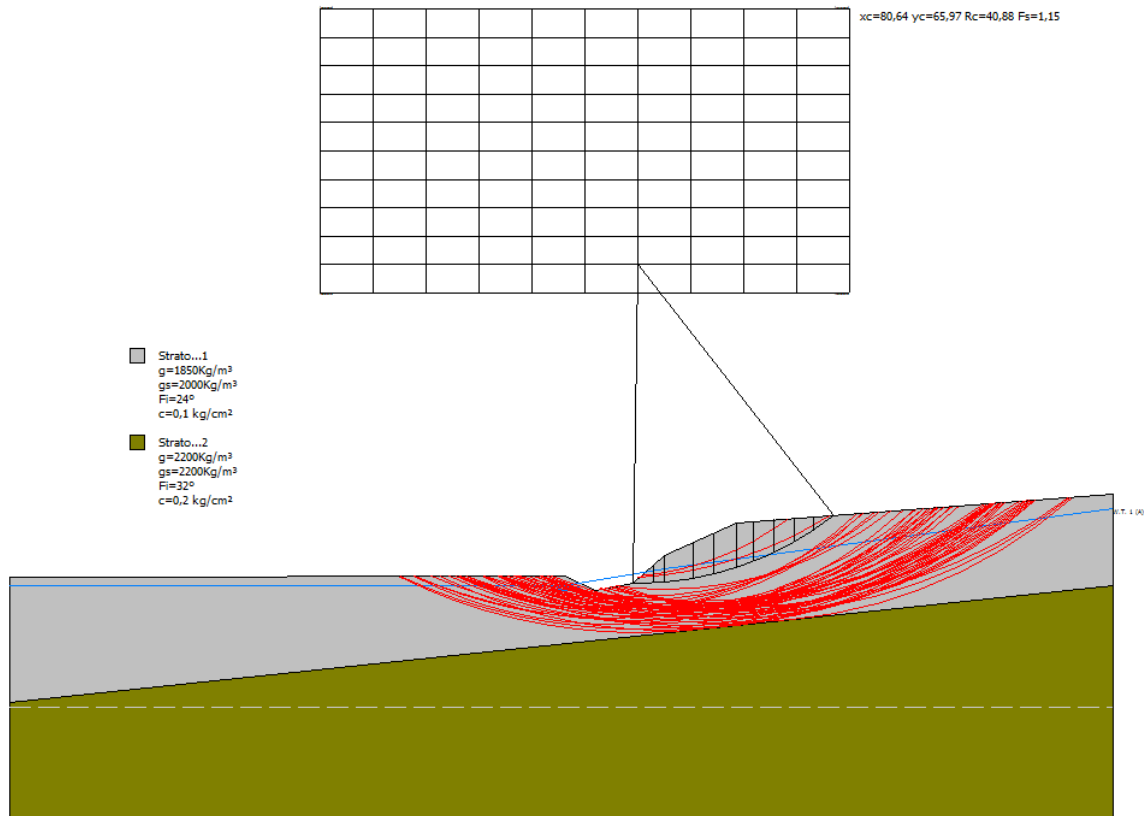
---

106	26,6	48,6	37,9	1,48
107	28,0	47,5	37,6	1,43
108	29,5	48,6	38,9	1,40
109	30,9	47,5	35,8	1,36
110	32,4	48,6	40,0	1,33
111	33,8	47,5	36,0	1,32
112	35,3	48,6	36,7	1,32
113	36,7	47,5	38,6	1,54
114	38,2	48,6	37,9	1,28
115	39,6	47,5	32,7	1,75
116	41,1	48,6	35,5	1,54
117	42,5	47,5	33,6	1,66
118	44,0	48,6	36,5	1,47
119	45,4	47,5	34,7	1,59
120	46,8	48,6	34,2	1,82
121	48,3	47,5	32,3	1,98
122	49,7	48,6	28,5	3,73
123	51,2	47,5	30,2	2,48
124	52,6	48,6	30,1	2,49
125	54,1	47,5	28,6	2,41
126	25,2	49,8	40,2	1,55
127	26,6	51,0	35,1	1,47
128	28,0	49,8	39,3	1,43
129	29,5	51,0	40,6	1,40
130	30,9	49,8	40,3	1,36
131	32,4	51,0	41,7	1,32
132	33,8	49,8	41,3	1,32
133	35,3	51,0	41,6	1,28
134	36,7	49,8	39,8	1,28
135	38,2	51,0	39,2	1,32
136	39,6	49,8	37,3	1,38
137	41,1	51,0	40,2	1,43
138	42,5	49,8	38,4	1,37
139	44,0	51,0	37,9	1,54
140	45,4	49,8	36,1	1,67
141	46,8	51,0	35,7	1,94
142	48,3	49,8	33,8	2,12
143	49,7	51,0	33,5	2,51
144	51,2	49,8	31,7	2,75
145	25,2	52,1	42,0	1,55
146	26,6	53,3	43,7	1,47
147	28,0	52,1	41,0	1,44
148	29,5	53,3	42,3	1,41
149	30,9	52,1	42,0	1,36
150	32,4	53,3	43,3	1,35
151	33,8	52,1	43,0	1,31
152	35,3	53,3	42,9	1,30
153	36,7	52,1	41,0	1,28
154	38,2	53,3	43,9	1,71
155	39,6	52,1	38,7	1,50
156	41,1	53,3	38,2	1,79
157	42,5	52,1	36,4	2,00
158	44,0	53,3	39,4	1,63
159	45,4	52,1	37,5	1,77
160	46,8	53,3	33,8	4,30
161	48,3	52,1	31,9	4,59
162	49,7	53,3	35,1	2,75
163	51,2	52,1	33,3	2,90
164	52,6	53,3	33,2	2,90
165	25,2	54,4	41,5	1,60
166	26,6	55,6	43,2	1,53
167	28,0	54,4	42,7	1,47
168	29,5	55,6	46,8	1,40
169	30,9	54,4	43,6	1,37
170	32,4	55,6	45,0	1,35
171	33,8	54,4	44,7	1,31

---

172	35,3	55,6	44,2	1,32
173	36,7	54,4	42,4	1,32
174	38,2	55,6	45,3	1,27
175	39,6	54,4	43,5	1,29
176	41,1	55,6	43,1	1,39
177	42,5	54,4	37,8	2,23
178	44,0	55,6	40,9	1,73
179	45,4	54,4	39,0	1,90
180	46,8	55,6	38,8	2,25
181	48,3	54,4	37,0	2,49
182	51,2	54,4	35,0	2,82
183	25,2	56,7	40,9	1,53
184	26,6	57,9	45,0	1,56
185	28,0	56,7	44,5	1,49
186	29,5	57,9	48,7	1,39
187	30,9	56,7	48,4	1,35
188	32,4	57,9	46,7	1,36
189	33,8	56,7	46,1	1,32
190	35,3	57,9	45,6	1,34
191	36,7	56,7	47,2	1,53
192	38,2	57,9	43,4	1,61
193	39,6	56,7	41,5	1,78
194	41,1	57,9	44,6	1,48
195	42,5	56,7	42,7	1,59
196	44,0	57,9	42,5	1,86
197	45,4	56,7	37,2	4,54
198	48,3	56,7	38,6	2,72
199	49,7	57,9	38,5	3,26
200	51,2	56,7	36,7	3,09
201	25,2	59,1	42,7	1,67
202	28,0	59,1	49,0	1,45
203	30,9	59,1	50,2	1,34
204	33,8	59,1	47,5	1,34
205	36,7	59,1	41,8	2,28
206	39,6	59,1	43,0	2,00
207	42,5	59,1	44,3	1,70
208	45,4	59,1	42,3	2,21

## SEZIONE 7 SBANCAMENTO



### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
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	39,84 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	62,32 m
Ascissa vertice destro superiore xs	107,84 m
Ordinata vertice destro superiore ys	98,81 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: E  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

**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.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.D.	1,376	0,2	0,0281	0,014
S.L.V.	3,0098	0,28	0,0859	0,043
S.L.C.	3,3883	0,28	0,0967	0,0484

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0859

Coefficiente azione sismica verticale 0,043

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	25,76
2	71,19	25,93
3	75,17	24,13
4	80,0	25,06
5	84,1	28,68
6	93,4	32,82
7	141,68	36,53

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	24,76
2	71,19	24,76
3	84,1	26,87
4	141,68	34,69


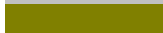
**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	9,71
2	141,68	24,68

**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**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,1		24	1850	2000	
2	0,2		32	2200	2200	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,15
Ascissa centro superficie	80,64 m
Ordinata centro superficie	65,97 m
Raggio superficie	40,88 m

**Numero di superfici esaminate....(209)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	43,2	64,1	48,7	3,80
2	46,6	62,3	47,2	3,97
3	50,0	64,1	46,3	4,16
4	53,4	62,3	42,2	4,47
5	56,8	64,1	47,2	3,67
6	60,2	62,3	45,8	2,79
7	63,6	64,1	45,7	2,17
8	67,0	62,3	44,5	1,89
9	70,4	64,1	46,2	1,65
10	73,8	62,3	42,0	1,39
11	77,2	64,1	38,3	1,22
12	80,6	62,3	40,3	1,16
13	84,0	64,1	43,7	1,16
14	87,4	62,3	41,1	1,15
15	90,8	64,1	41,9	1,22
16	94,2	62,3	39,3	1,40
17	97,6	64,1	41,7	1,52
18	101,0	62,3	41,3	1,61
19	104,4	64,1	39,7	2,05
20	107,8	62,3	35,9	2,53
21	43,2	67,8	52,3	3,76
22	46,6	66,0	47,7	4,02
23	50,0	67,8	49,9	4,23
24	53,4	66,0	45,8	4,56
25	56,8	67,8	50,7	3,09
26	60,2	66,0	49,4	2,70
27	63,6	67,8	49,2	2,32
28	67,0	66,0	48,0	1,80
29	70,4	67,8	49,8	1,59
30	73,8	66,0	45,7	1,38
31	77,2	67,8	46,3	1,27
32	80,6	66,0	40,9	1,15
33	84,0	67,8	46,9	1,17
34	87,4	66,0	44,4	1,17
35	90,8	67,8	45,1	1,24
36	94,2	66,0	45,5	1,26
37	97,6	67,8	47,3	1,38
38	101,0	66,0	43,5	1,69
39	104,4	67,8	42,1	2,17
40	107,8	66,0	41,6	2,15
41	39,8	69,6	56,0	4,90
42	43,2	71,4	55,8	3,74
43	46,6	69,6	51,2	4,00
44	50,0	71,4	53,4	4,29
45	53,4	69,6	57,7	4,18
46	56,8	71,4	54,3	3,76
47	60,2	69,6	52,9	2,16
48	63,6	71,4	52,7	2,45
49	67,0	69,6	51,5	1,74
50	70,4	71,4	53,5	1,56
51	73,8	69,6	51,3	1,38
52	77,2	71,4	49,5	1,29
53	80,6	69,6	46,7	1,21
54	84,0	71,4	47,2	1,18



---

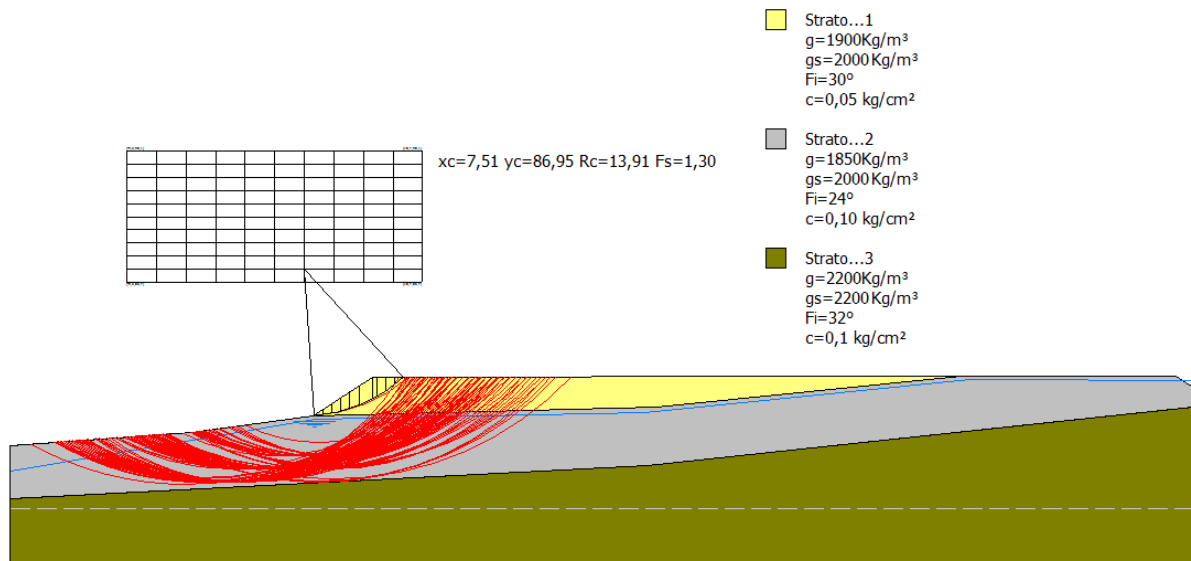
55	87,4	69,6	47,7	1,19
56	90,8	71,4	51,4	1,21
57	94,2	69,6	47,7	1,32
58	97,6	71,4	49,6	1,42
59	101,0	69,6	45,8	1,78
60	104,4	71,4	47,8	1,91
61	107,8	69,6	40,9	2,99
62	43,2	75,1	59,1	3,74
63	46,6	73,3	54,8	3,99
64	50,0	75,1	57,0	4,37
65	53,4	73,3	58,5	4,14
66	56,8	75,1	57,8	2,76
67	60,2	73,3	56,5	1,98
68	63,6	75,1	56,2	2,06
69	67,0	73,3	55,0	1,68
70	70,4	75,1	57,1	1,54
71	73,8	73,3	47,4	1,33
72	77,2	75,1	55,3	1,30
73	80,6	73,3	49,9	1,24
74	84,0	75,1	53,5	1,22
75	87,4	73,3	51,0	1,21
76	90,8	75,1	53,8	1,23
77	94,2	73,3	50,0	1,39
78	97,6	75,1	52,0	1,51
79	101,0	73,3	48,3	1,91
80	104,4	75,1	50,4	1,94
81	107,8	73,3	46,7	2,35
82	43,2	78,7	62,0	3,76
83	46,6	76,9	58,4	3,99
84	50,0	78,7	63,6	4,27
85	53,4	76,9	64,9	3,46
86	56,8	78,7	61,4	2,52
87	60,2	76,9	60,0	1,84
88	63,6	78,7	59,8	1,99
89	67,0	76,9	58,6	1,64
90	70,4	78,7	60,4	1,53
91	73,8	76,9	57,8	1,37
92	77,2	78,7	53,1	1,28
93	80,6	76,9	56,0	1,26
94	84,0	78,7	56,8	1,24
95	87,4	76,9	57,5	1,20
96	90,8	78,7	56,2	1,25
97	94,2	76,9	55,7	1,26
98	97,6	78,7	57,8	1,35
99	101,0	76,9	54,1	1,61
100	104,4	78,7	49,8	2,81
101	39,8	80,6	64,7	3,65
102	43,2	82,4	65,0	3,79
103	46,6	80,6	61,9	4,00
104	50,0	82,4	67,2	3,80
105	53,4	80,6	62,7	3,22
106	56,8	82,4	64,9	2,59
107	60,2	80,6	63,6	1,75
108	63,6	82,4	63,3	1,93
109	67,0	80,6	62,1	1,60
110	70,4	82,4	63,7	1,55
111	73,8	80,6	61,1	1,37
112	77,2	82,4	61,9	1,32
113	80,6	80,6	59,3	1,27
114	84,0	82,4	63,4	1,25
115	87,4	80,6	59,9	1,23
116	90,8	82,4	61,9	1,24
117	94,2	80,6	58,2	1,33
118	97,6	82,4	60,4	1,41
119	101,0	80,6	53,5	2,17
120	104,4	82,4	52,6	3,13

---

121	43,2	86,0	68,0	3,84
122	46,6	84,2	68,4	3,58
123	50,0	86,0	70,7	3,18
124	53,4	84,2	66,3	2,94
125	56,8	86,0	68,5	2,47
126	60,2	84,2	67,1	1,70
127	63,6	86,0	69,3	1,83
128	67,0	84,2	65,6	1,57
129	70,4	86,0	67,0	1,54
130	73,8	84,2	64,4	1,37
131	77,2	86,0	65,2	1,33
132	80,6	84,2	62,6	1,28
133	84,0	86,0	66,1	1,25
134	87,4	84,2	62,4	1,25
135	90,8	86,0	64,5	1,26
136	94,2	84,2	64,0	1,27
137	97,6	86,0	59,8	1,90
138	101,0	84,2	59,4	1,79
139	104,4	86,0	58,7	2,29
140	43,2	89,7	71,1	3,90
141	46,6	87,9	71,4	3,59
142	50,0	89,7	74,3	2,95
143	53,4	87,9	69,8	2,72
144	56,8	89,7	72,0	2,36
145	60,2	87,9	70,7	1,65
146	63,6	89,7	72,9	1,80
147	67,0	87,9	69,1	1,55
148	70,4	89,7	70,2	1,54
149	73,8	87,9	67,7	1,37
150	77,2	89,7	68,4	1,34
151	80,6	87,9	69,1	1,26
152	84,0	89,7	68,6	1,26
153	87,4	87,9	68,2	1,23
154	90,8	89,7	63,9	1,60
155	94,2	87,9	66,7	1,29
156	97,6	89,7	62,6	2,09
157	101,0	87,9	59,0	2,64
158	104,4	89,7	58,4	3,86
159	107,8	87,9	58,2	3,07
160	39,8	91,5	73,9	3,74
161	43,2	93,3	74,2	3,98
162	46,6	91,5	74,4	3,61
163	50,0	93,3	77,8	2,32
164	53,4	91,5	73,4	2,53
165	56,8	93,3	75,6	2,26
166	60,2	91,5	74,2	1,62
167	63,6	93,3	76,4	1,77
168	67,0	91,5	72,6	1,53
169	70,4	93,3	73,5	1,54
170	73,8	91,5	71,0	1,38
171	77,2	93,3	71,7	1,35
172	80,6	91,5	72,3	1,27
173	84,0	93,3	71,2	1,28
174	87,4	91,5	70,8	1,25
175	90,8	93,3	69,8	1,34
176	94,2	91,5	69,4	1,31
177	97,6	93,3	68,6	1,63
178	101,0	91,5	65,1	1,98
179	104,4	93,3	64,6	2,62
180	39,8	95,2	77,0	3,78
181	43,2	97,0	77,3	4,07
182	46,6	95,2	74,4	4,39
183	50,0	97,0	80,8	2,32
184	53,4	95,2	77,0	2,53
185	56,8	97,0	79,1	1,90
186	60,2	95,2	77,8	1,59

187	63,6	97,0	80,0	1,74
188	67,0	95,2	76,1	1,53
189	70,4	97,0	76,8	1,54
190	73,8	95,2	77,2	1,36
191	77,2	97,0	75,0	1,36
192	80,6	95,2	74,9	1,28
193	84,0	97,0	77,1	1,28
194	87,4	95,2	73,4	1,28
195	90,8	97,0	72,5	1,42
196	94,2	95,2	69,0	1,78
197	97,6	97,0	71,5	1,73
198	101,0	95,2	64,8	3,18
199	104,4	97,0	67,7	2,81
200	39,8	98,8	80,2	3,84
201	46,6	98,8	77,6	4,58
202	53,4	98,8	80,5	2,67
203	60,2	98,8	81,3	1,57
204	67,0	98,8	79,4	1,53
205	73,8	98,8	80,6	1,36
206	80,6	98,8	77,5	1,33
207	87,4	98,8	76,1	1,31
208	94,2	98,8	75,0	1,43
209	101,0	98,8	71,1	2,25

### SEZIONE 7 RIPORTO



#### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
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	-9,34 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	85,71 m
Ascissa vertice destro superiore xs	18,74 m
Ordinata vertice destro superiore ys	98,07 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:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

**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.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.D.	1,376	0,2	0,0281	0,014
S.L.V.	3,0098	0,28	0,0859	0,043
S.L.C.	3,3883	0,28	0,0967	0,0484

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,086  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,043

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	-20,37	70,22
2	-3,21	71,42
3	8,3	72,98
4	13,94	76,7
5	55,46	76,82
6	90,26	76,82
7	91,46	75,98
8	92,3	75,98
9	95,54	79,34
10	117,25	80,9

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	-20,37	67,82
2	8,54	72,74
3	39,86	73,34
4	70,7	76,46
5	93,14	76,34
6	95,42	78,62
7	117,25	80,54

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

N	X (m)	y (m)
1	-20,37	70,22
2	-3,21	71,42
3	8,3	72,98
4	8,31	72,98
5	40,94	73,82
6	69,86	76,82
7	90,26	76,82
8	91,46	75,98
9	92,3	75,98
10	95,54	79,34
11	117,25	80,9

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	-20,37	65,17
2	39,98	68,3
3	117,25	76,56

**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**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		30	1900	2000	
2	0,10		24	1850	2000	
3	0,1		32	2200	2200	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,3
Ascissa centro superficie	7,51 m
Ordinata centro superficie	86,95 m
Raggio superficie	13,91 m

**Numero di superfici esaminate....(221)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	-9,3	85,7	18,0	3,08
2	-7,9	86,3	18,2	3,05
3	-6,5	85,7	18,4	2,58
4	-5,1	86,3	19,6	2,32
5	-3,7	85,7	19,0	2,04
6	-2,3	86,3	19,6	1,70
7	-0,9	85,7	19,0	1,58
8	0,5	86,3	19,6	1,43
9	1,9	85,7	17,7	1,41
10	3,3	86,3	18,3	1,35
11	4,7	85,7	17,7	1,33
12	6,1	86,3	17,1	1,32
13	7,5	85,7	16,5	1,33
14	8,9	86,3	15,8	1,39
15	10,3	85,7	16,5	1,44
16	11,7	86,3	18,3	1,56
17	13,1	85,7	17,4	1,65
18	14,5	86,3	19,2	1,79

---

19	15,9	85,7	18,5	1,95
20	17,3	86,3	18,9	2,12
21	18,7	85,7	18,2	2,43
22	-9,3	87,0	19,1	3,12
23	-7,9	87,6	20,3	2,67
24	-6,5	87,0	20,6	2,35
25	-5,1	87,6	20,6	2,22
26	-3,7	87,0	20,2	1,94
27	-2,3	87,6	20,8	1,61
28	-0,9	87,0	20,2	1,54
29	0,5	87,6	20,8	1,39
30	1,9	87,0	19,0	1,37
31	3,3	87,6	19,6	1,35
32	4,7	87,0	19,0	1,34
33	6,1	87,6	18,3	1,32
34	7,5	87,0	13,9	1,30
35	8,9	87,6	18,3	1,40
36	10,3	87,0	17,7	1,47
37	11,7	87,6	19,4	1,55
38	13,1	87,0	20,0	1,65
39	14,5	87,6	20,4	1,77
40	15,9	87,0	19,7	1,92
41	17,3	87,6	20,1	2,09
42	18,7	87,0	19,4	2,35
43	-9,3	88,2	19,1	4,06
44	-7,9	88,8	21,3	2,68
45	-6,5	88,2	21,6	2,42
46	-5,1	88,8	22,8	2,02
47	-3,7	88,2	21,4	1,83
48	-2,3	88,8	22,1	1,59
49	-0,9	88,2	21,4	1,50
50	0,5	88,8	22,1	1,41
51	1,9	88,2	21,4	1,39
52	3,3	88,8	20,8	1,34
53	4,7	88,2	18,9	1,33
54	6,1	88,8	19,5	1,33
55	7,5	88,2	15,1	1,34
56	8,9	88,8	19,5	1,41
57	10,3	88,2	18,9	1,48
58	11,7	88,8	20,6	1,55
59	13,1	88,2	21,2	1,64
60	14,5	88,8	21,6	1,76
61	15,9	88,2	20,9	1,90
62	17,3	88,8	21,3	2,06
63	18,7	88,2	20,6	2,29
64	-9,3	89,4	20,2	4,20
65	-7,9	90,0	21,4	3,26
66	-6,5	89,4	21,5	2,65
67	-5,1	90,0	23,8	1,82
68	-3,7	89,4	22,7	1,73
69	-2,3	90,0	23,3	1,56
70	-0,9	89,4	22,7	1,46
71	0,5	90,0	22,0	1,41
72	1,9	89,4	22,7	1,38
73	3,3	90,0	22,0	1,33
74	4,7	89,4	21,4	1,34
75	6,1	90,0	20,8	1,33
76	7,5	89,4	20,2	1,37
77	8,9	90,0	22,0	1,41
78	10,3	89,4	20,2	1,49
79	11,7	90,0	21,8	1,56
80	13,1	89,4	22,4	1,64
81	14,5	90,0	22,8	1,75
82	15,9	89,4	22,1	1,88
83	17,3	90,0	22,5	2,08
84	18,7	89,4	21,8	2,24



---

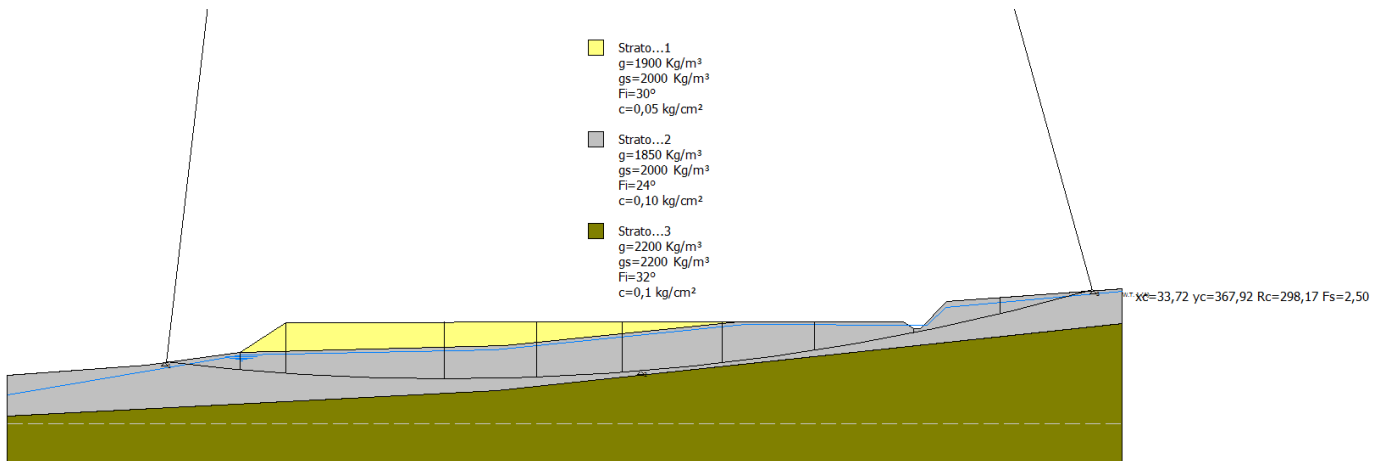
85	-9,3	90,7	21,4	4,34
86	-7,9	91,3	23,5	2,73
87	-6,5	90,7	22,5	2,69
88	-5,1	91,3	23,7	2,15
89	-3,7	90,7	23,9	1,66
90	-2,3	91,3	24,5	1,53
91	-0,9	90,7	23,9	1,43
92	0,5	91,3	24,5	1,41
93	1,9	90,7	22,7	1,37
94	3,3	91,3	23,3	1,35
95	4,7	90,7	22,7	1,34
96	6,1	91,3	23,3	1,34
97	7,5	90,7	21,4	1,38
98	8,9	91,3	23,3	1,42
99	10,3	90,7	22,6	1,49
100	11,7	91,3	24,3	1,56
101	13,1	90,7	23,6	1,67
102	14,5	91,3	24,0	1,74
103	15,9	90,7	23,3	1,86
104	17,3	91,3	23,7	2,05
105	18,7	90,7	23,0	2,21
106	-9,3	91,9	23,4	3,32
107	-7,9	92,5	24,5	2,76
108	-6,5	91,9	23,6	2,72
109	-5,1	92,5	25,9	1,73
110	-3,7	91,9	24,9	1,65
111	-2,3	92,5	25,8	1,50
112	-0,9	91,9	25,2	1,44
113	0,5	92,5	25,8	1,40
114	1,9	91,9	25,2	1,37
115	3,3	92,5	24,5	1,35
116	4,7	91,9	23,9	1,35
117	6,1	92,5	24,5	1,37
118	7,5	91,9	22,6	1,39
119	8,9	92,5	23,3	1,44
120	10,3	91,9	23,8	1,50
121	11,7	92,5	25,5	1,56
122	13,1	91,9	24,8	1,66
123	14,5	92,5	25,2	1,74
124	15,9	91,9	24,5	1,85
125	17,3	92,5	24,9	2,03
126	18,7	91,9	24,2	2,18
127	-9,3	93,1	24,5	3,37
128	-7,9	93,7	25,6	2,78
129	-6,5	93,1	25,7	2,26
130	-5,1	93,7	26,9	1,72
131	-3,7	93,1	25,9	1,64
132	-2,3	93,7	27,0	1,47
133	-0,9	93,1	26,4	1,43
134	0,5	93,7	27,0	1,39
135	1,9	93,1	26,4	1,36
136	3,3	93,7	25,8	1,37
137	4,7	93,1	25,1	1,35
138	6,1	93,7	25,8	1,38
139	7,5	93,1	23,9	1,40
140	8,9	93,7	24,5	1,45
141	10,3	93,1	25,0	1,50
142	11,7	93,7	26,7	1,56
143	13,1	93,1	26,0	1,66
144	14,5	93,7	26,4	1,74
145	15,9	93,1	25,7	1,85
146	17,3	93,7	26,1	2,01
147	18,7	93,1	25,3	2,16
148	-9,3	94,4	25,6	3,43
149	-7,9	95,0	26,8	2,81
150	-6,5	94,4	26,8	2,23

---

151	-5,1	95,0	26,9	2,05
152	-3,7	94,4	27,0	1,64
153	-2,3	95,0	28,2	1,46
154	-0,9	94,4	27,6	1,43
155	0,5	95,0	28,2	1,39
156	1,9	94,4	26,4	1,36
157	3,3	95,0	27,0	1,37
158	4,7	94,4	26,4	1,36
159	6,1	95,0	27,0	1,39
160	7,5	94,4	25,1	1,41
161	8,9	95,0	28,2	1,45
162	10,3	94,4	26,1	1,51
163	11,7	95,0	27,9	1,56
164	13,1	94,4	27,2	1,66
165	14,5	95,0	27,6	1,74
166	15,9	94,4	26,8	1,84
167	17,3	95,0	27,3	2,00
168	18,7	94,4	26,5	2,14
169	-9,3	95,6	25,9	5,03
170	-7,9	96,2	27,9	2,84
171	-6,5	95,6	27,9	2,21
172	-5,1	96,2	29,1	1,70
173	-3,7	95,6	28,0	1,64
174	-2,3	96,2	29,2	1,48
175	-0,9	95,6	28,9	1,42
176	0,5	96,2	29,5	1,39
177	1,9	95,6	27,6	1,36
178	3,3	96,2	28,2	1,37
179	4,7	95,6	27,6	1,37
180	6,1	96,2	28,2	1,40
181	7,5	95,6	27,6	1,42
182	8,9	96,2	29,4	1,48
183	10,3	95,6	27,3	1,52
184	11,7	96,2	27,7	1,59
185	13,1	95,6	28,4	1,66
186	14,5	96,2	28,8	1,74
187	15,9	95,6	28,0	1,84
188	17,3	96,2	28,5	1,99
189	18,7	95,6	27,7	2,13
190	-9,3	96,8	27,9	3,53
191	-7,9	97,5	29,0	2,87
192	-6,5	96,8	28,0	2,91
193	-5,1	97,5	29,1	1,97
194	-3,7	96,8	30,3	1,52
195	-2,3	97,5	30,3	1,48
196	-0,9	96,8	30,1	1,43
197	0,5	97,5	30,7	1,39
198	1,9	96,8	30,1	1,38
199	3,3	97,5	29,5	1,38
200	4,7	96,8	28,8	1,37
201	6,1	97,5	29,5	1,40
202	7,5	96,8	28,8	1,43
203	8,9	97,5	30,6	1,49
204	10,3	96,8	28,5	1,53
205	11,7	97,5	28,8	1,60
206	13,1	96,8	29,5	1,66
207	14,5	97,5	30,0	1,74
208	15,9	96,8	29,2	1,84
209	17,3	97,5	29,7	1,98
210	18,7	96,8	28,9	2,12
211	-9,3	98,1	29,1	3,58
212	-6,5	98,1	30,1	2,11
213	-3,7	98,1	30,2	1,62
214	-0,9	98,1	31,3	1,42
215	1,9	98,1	31,3	1,39
216	4,7	98,1	30,1	1,38

217	7,5	98,1	30,1	1,43
218	10,3	98,1	31,1	1,53
219	13,1	98,1	30,7	1,66
220	15,9	98,1	30,4	1,83
221	18,7	98,1	30,1	2,11

### SEZIONE 7 STABILITA' GLOBALE



#### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	43,078909/13,042822
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
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	-9,34 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	85,71 m
Ascissa vertice destro superiore xs	18,74 m
Ordinata vertice destro superiore ys	98,07 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:	E
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s <sup>2</sup> ]	[-]	[sec]
S.L.O.	30,0	0,69	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,86	2,4	0,29
S.L.V.	475,0	2,12	2,44	0,32
S.L.C.	975,0	2,7	2,46	0,33

### 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.	1,104	0,2	0,0225	0,0113
S.L.D.	1,376	0,2	0,0281	0,014
S.L.V.	3,0098	0,28	0,0859	0,043
S.L.C.	3,3883	0,28	0,0967	0,0484

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,086  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,043

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	-20,37	70,22
2	-3,21	71,42
3	8,3	72,98
4	13,94	76,7
5	55,46	76,82
6	90,26	76,82
7	91,46	75,98
8	92,3	75,98
9	95,54	79,34
10	117,25	80,9

### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	-20,37	67,82
2	8,54	72,74
3	39,86	73,34
4	70,7	76,46
5	93,14	76,34
6	95,42	78,62
7	117,25	80,54

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	-20,37	70,22
2	-3,21	71,42
3	8,3	72,98
4	8,31	72,98
5	40,94	73,82
6	69,86	76,82
7	90,26	76,82
8	91,46	75,98
9	92,3	75,98
10	95,54	79,34
11	117,25	80,9

### Vertici strato .....2

N	X (m)	y (m)
1	-20,37	65,17
2	39,98	68,3
3	117,25	76,56

### 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

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		30	1900	2000	
2	0,10		24	1850	2000	
3	0,1		32	2200	2200	



### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,5
Ascissa centro superficie	33,72 m
Ordinata centro superficie	367,92 m
Raggio superficie	298,17 m

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; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

$$xc = 33,715 \quad yc = 367,917 \quad Rc = 298,171 \quad Fs=2,497$$

$$\text{Lambda} = 0,164$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	9,08	-5,77	9,13	19539,75
2	5,64	-4,35	5,66	46527,86
3	19,57	-1,92	19,59	259141,9
4	11,43	1,06	11,43	155263,3
5	10,51	3,17	10,53	135978,8
6	12,36	5,37	12,41	140529,1
7	11,43	7,68	11,54	99992,78
8	12,21	9,97	12,4	61863,43
9	10,66	12,21	10,9	61438,96
10	11,43	14,4	11,8	24669,28

### Sforzi sui concii

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	1023,55	6248,74	0,0	0,0	12708,94	4737,42	6059,76
2	2185,18	13340,39	1023,55	6248,74	34671,22	6757,19	12289,97
3	6254,47	38183,16	2185,18	13340,39	204884,8	35498,04	61061,44
4	7023,53	42878,25	6254,47	38183,16	120578,1	20861,71	40397,69
5	6597,84	40279,46	7023,53	42878,25	97215,5	17238,24	43960,36
6	5161,92	31513,21	6597,84	40279,46	89741,28	16775,84	55418,14
7	3407,77	20804,25	5161,92	31513,21	56062,91	11692,09	46038,64
8	2231,93	13625,78	3407,77	20804,25	36178,24	9131,56	25964,65
9	634,02	3870,63	2231,93	13625,78	36541,58	8704,82	23915,32
10	278,38	1699,47	634,02	3870,63	16989,54	6204,48	6983,64

## 8. STIMA DEI CEDIMENTI

Per la stima dei cedimenti del rilevato è stato utilizzato il programma Loadcap (applicativo "Moduli rilevato") prodotto dalla Geostru s.a.s., applicativo che utilizza ed implementa il Modulo Edometrico.

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale (Terzaghi, 1943), prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia, la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato, se si tratta di un terreno sovraconsolidato ( $OCR > 1$ ), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione  $\sigma'_p$  ( $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v < \sigma'_p$ ), come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

RR rapporto di ricomprensione

$H_0$  spessore iniziale strato

$\sigma'_{v0}$  tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico

$\Delta\sigma_v$  incremento tensione verticale dovuto all'applicazione del carico

In alternativa ai parametri RR si fa riferimento al Modulo Edometrico M.

La verifica è stata eseguita lungo la sez. n° 7 semplificando la geometria del rilevato rendendolo simmetrico come richiesto dal programma.

Le pressioni di preconsolidazione derivanti dalle prove edometriche sono le seguenti:

S1SH1 = 3 kg/cmq                      S2SH2 = 3 kg/cmq

S1SH2 = 1 kg/cmq                      S3SH1 = 4 Kg/cmq

S1SH3 = 1 kg/cmq                      S3SH3 = 3 kg/cmq

Dal rapporto tra la pressione di preconsolidazione della prova edometrica e la pressione verticale efficace agente alla profondità di prelievo del campione si determina un valore del grado di consolidazione OCR pari a:

OCR (S1SH1) = 4,7                      OCR (S2SH2) = 2,5

OCR (S1SH2) = 0,6                      OCR (S3SH1) = 6

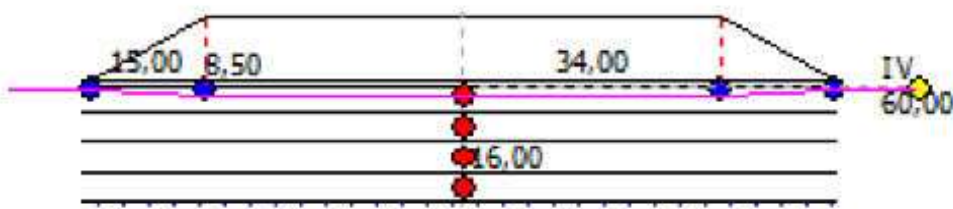
OCR (S1SH3) = 0,42                      OCR (S1SH3) = 2

Partendo da tali dati si determina il valore caratteristico di OCR con le modalità di cui al Cap. 6 e si ottiene  $OCR_k = 1,3$ .



Si riportano in tabulato i valori di cedimento ottenuti:

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm <sup>2</sup>	Grado di consolidazion e OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	4	68,9	1,3	8,023	7,865	0,439	0,073
2	4	68,9	1,3	6,774	6,289	1,014	0,197
3	4	68,9	1,3	6,784	5,9	1,506	0,382
4	4	68,9	1,3	6,803	5,527	1,857	0,596
Cedimenti totali				28,343	25,581	4,816	1,248



Riferimento zona	SEZIONE 7
Pressione imposta in sul rilevato	1 t/m <sup>2</sup>
1/2 Larghezza rettangolo	34 m
Larghezza base triangolo	15 m
Imposta piano di posa sbancamento	1 m
Peso unità volume sbancamento	2 t/m <sup>3</sup>
Incremento netto al piano di posa	14,6 t/m <sup>2</sup>
Distanza asse - IV punto a scelta	60 m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	16 m
Altezza rilevato	8,5 m
Peso unità volume rilevato	1,9 t/m <sup>3</sup>
Peso unità volume fondazione rilevato	1,9 t/m <sup>3</sup>

In merito ai cedimenti del materiale costituente il rilevato si osserva che il rilevato non sarà soggetto a carichi se non minimi in quanto sull'area è prevista la realizzazione di un campo sportivo con assenza di opere che incidono in maniera rilevante sul terreno.

Pertanto, adottando tutti gli accorgimenti atti ad un'ideale messa in opera del materiale, si stima che i cedimenti del corpo del rilevato saranno minimi.

## 9. DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

L'evoluzione nel tempo del cedimento è regolato dall'equazione della consolidazione monodimensionale:

$$T_v = \frac{c_v \cdot t}{H^2}$$

Nella quale è il coefficiente di consolidazione ricavato dalle prove edometriche sui campioni considerando i carichi complessivi indotti,  $t$  è il tempo necessario a raggiungere il grado di consolidazione  $U$  e  $H$  è il percorso di filtrazione pari alla metà dello spessore dello strato considerato

Si utilizzano i seguenti parametri:

$T_v = 0,196$       fattore di tempo corrispondente ad una consolidazione del 50%

$T_v = 0,848$       fattore di tempo corrispondente ad una consolidazione del 90%

Dalle prove edometriche sui campioni prelevati si hanno i seguenti valori del coeff. di consolidazione verticale  $C_v$ :

$C_v$  (S1SH2) =  $3,3 \text{ E-}08 \text{ m}^2/\text{s}$        $C_v$  (S1SH3) =  $6,2 \text{ E-}08 \text{ m}^2/\text{s}$

$C_v$  (S2SH2) =  $4,8 \text{ E-}08 \text{ m}^2/\text{s}$        $C_v$  (S1SH3) =  $2,9 \text{ E-}08 \text{ m}^2/\text{s}$

Partendo da tali dati si determina il valore caratteristico di  $C_v$  con le modalità di cui al Cap. 6 e si ottiene  $C_{v_k} = 3,2 \text{ E-}08 \text{ m}^2/\text{s} = 3,2 \text{ E-}04 \text{ cm}^2/\text{s}$ .

Per ognuno dei quattro strati considerati nel calcolo dei cedimenti si ha:

$$t = \frac{0,196 \cdot (200 \text{ cm})^2}{3,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}} \cdot \frac{1}{86400 \text{ s/giorno}} = 284 \text{ giorni} = \text{circa } 10 \text{ mesi}$$

tempo necessario per esaurire il 50 % dei cedimenti.

$$t = \frac{0,848 \cdot (200 \text{ cm})^2}{3,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}} \cdot \frac{1}{86400 \text{ s/giorno}} = 1227 \text{ giorni} = \text{circa } 3,4 \text{ anni}$$

tempo necessario per esaurire il 90 % dei cedimenti.

In considerazione del fatto che l'area oggetto di riporto di terreno è già da tempo caricata con uno spessore minimo di circa 2 m. di tale materiale ed è localmente soggetta al transito di mezzi pesanti ed adibita al deposito di attrezzature anch'esse di rilevante peso, si ritiene che un'aliquota, seppur minima, di cedimenti si sia già esaurita.

## 10. MODALITA' DI MESSA IN OPERA DEL RILEVATO

Per l'esecuzione del rilevato si consiglia la sotto indicata prassi operativa:

1. scotico del terreno vegetale che verrà momentaneamente accatastato a lato delle aree operative. Tale terreno, batteriologicamente attivo e ricco di sostanze umifere e vegetali, sarà poi riutilizzato per foderare le scarpate;
2. realizzare gradoni in contropendenza per facilitare l'immorsamento del terreno di riporto;
3. la messa in opera del riporto dovrà avvenire per strati di 30-40 ripetutamente compattati dalle macchine operatrici fino a raggiungere un addensamento del 95 % della prova Proctor modificata;
4. per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO (CNR 69/79);
5. il piano di appoggio del rilevato dovrà essere scarificato, umidificato e compattato fino ad ottenere il 90% della densità secca max. riferita al Proctor modificato e dovrà avere pendenze tali da garantire l'assenza di ristagni di acqua;
6. la densità di compattazione per l'ultimo strato di rilevato, che costituisce il supporto di eventuali pacchetti stradali e non, dovrà essere pari al 98% della prova Proctor modificato;
7. cernita del materiale per realizzare il rilevato, optando per quello a migliori caratteristiche meccaniche e di drenabilità (componente calcareo marnosa e non marnoso argillosa) e collocazione dello stesso alla base e lungo il piede;
8. terminato il rilevato, si procederà alla messa in opera, nelle scarpate, delle fodere vegetali e relative cunette per la regimazione delle acque, evitando rigorosamente qualsiasi area di ristagno;
9. esecuzione, per stati di avanzamento di messa in opera del materiale, di un numero sufficiente di prove di carico su piastra atte alla verifica dell'idoneità del lavoro svolto.

## **11. CONCLUSIONI**

L'analisi geotecnica ha permesso di accertare le condizioni di stabilità degli sbancamenti e dei riporti di progetto nonché dell'intervento di rimodellazione morfologica globale.

Sono inoltre state verificate le condizioni relative ai cedimenti attesi ed al loro decorso nel tempo senza rilevare problematiche.

Si raccomanda di adottare particolare attenzione nella messa in opera del rilevato rispettando le modalità di cui al Cap. 10.