



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali



AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

LOTTO 8
GEOLOGIA E GEOTECNICA
Relazione Geotecnica

Il Progettista

Responsabile di progetto ed
incaricato delle integrazioni tra
le varie prestazioni:



Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H

Supporto specialistico

Ottimizzazione della cantierizzazione
delle opere



Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074

Consulenze specialistiche

Geologo:

Dott. Geologo Fabio Melchiorri
Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663

Geotecnica e opere d'arte minori:

Ing. Antonio Alparone



Opere d'arte principali:

Viadotti
Ing. G. Mondello



Gallerie
Ing. G. Guiducci



Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:

Ecosistemi e
paesaggio



Rumore,
vibrazioni
ed atmosfera



RIFERIMENTO ELABORATO

FASE	TR\LT	DISCIPLINA/OPERA	DOC	PROGR.	ST.REV.	FOGLIO
D01	T1L8	GT050	1	RN	001	0A

FOGLIO	DATA
01 DI 01	GENNAIO '17
SCALA	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione	SILEC/ALISEA	Tresso	Monaco

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	IL CONCESSIONARIO SARC SRL		L'ENTITA' COSTRUTTRICE VISTO PER ACCETTAZIONE
--	-----------------------------------	--	--

INDICE

A	GENERALITÀ	4
B	NORMATIVA E RIFERIMENTI	5
B.1	Normativa di riferimento	5
B.2	Documentazione di riferimento	5
B.3	Software utilizzati	6
C	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	7
D	INDAGINI PREGRESSE	8
D.1	Campagna indagini 2003 – 2004 – fasi I e II	8
D.2	Campagna indagini 2004 – Fase II	8
E	INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO DEFINITIVO	9
F	CARATTERIZZAZIONE TERRENI LOTTO	14
F.1	Terreni appartenenti ai depositi a	15
F.1.1	Analisi di laboratorio.	16
F.1.2	Indagini geotecniche in sito	22
F.1.3	Parametri geotecnici.....	25
F.2	Terreni appartenenti alla formazione Qa	32
F.2.1	Analisi di laboratorio	34
F.2.2	Indagini geotecniche in sito	41
F.2.3	Parametri geotecnici.....	44
F.3	Terreni appartenenti alla formazione Qca.....	52
F.3.1	Analisi di laboratorio.	53
F.3.2	Indagini geotecniche in sito	56
F.3.3	Parametri geotecnici.....	57
F.4	Terreni appartenenti alla formazione Pvl	60
F.4.1	Analisi di laboratorio.	61
F.4.2	Indagini geotecniche in sito	61
F.4.3	Parametri geotecnici.....	62

F.5	Terreni appartenenti alla formazione Pvs	65
F.5.1	Analisi di laboratorio.	65
F.5.2	Indagini geotecniche in sito	67
F.5.3	Parametri geotecnici.....	68
F.6	Terreni appartenenti alla formazione Pv	70
F.6.1	Analisi di laboratorio.	70
F.6.2	Indagini geotecniche in sito	71
F.6.3	Parametri geotecnici.....	71
F.7	Terreni appartenenti ai depositi ar	72
F.7.1	Analisi di laboratorio.	72
F.7.2	Indagini geotecniche in sito	74
F.7.3	Parametri geotecnici.....	74
F.8	Terreni appartenenti ai depositi ec.....	75
F.9	Terreni appartenenti ai depositi TV	76
F.10	Terreni appartenenti ai depositi R.....	77
G	PARAMETRI GEOTECNICI.....	78
G.1	Tabella riassuntiva generale	78
H	VERIFICHE DI STABILITA' SCAVI A CIELO APERTO	79
H.1	Formazione ec/a	81
H.2	Formazione Qca.....	83
H.3	Formazione ar	85
H.4	Formazione Qa	88
H.5	Formazione R.....	90
H.6	Tabelle riassuntive pendenza della scarpate.....	92
H.7	Indicazioni progettuali viabilità secondarie e svincoli.....	92
I	VERIFICHE DI STABILITA' RILEVATI	95
I.1	Meccanismo di rottura del corpo del rilevato terreno da cava o tal quale	97
I.2	Meccanismo di rottura del corpo del rilevato terreno stabilizzato	100
I.3	Meccanismo di rottura del corpo del rilevato da cava/tal quale con fasce laterali stabilizzate	102

I.4	Meccanismo di rottura generale pk 1+525.....	104
I.5	Meccanismo di rottura generale pk 7+625.....	107
I.6	Meccanismo di rottura generale pk 7+700.....	110
I.7	Indicazioni progettuali viabilità secondarie svincoli.....	113
J	VERIFICA CEDIMENTI DEI RILEVATI	114
J.1	Criteri di verifica	114
J.2	Risultati verifiche dei cedimenti.....	122
J.2.1	Rilevato da inizio lotto a pk 3+560 circa	122
J.2.2	Rilevato Sez. L8_208	148
J.2.3	Rilevato Sez. L8_363	152
J.2.4	Rilevato Sez. L8_366	156
K	INDICAZIONI SUI PIANI DI POSA DEL CORPO STRADALE.....	160
K.1	Tabelle riassuntive bonifiche asse principale.....	160
K.2	Indicazioni progettuali viabilità secondarie e svincoli.....	161
L	VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE.....	164
L.1	Verifica della suscettibilità a liquefazione.....	164
L.2	Mitigazione rischio liquefazione	168
L.2.1	Descrizione intervento	170
L.2.2	Combinazione di calcolo	172
L.2.3	Risultati delle verifiche.....	173
M	PROBLEMATICHE GEOTECNICHE E MODALITA' COSTRUTTIVE.....	177
N	ALLEGATI.....	180

A GENERALITÀ

La presente relazione ha per oggetto le verifiche geotecniche del corpo stradale per la progettazione del lotto 8 del *“Collegamento autostradale Ragusa-Catania: ammodernamento a n° 4 corsie della s.s. 514 “di Chiaramonte” e della s.s. 194 ragusana dallo svincolo con la s.s. 115 allo svincolo con la s.s. 114”*.

Nella presente relazione tecnica, dopo aver esposto i criteri generali, si presenteranno le indagini geognostiche – geofisiche eseguite, la caratterizzazione dei terreni ricadenti nel lotto in oggetto, le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici, le verifiche di stabilità globale degli scavi a cielo aperto, le verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati, le verifiche dei cedimenti dei rilevati, le indicazioni sui piani di posa del corpo stradale, le verifiche della suscettibilità a liquefazione e infine le problematiche geotecniche e modalità costruttive opere d'arte.

B NORMATIVA E RIFERIMENTI

B.1 Normativa di riferimento

La normativa cui viene fatto riferimento, nelle fasi di calcolo e progettazione, è la seguente:

- D.M. 14 gennaio 2008 – pubblicato su S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 – “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare n° 617 del 2 Febbraio 2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per e costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- UNI EN 1992-1-1:2005: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 1997-1:2005: "Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;

B.2 Documentazione di riferimento

Si è fatto riferimento ai seguenti elaborati progettuali:

- Relazione Geologica “D01-T100-GG020-1-RJ-001-0A”;
- Allegato alla relazione geologica “D01-T100-GG020-1-RJ-002-0A”;
- Relazione Rilievi Geomeccanici “D01-T100-GG020-1-RJ-003-0A”;
- Profili geologici asse destro “D01-T1L8-GG024-1-F6-00(1-6)-0A”;
- Profili geologici asse sinistro “D01-T1L8-GG026-1-F6-00(1-6)-0A”;
- Piano indagini - indagini geognostiche - Relazione tecnico descrittiva “D01-T100-GG010-1-RZ-001-0A”;
- Piano indagini - indagini geofisiche - Rapporto interpretativo “D01-T100-GG010-1-RZ-012-0A”;
- Piano indagini - prove di laboratorio - Relazione conclusiva sulle analisi eseguite “D01-T100-GG010-1-RZ-017-0A”;
- Relazione Geotecnica Generale (RGG) “D01-T100-GT050-1-RN-001-0A”;
- Profili geotecnici asse destro “D01-T1L8-GT051-1-P6-00(1-6)-0A”;

- Profili geotecnici asse sinistro "D01-T1L8-GT054-1-P6-00(1-6)-0A";
- Relazione sismica "D01-T100-GG002-1-RZ-001-0A".

B.3 Software utilizzati

Per i calcoli e le modellazioni di cui alla presente relazione sono impiegati i codici di calcolo brevemente descritti di seguito.

- VSP Plus 2011 (modulo aggiuntivo paratie plus 2011 – Ceas) per la verifica di stabilità delle trincee;
- CDD Win 2010 (STS) per le verifiche di stabilità globale dei rilevati;
- SLIDE v. 15.014 (Rocscience) per le verifiche di stabilità globale;
- Codici di calcolo interni: codici di calcolo in Excel e Visual Basic, per la valutazione dei cedimenti dei rilevati.

C VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La costruzione in oggetto è classificabile, secondo il DM 2008, come "Opera ordinaria, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", per la quale viene prevista una vita nominale ≥ 50 anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, la costruzione è definita di Classe IV, ossia afferente a "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica."

Per il dimensionamento delle opere pertanto sono stati considerati i seguenti parametri di progettazione:

- Vita nominale opera V_N : 50 anni (opera di importanza ordinaria)
- Classe d'uso Opera: IV
- Coefficiente d'uso: $C_U = 2$
- Vita di riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U = 100$ anni
- Stato limite di riferimento per l'azione sismica: SLV (salvaguardia della vita)
- Probabilità di superamento P_{VR} : 10%
- Tempo di ritorno T_R determinato con la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{100}{\ln(1 - 0.10)} = 949 \text{ anni}$$

D INDAGINI PREGRESSE

D.1 Campagna indagini 2003 – 2004 – fasi I e II

Nell'ambito della campagna di indagine del 2003-2004 sono state realizzate sul lotto 8 le seguenti indagini :

- n. 3 sondaggi geognostici in parte attrezzati con piezometri (1) e tubi per prove Down Hole (2)
- n. 5 prove penetrometriche standard SPT in foro di sondaggio;
- n. 3 prelievi di campioni indisturbati in foro di sondaggio;
- prove di laboratorio geotecnico e fisico sui campioni ;

– **Elenco dei sondaggi effettuati nell'ambito del lotto 8 e relative prove eseguite durante la campagna indagini 2003.**

Sondaggio	Lotto	Profondità (m)	SPT	Piezometro	Down Hole	Campioni	Prova Permeabilità
S3	L8	30.0			1	1	
S4	L8	30.0	2	1		1	

D.2 Campagna indagini 2004 – Fase II

- **Elenco dei sondaggi effettuati nell'ambito del lotto 8 e relative prove eseguite durante la campagna indagini 2004.**

Sondaggio	Lotto	Profondità (m)	SPT	Point Load	Piezometro	Down Hole	Campioni	Prova Permeabilità
S5	L8	20.0		3		x		

E INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO DEFINITIVO

Nell'ambito della campagna di indagine 2012-2013 sono state realizzate sul lotto 8 le seguenti indagini :

- n. 26 sondaggi geognostici in buona parte attrezzati con piezometri (18) e tubi per prove Down Hole (6) ;
- n. 103 prove penetrometriche standard SPT in foro di sondaggio;
- n. 46 prelievi di campioni indisturbati in foro di sondaggio;
- n. 22 prelievi di campioni lapidei da cassetta catalogatrice;
- n. 35 prelievi di campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice;
- n. 1 prove di permeabilità in foro;
- n. 1 prova pressiometrica in foro;
- n. 33 pozzetti geognostici;
- n. 15 prove di carico su piastra in pozzetto;
- n. 41 prelievi di campioni rimaneggiati in pozzetto geognostici;
- prove di laboratorio geotecnico e fisico su tutti i campioni indisturbati, rimaneggiati e litoidi prelevati;
- n. 14 stendimenti di sismica a rifrazione ;
- n. 8 indagini geofisiche tipo MASW.
- n. 6 indagini geofisiche in foro tipo DOWN HOLE
- n. 2 stazioni di rilevamento geomeccanico

- Elenco dei sondaggi eseguiti nell'ambito del lotto 8 e delle relative prove

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S208	L8-Sottovia-Rilevato	35	DH	3	1		6			
S208bis	L8-Sottovia-Svincolo	20	P	2			4			
S210	L8-Ponte 18	30	P	3	1		5			
S211	L8-Ponte 18-Muro	30	DH	3	1		5			
S212	L8-Rilevato	15	P	2			3			

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S213	L8-Sottovia	30	P	3			5			
S214	L8-Rilevato	15	P	2			3			
S215	L8-Cavalcavia	30	DH	3			5			
S216	L8-Tombino- Rilevato	20	P		3		4			
S217	L8-Cavalcavia	30	P	1	2		5			
S218	L8- Attraversamento FF.SS	30	DH		3	1	3			
S219	L8-Trincea- Sottovia	35	P	1	3		5			
S220	L8-Rilevato	20	P	3	2		4			1
S220bis	L8-Cavalcavia- Svincolo	40	DH	3	3	4	5			
S220ter	L8-Svincolo	20	P	2	2	4	4			
S221	L8-Rilevato-Muro di sostegno	20		1	1	4	2			
S222	L8-Muro di sostegno	15	P	3	1		4			
S223	L8-Sottovia	20	P	2	2		4			
S224	L8-Viadotto 19	40	P	2	3		6			
S225	L8-Viadotto 19	40	DH	4	1		6		1	
S226	L8-Viadotto 19	40	P		1	4	3			
S227	L8-Viadotto 19	20	P			4				
S228	L8-Rilevato	15	P	2			3			
S229	L8-Rilevato	15	P	1	1		3			
S230	L8-Rilevato	20	P		3		3			
S231	L8-Rilevato	15			1	1	3			

- Elenco dei pozzetti eseguiti nell'ambito del lotto 8

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P256	L8	3	1	
P257	L8	2,5	2	1
P258	L8	2,5	1	1
P258a	L8	2,5	1	1
P259	L8	2	1	
P260	L8	2,5	3	1

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P262	L8	3	1	
P263	L8	3	1	1
P264	L8	2,7	1	
P265	L8	2,7	1	1
P267	L8	3,1	1	
P270	L8	2,3	1	
P271	L8	2,6	1	1
P274	L8	2	1	1
P276	L8	2,5	1	
P277	L8	2,5	1	1
P278	L8	2	2	
P280	L8	2,5	2	1
P282	L8	2,5	2	
P283	L8	1,5	1	
P284	L8	1	1	
P285	L8	2,5	2	1
P286	L8	3	1	
P288	L8	2,5	1	1
P289	L8	2,5	1	
P291	L8	2,5	1	1
P292	L8	2,2	2	
P293	L8	2,3	1	1
P295	L8	2,3	1	
P297	L8	0,5	1	
P298	L8	2,2	1	
P299	L8	2	1	1
P300	L8	1,7	1	

Elenco delle MASW eseguite nell'ambito del lotto 8 e relativa categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo Linee Guida P.C.
M093	L8	333	S2	C *(5)
M095	L8	360	C	C
M096	L8	378	B	B
M097	L8	630	E	E / B *(6)
M098	L8	334	C	C
M100	L8	352	C	C

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo Linee Guida P.C.
M101	L8	765	A	A
M102	L8	314	C	C

– Elenco delle prove Down-Hole eseguite nell'ambito del lotto 8 e relativa categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo Linee Guida P.C.
S208	L8	307	S2	S2 / C *(3)
S211	L8	344	C	C
S215	L8	359	C	C
S218	L8	329	S2	S2 / C *(3)
S220bis	L8	326	C	C
S225	L8	267	C	C

- Elenco delle basi sismiche eseguite nell'ambito del lotto 8

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA SEZIONE (m)	LOTTO
BS_187	115	L8
BS_188	115	L8
BS_189	115	L8
BS_190	115	L8
BS_191	115	L8
BS_192	115	L8
BS_193	115	L8
BS_194	115	L8
BS_195	115	L8
BS_196	115	L8
BS_197	115	L8
BS_198	115	L8
BS_199	115	L8
BS_200	115	L8

- Elenco delle stazioni geomeccaniche eseguite nell'ambito del lotto 8

Stazione (n)	Lotto
SG11	L8
SG12	L8

F CARATTERIZZAZIONE TERRENI LOTTO

In questo tratto compreso fra le progressive 0+000 e 8+357 ricadono i terreni così distinguibili dal più recente al più antico :

- Depositi ec Depositi eluvio - colluviali
- Depositi a Terreni sabbioso ghiaiosi di alluvioni fluviali
- Depositi ar Terreni sabbioso ghiaiosi di terrazzi fluviali
- Depositi Qa Terreni prevalentemente argillosi, siltoso – marnosi
- Formazione Qc(a): Terreni calcarenitici e sabbie
- Formazione Pv : Terreni di origine vulcanica- vulcaniti basiche
- Formazione Pvs : Terreni di origine vulcanica- vulcaniti basiche frammisti a sabbie e limi carbonatici
- Formazione Pvl : Terreni di origine vulcanica, colate bollose e prodotti piroclastici

Nell'ambito di queste formazioni si sono riscontrati delle componenti sciolte e lapidee. Nella tabella seguente sono riportate tutte le unità litotecniche individuate nel lotto in esame.

Tabella F.1 - Descrizione unità litotecniche

A	Argilla
A-AM	Argilla e argilla marnosa
A-am	Argilla con livelli di argilla limosa
A-is	Argilla con intercalazioni sabbiose
AM	Argilla marnosa
AM-ist	Argilla marnosa con intercalazioni siltose
AS	Argilla sabbiosa
ATM	Argilla siltosa marnosa
Atm	Argilla deb siltosa marnosa
B	Basalto
Ct	Calcareniti tenere
G	Ghiaia
GS	Ghiaia sabbiosa
Gs	Ghiaia deb sabbiosa
Gsa	Ghiaia in matrice sabbiosa argillosa
Gsl	Ghiaia in matrice sabbiosa limosa
LA	Limo argilloso
LAS	Limo argilloso sabbioso
LS-Gs	Limo sabbioso e ghiasia deb sabbiosa
SAL	Sabbia argillosa limosa
SG	Sabbia e ghiaia
SL	Sabbia limosa
SI	Sabbia deb limosa

SLA	Sabbia limosa argillosa
SLG	Sabbia limosa ghiaiosa
TR	Terreno di riporto
Trm	Terreno rimaneggiato
Trov B	Trovanti basaltici
TV	Terreno vegetale
VBf	Vulcaniti basaltiche fratturate
Vcalt	Vulcanoclastite alterata
Vcg	Vulcanoclastite ghiaiosa
Vc-VB	Vulcanoclastite vulcanite basaltica

F.1 Terreni appartenenti ai depositi a

Tali terreni sono stati riscontrati in quattro tratti: il primo indagato fra i sondaggi S208 e S218 compreso fra le progressive 0+000 e 3+824; il secondo indagato dal sondaggio S221 compreso fra le progressive 5+017 e 5+377; il terzo indagato fra i sondaggi S223 e S226 compreso fra le progressive 5+609 e 6+515; il quarto in corrispondenza del sondaggio S229 nel tratto compreso fra le progressive 7+247 e 7+653. Si tratta di terreni sciolti nei quali sono stati prelevati i seguenti campioni:

- Primo tratto (S208-S218) :
 - S208 CI1 (2.50÷2.90)
 - S208 CRA (9.40÷9.70)
 - S210 CI1 (2.50÷3.10)
 - S210 CRA (7.50÷7.80)
 - S211 CI1 (14.50-14.93)
 - S211 CRA (2.15÷2.50)
 - S213 CI1 (6.00÷6.36)
 - S214 CI1 (2.00÷2.30)
 - S215 CI1 (4.50÷5.00)
 - S216 CRA (4.50÷4.84)
 - S216 CRC (12.45÷13.00)
 - S217 CI1 (3.00÷3.50)
 - S217 CRA (27.70÷28.80)

- S218 CRA (8.00÷8.30)
- Secondo tratto : (S221)
 - S221 CI1 (2.80÷3.20)
- Terzo tratto : (S223 - 226)
 - S223 CI1 (1.50÷1.90)
 - S223 CRA (8.70÷8.90)
 - S223 CRB (14.50÷14.80)
 - S224 CI1 (2.50÷3.00)
 - S224 CI2 (8.50÷8.90)
 - S224 CRA (13.40÷3.90)
 - S225 CI1 (3.50÷4.00)
- Quarto tratto : (S229)
 - S229 CI1 (4.50÷5.00)

F.1.1 Analisi di laboratorio.

Per questi terreni sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati. Dalle analisi eseguite si sono rilevate le seguenti caratteristiche fisiche:

- contenuto naturale d'acqua $W_n = (7.1 \div 39.8)\%$
- peso dell'unità di volume $\gamma = 16.2 \div 19.8 \text{ kN/mc}$
- indice di consistenza $I_c > 1$

Nelle Figura F.1 , Figura F.2, Figura F.3 sono riportate le granulometrie dei terreni nelle quali si distinguono nettamente una componente coerente classificabile in media come limo con argilla sabbioso e l'altra incoerente variabile da ghiaia con sabbia limosa a sabbia limosa.

Figura F.1 - Granulometria terreni depositi a (S208-S214)

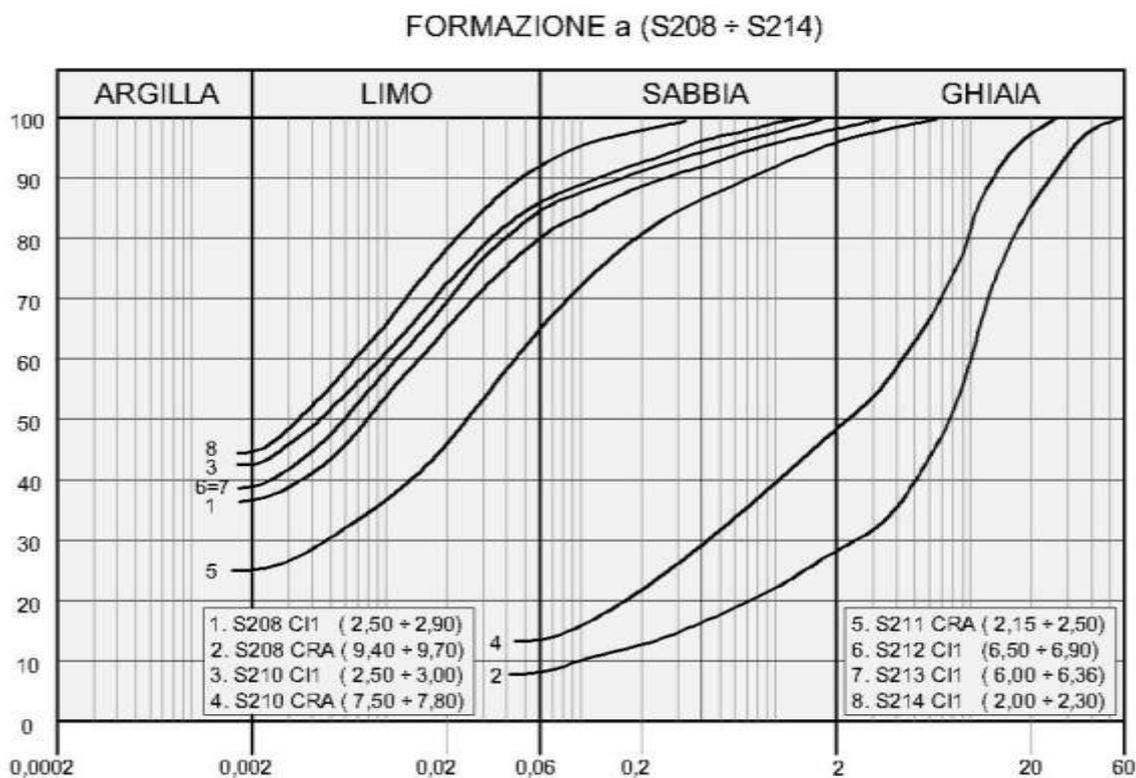


Figura F.2 - Granulometria terreni depositi a (S215-S221)

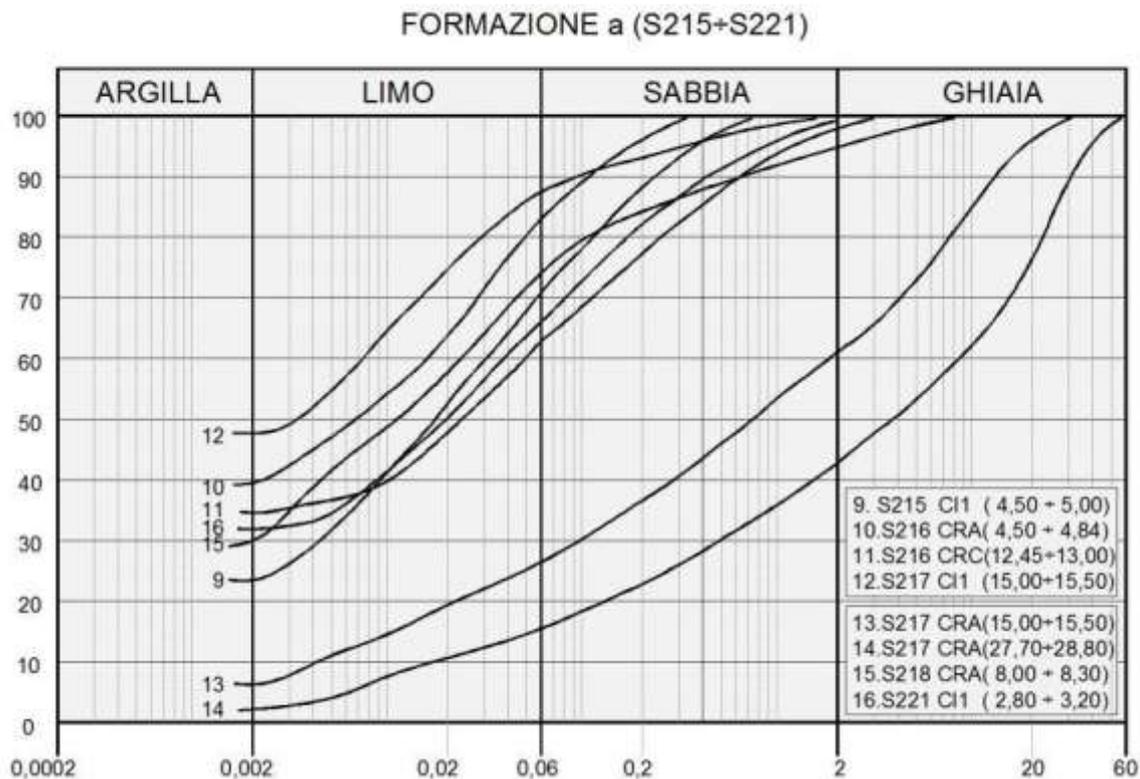
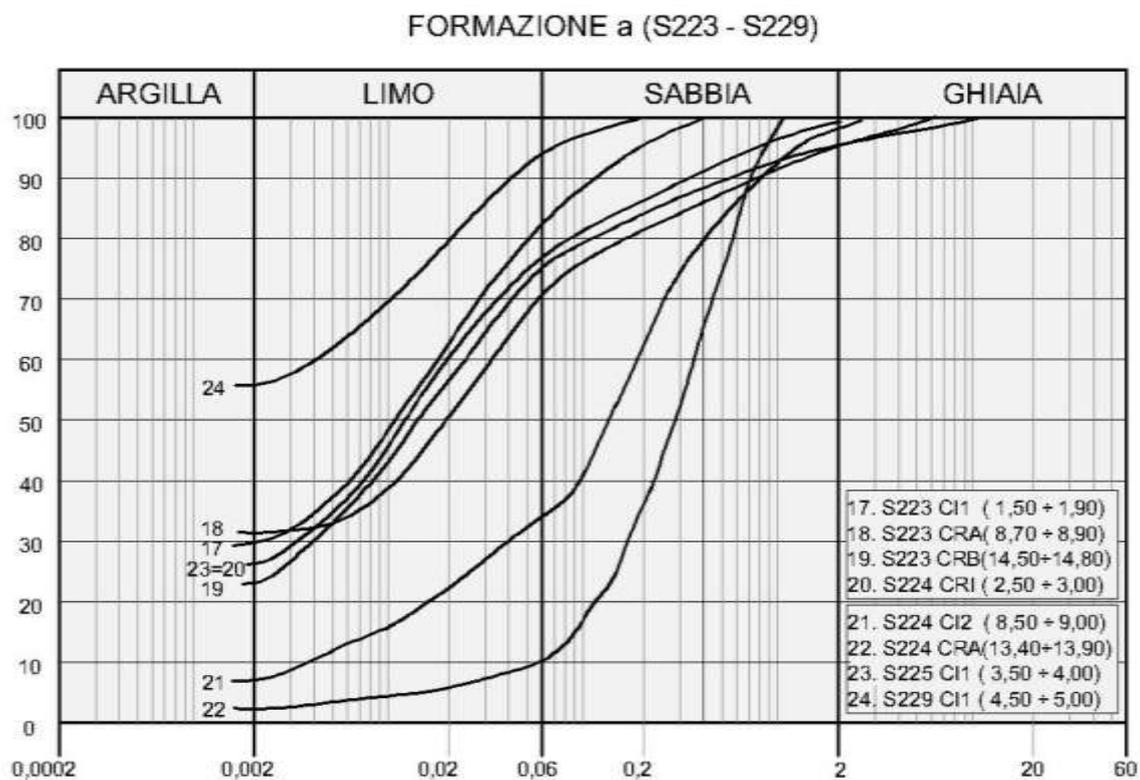


Figura F.3 - Granulometria terreni depositi a (S223-S229)



Dalle carte di attività e plasticità delle figure seguenti si rileva che trattasi di argille inattive a plasticità media e alta.

Figura F.4 - Attività e plasticità terreni depositi a (S208-S214)

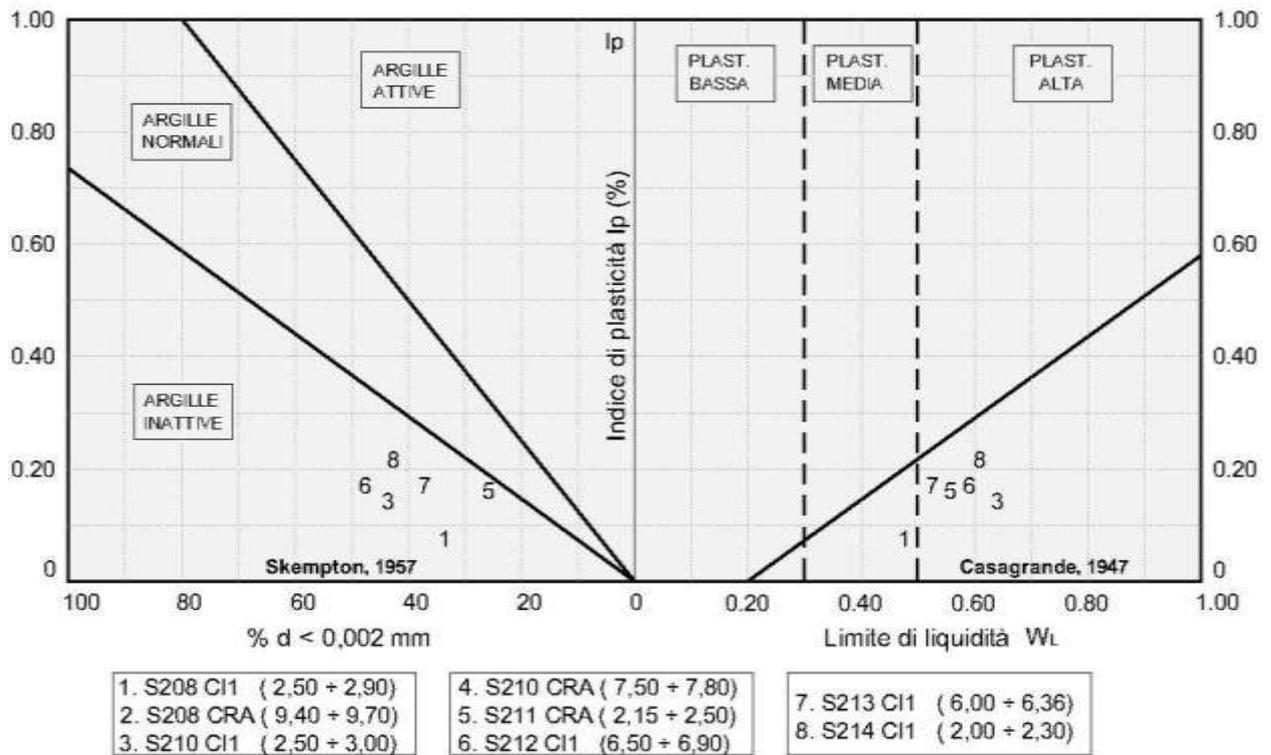


Figura F.5 - Attività e plasticità terreni depositi a (S215-S221)

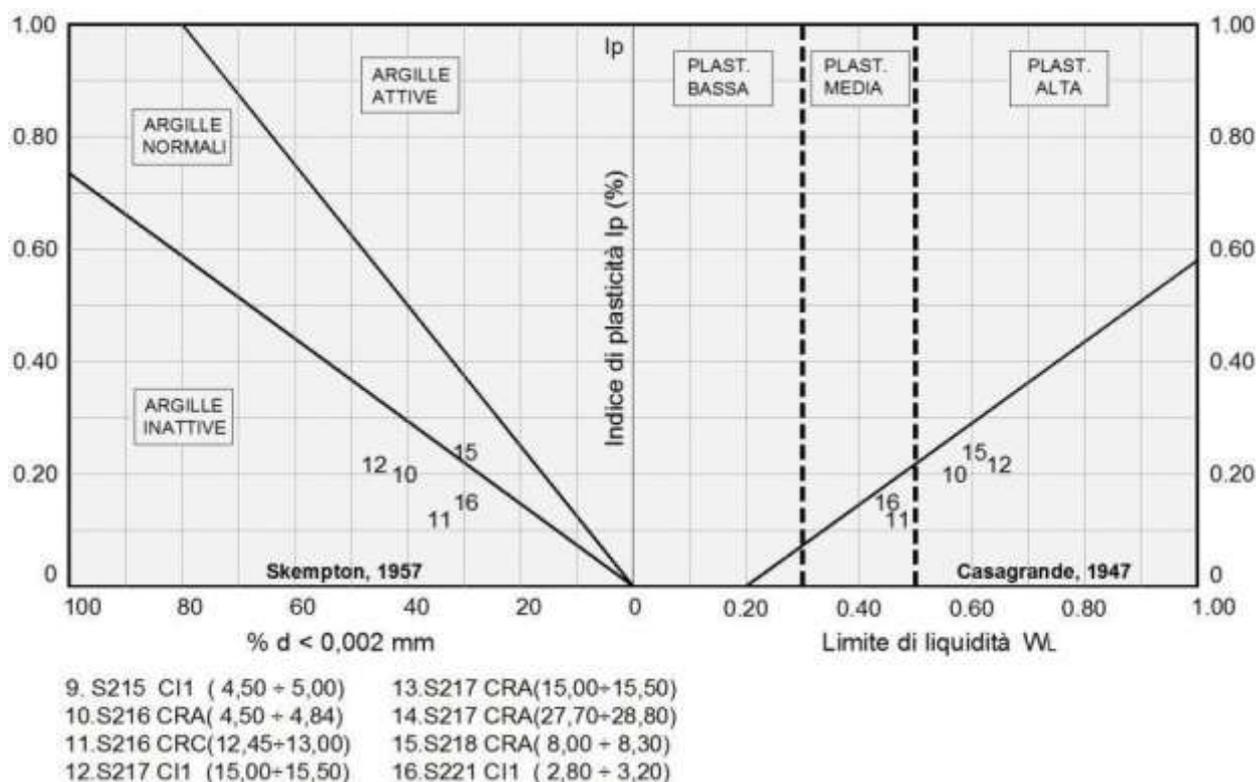
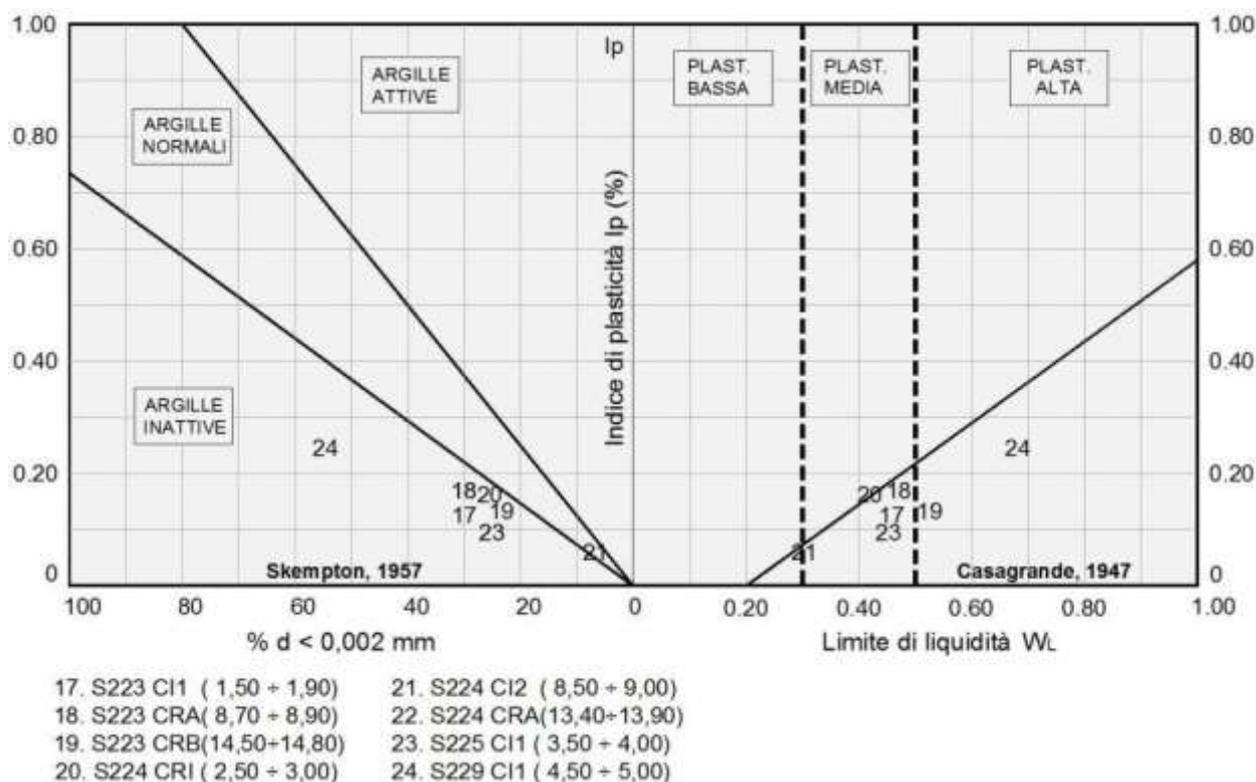


Figura F.6 - Attività e plasticità terreni depositi a (S223-S229)



Dalle prove di taglio diretto (TD) consolidate drenate si sono ricavati i seguenti parametri di resistenza in termini di tensioni efficaci :

$$c' = 0 \div 20.1 \text{ KPa} \quad \phi' = 17^\circ \div 33.1^\circ$$

Dalle prove di compressione ad espansione laterale libera (ELL) si sono ricavati i seguenti parametri di resistenza in termini di tensioni totali :

$$c_u = 50 \div 135 \text{ kPa}$$

Per i terreni del sondaggio S208 (Campione CI1 2.50 ÷ 2.90) e del sondaggio S229 (Campione CI1 4.50 ÷ 5.00) sono state eseguite prove di compressione edometrica che hanno fornito, per la pressione verticale media dello strato, un valore del relativo modulo :

$$E_d = 6.5 \div 7 \text{ MPa}$$

Dalle stesse prove si ricavano i valori del coefficiente di permeabilità :

$$K = 1.2 \cdot 10^{-9} \div 5 \cdot 10^{-9} \quad [\text{cm/s}]$$

Sempre dalle stesse prove si rilevano i coefficienti di consolidazione C_v e gli indici di compressibilità C_c non determinabile per il campione S208CI1. L'indice di sovraconsolidazione calcolato secondo il metodo di Casagrande risulta $OCR \approx 1$ soltanto per il campione S212 CI1 mentre per gli altri non è determinabile.

Non si riportano i valori relativi alla prova edometrica dei campioni S214 CI1 per incompletezza dei risultati.

Nella tabella seguente sono riportati per singolo campione tutti i risultati delle prove di laboratorio.

Tabella F.2 - Risultati prove di laboratorio campioni terreni depositi a

Campione	Profondità	Terreno	Parametri geotecnici									
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	E_d	K	Cc	C_v	OCR
			[kN/m^3]]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]]	[cm/s]	[-]	[cm^2/s]	[-]
S208 CI1	2.50÷2.90	LAS	17.8	20.1	25.3			6.5	5×10^{-9}	ND	ND	ND
S210 CI1	2.50÷3.10	LAS	6.2	10.6	23.2							
S211 CI1	14.50÷14.93	Gs	16.9	14.6	26.4	135						
S212 CI1	6.50÷6.90	LAS	16.8	8.6	24	62	13.1	5.6	8.2×10^{-9}	0.055	0.00056	≈ 1
S213 CI1	6.00÷6.36	LAS	16.8	12.2	28.5	70						
S214 CI1	2.00÷2.30	LAS	19.4	18.0	25.9							
S215 CI1	4.50÷5.00	LAS	17.3	78	33.1							
S217 CI1	3.00÷3.50	LAS	18.3	12.6	20.7							
S221 CI1	2.80÷3.20	Lsa	19.3	14.4	28.6							
S223 CI1	1.50÷1.90	LA	19.8	22.1	28.9							

S224 CI1	2.50÷3.00	LAS	17.4	4.7	28.8	50						
S224 CI2	8.50÷8.90	SI	18.8	5.1	27.5							
S225 CI1	3.50÷4.00	A	17.6	6.8	23.8	66						
S229 CI1	4.50÷5.00	LAS	18.4	17.6	17.0			7.00	1.2×10^{-9}	0.059	0.000084	ND

F.1.2 Indagini geotecniche in sito

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche tipo SPT che hanno fornito i seguenti valori:

- PRIMO TRATTO (S208-S218)

- S208:

1. N30 (4.00) = 22

2. N30 (6.00) = 27

3. N30 (8.00) = R

- S208 bis :

1. N30 (2.50) = R

2. N30 (7.50) = R

- S210 :

1. N30 (4.50) = 20

2. N30 (6.50) = R

- S211:

1. N30 (4.00) = 21

2. N30 (6.00) = R

- S212:

1. N30 (2.50) = 20

2. N30 (5.00) = 23

3. N30 (8.00) = R

- S213:

1. N30 (3.20) = 17

2. N30 (9.00) = 49

- S214:

1. N30 (4.00) = 19

2. N30 (5.50) = 28

3. N30 (10.50) = 32

- S215 :

1. N30 (3.00) = 16

2. N30 (6.50) = 33

- S216:

1. N30 (1.50) = 21

2. N30 (4.00) = 25

3. N30 (11.00) = 56

4. N30 (13.00) = R

- S217:

1. N30 (2.00) = 15

2. N30 (8.00) = 40

3. N30(11.50) =R

4. N30 (13.00) = 42

5. N30 (17.50) = R

- S218:

1. N30 (3.50) = 15

2. N30 (5.00) = R

• SECONDO TRATTO (S221)

- S221:

1. N30 (4.00) = 44

2. N30 (8.60) = R

- TERZO TRATTO (S223 - S226)

- S223:

1. N30 (3.50) = 24
2. N30 (7.00) = 27
3. N30 (9.00) = 36
4. N30 (11.30) = 48

- S224:

1. N30 (3.00) = 19
2. N30 (7.20) = 10
3. N30 (11.00) = 15
4. N30 (20.00) = R

- S225:

1. N30 (2.40) = 22
2. N30 (7.00) = 29

- QUARTO TRATTO (S229)

- S229:

1. N30 (2.50) = 20
2. N30 (6.00) = 28

Alla fine delle perforazioni sono stati installati dei piezometri a tubo aperto nei sondaggi S213, S212, S214, S216, S217, S223, S224, S225 e S229. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione hanno confermato la presenza della falda e sono stati rilevati i livelli misurati dal piano di campagna.

- S213 : - 5.88 m. (25/03/2013)
- S212 : - 3.77 m. (25/03/2013)
- S214 : - 4.30 m. (25/03/2013)
- S216 : - 4.42 m. (25/03/2013)
- S217 : - 4.65 m. (25/03/2013)

- S224 : - 10.36 m. (25/03/2013)
- S226 : - 7.86 m. (25/03/2013)
- S229 : - 6.19 m. (25/03/2013)

F.1.3 Parametri geotecnici

Per come si rileva dalle granulometrie delle Figura F.1, Figura F.2 e Figura F.3) si distinguono nettamente terreni coerenti e incoerenti. I primi sono classificabili mediamente come limo con argilla sabbioso mentre i secondi nei primi due tratti (Figura F.1, Figura F.2) sono classificabili come ghiaia con sabbia limosa e nel terzo (Figura F.3) come sabbia limosa. Nelle Figura F.7, Figura F.8 e Figura F.9 per i terreni coerenti sono riportati i diagrammi di sintesi delle prove di taglio diretto CD i cui risultati sono ripresi dalla Tabella F.2.

Si ritiene di scartare i risultati relativi ai campioni n. 9 (S215 CI1) e n. 21 (S224 CI12) perchè non rappresentativi dei relativi terreni (Caratteristiche meccaniche non corrispondenti a quelle fisiche ed a quelle dei terreni in sito). Inoltre i risultati del campione n. 21 in base alle indicazione delle Raccomandazioni AGI (1977) di cui alla figura G.2 (RGG) non sono attendibili per la classe di qualità del campione prelevato con grado Q.3 e quindi da considerare disturbato.

Con i risultati dei campioni n. 1, 3, 6, 7, 8, 12, 16, 17, 20, 23, e 24 si caratterizzano i relativi terreni afferenti per cui si hanno :

- | | | | |
|---------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| • Terreni LAS | S208 (campione n.1) | $c' = 20$ kPa | $\phi' = 25^\circ$ |
| • Terreni LAS | S210 (campione n.3) | $c' = 9$ kPa | $\phi' = 23^\circ$ |
| • Terreni LAS | S212 (campione n.6) | $c' = 8.6$ kPa | $\phi' = 24^\circ$ |
| • Terreni LAS | S213 (campione n.7) | $c' = 12.2$ kPa | $\phi' = 23^\circ$ |
| • Terreni LAS | S214 (campione n.8) | $c' = 18$ kPa | $\phi' = 25.9^\circ$ |
| • Terreni LAS | S217 (campione n.12) | $c' = 12.2$ kPa | $\phi' = 23^\circ$ |
| • Terreni LSa | S221 (campione n.16) | $c' = 14$ kPa | $\phi' = 28^\circ$ |
| • Terreni LA | S223 (campione n.17) | $c' = 22$ kPa | $\phi' = 27^\circ$ |
| • Terreni LAS | S224 (campione n.20) | $c' = 5$ kPa | $\phi' = 28^\circ$ |
| • Terreni A | S225 (campione n.23) | $c' = 6.8$ kPa | $\phi' = 23.8^\circ$ |

- Terreni LAS S229 (campione n.24) $c' = 17.6 \text{ kPa}$ $\phi' = 17^\circ$

I terreni LAS del sondaggio S215 (campione n.9) e S224 (campione n.21 e 22) si caratterizzano per comparazione in base alle rispettive granulometrie (curve n.9 di Figura F.1 e n.21 e 22 di Figura F.3) e descrizioni litologiche. Pertanto si hanno :

- Terreni LAS S215 (campione n.9) $c' = 15 \text{ kPa}$ $\phi' = 30^\circ$
- Terreni LAS S224 (campione n.21) $c' = 0$ $\phi' = 33^\circ$

I terreni LAS dei sondaggi S208bis e S211 si caratterizzano con gli stessi parametri dei terreni LAS del sondaggio S210 per descrizione litologica. Analogo discorso per i terreni LAS dei sondaggi 225 e 226 ai quali si attribuiscono gli stessi parametri dei terreni LAS del sondaggio S224. Il livello inferiore dei terreni A del sondaggio S225 si caratterizza con gli stessi parametri del livello superiore. Pertanto si hanno :

- Terreni LAS S208bis $c' = 9 \text{ kPa}$ $\phi' = 23^\circ$
- Terreni LAS S211 $c' = 9 \text{ kPa}$ $\phi' = 23^\circ$
- Terreni LAS S225 $c' = 5 \text{ kPa}$ $\phi' = 28^\circ$
- Terreni LAS S226 $c' = 5 \text{ kPa}$ $\phi' = 28^\circ$
- Terreni A S225 $c' = 6.8 \text{ kPa}$ $\phi' = 23.8^\circ$

Gli altri terreni ATM (S216), SLA (216), LAS (218) e SL (223) si caratterizzano per comparazione con i litotipi simili, già analizzati, in base alla descrizione litologica e tenendo conto anche dei rapporti con gli altri terreni del sondaggio anche se appartenenti ad altre formazioni. Pertanto si hanno :

- Terreni ATM S216 $c' = 20 \text{ kPa}$ $\phi' = 25^\circ$
- Terreni SLA S216 $c' = 10 \text{ kPa}$ $\phi' = 25^\circ$
- Terreni LAS S218 $c' = 10 \text{ kPa}$ $\phi' = 26^\circ$
- Terreni LAS S223 $c' = 10 \text{ kPa}$ $\phi' = 30^\circ$

Le prove penetrometriche SPT hanno dato in genere valori a rifiuto $N_{30} = R$ e solo in tre casi valori numerici ($N_{30} = 19-28-56$) per cui i terreni incoerenti si caratterizzano in funzione dei risultati della prove SPT e per comparazione in base alla descrizione litologica ed alla granulometria. Per la determinazione dell'angolo di resistenza a taglio si utilizza il diagramma di

De Mello della figura G.2 (RGG) che mette in relazione il valore di N_{30} con ϕ' in funzione della pressione litostatica σ'_v . Con $N_{30} = 19 \div 56$ risultano valori mediamente valori di $\phi' = 37 \div 45^\circ$. In relazione alle descrizioni litologiche si ritiene più opportuno attribuire valori leggermente ridotti dell'angolo di resistenza al taglio ed un minimo di coesione per alcuni per cui si hanno :

• Terreni Gs	S208	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Vcg	S208bis	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Gs	S210	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Gs	S211	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Gsa	S212	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni SG	S213	$c' = 0$	$\phi' = 33^\circ$
• Terreni Gsl	S214	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Gs	S215	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Gsl	S216	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni SLG	S217	$c' = 5 \text{ kPa}$	$\phi' = 33^\circ$
• Terreni SG	S217	$c' = 0$	$\phi' = 37^\circ$
• Terreni SAL	S217	$c' = 2 \text{ kPa}$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni LS-Gs	S218	$c' = 0$	$\phi' = 33^\circ$
• Terreni SLAg	S221	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Gs	S223	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Sl	S224	$c' = 0$	$\phi' = 33^\circ$
• Terreni Gsl	S224	$c' = 2 \text{ kPa}$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni G	S225	$c' = 0$	$\phi' = 35^\circ$
• Terreni Sl	S229	$c' = 2 \text{ kPa}$	$\phi' = 30^\circ$

Figura F.7 - Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S208-S214)

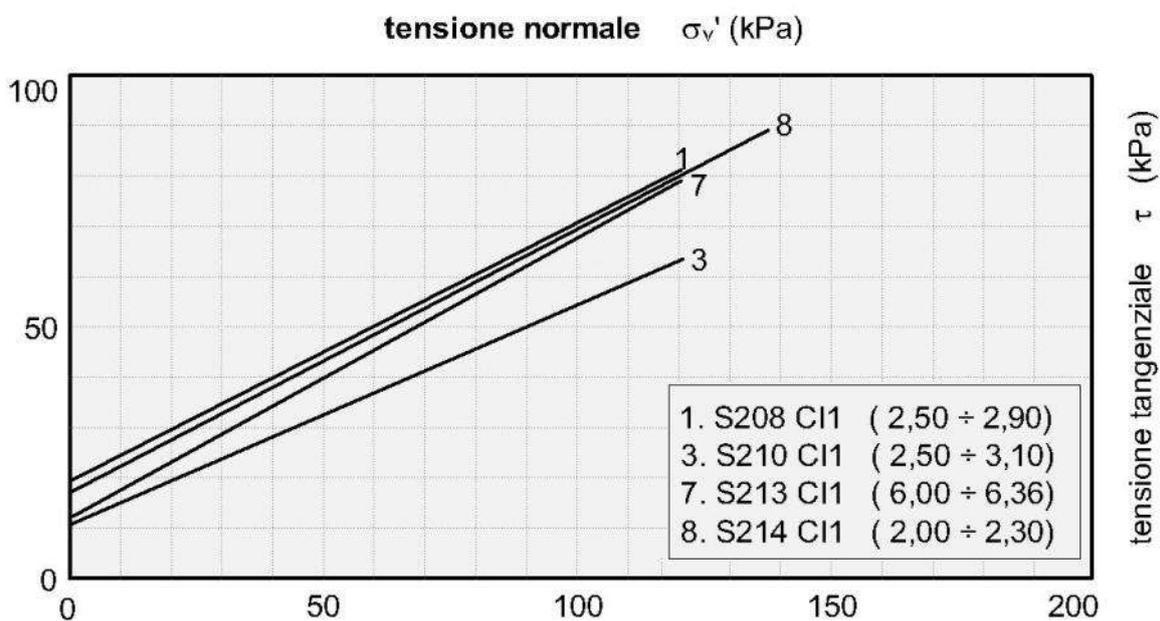


Figura F.8 -Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S215-S221)

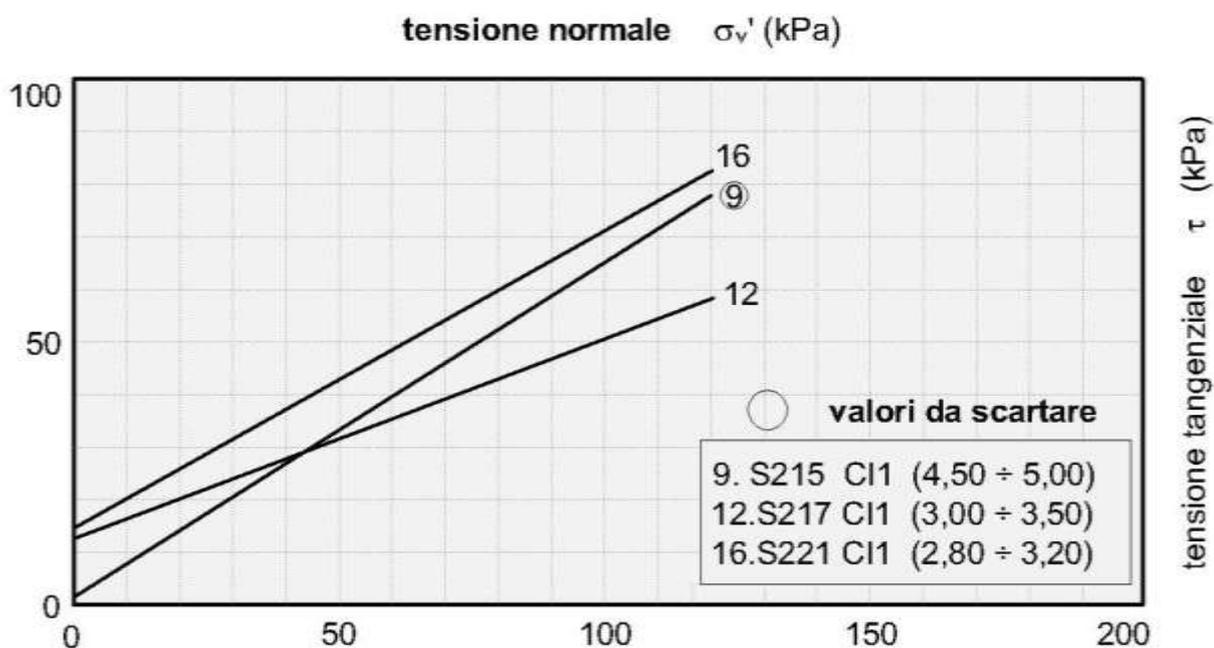
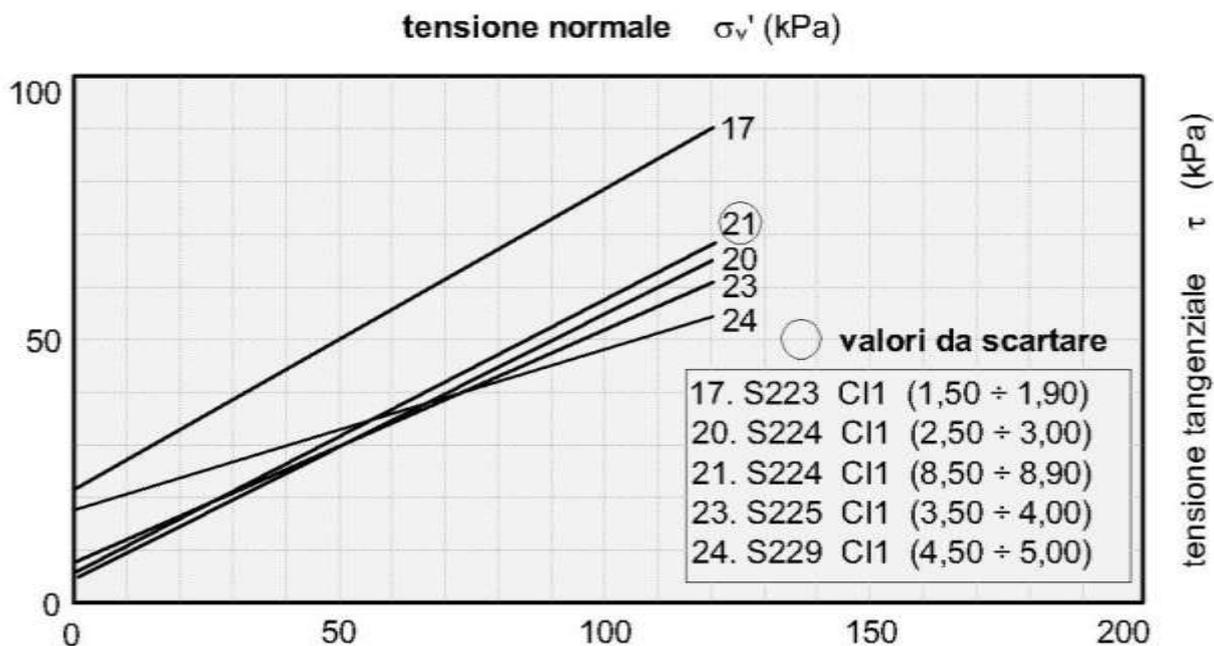


Figura F.9 - Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S223-S229)

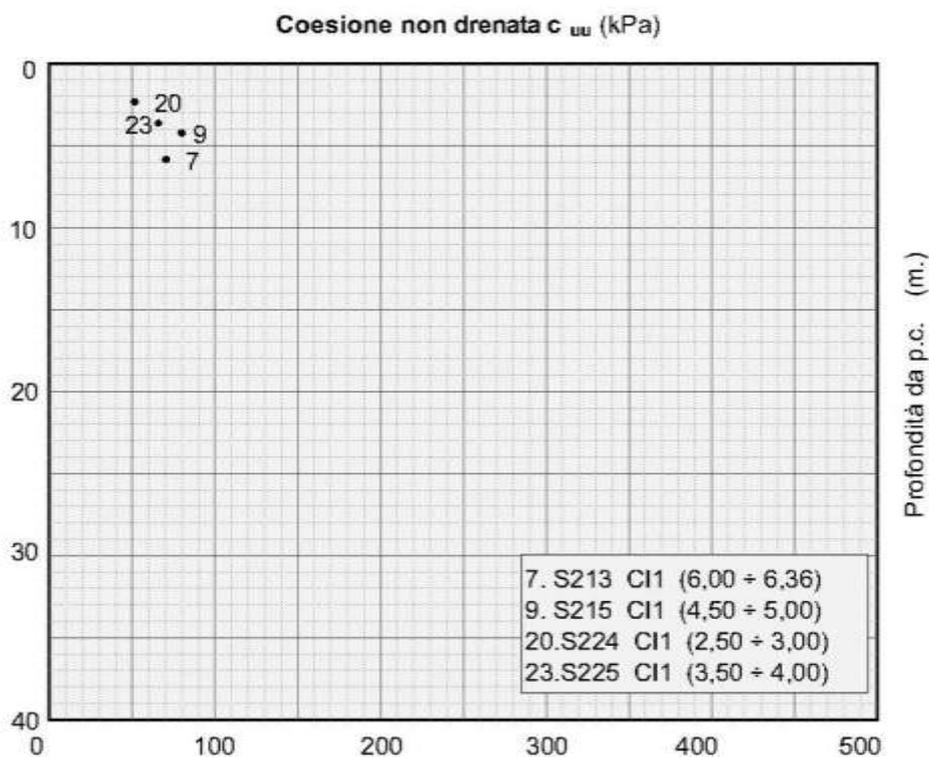


In Figura F.10 si riportano i valori della resistenza a taglio in termini di tensioni totali ripresi dalla Tabella F.2. Si hanno soltanto pochi valori e cautelativamente la coesione non drenata viene valutata in funzione della correlazione statistica con la coesione efficace $c_u = (5 \div 8) \cdot c'$ per cui si adottano i seguenti valori :

- Terreni LAS S208 (campione n.1) $c_u = 160$ kPa
- Terreni LAS S210 (campione n.3) $c_u = 70$ kPa
- Terreni LAS S212 (campione n.6) $c_u = 62$ kPa
- Terreni LAS S213 (campione n.7) $c_u = 70$ kPa
- Terreni LAS S214 (campione n.8) $c_u = 160$ kPa
- Terreni LAS S217 (campione n.12) $c_u = 140$ kPa
- Terreni LSa S221 (campione n.16) $c_u = 84$ kPa
- Terreni LA S223 (campione n.17) $c_u = 150$ kPa
- Terreni LAS S224 (campione n.20) $c_u = 30$ kPa
- Terreni A S225 (campione n.23) $c_u = 42$ kPa
- Terreni LAS S229 (campione n.24) $c_u = 106$ kPa
- Terreni LAS S215 (campione n.9) $c_u = 68$ kPa
- Terreni LAS S208bis $c_u = 70$ kPa

• Terreni LAS	S211	$c_u = 70$ kPa
• Terreni LAS	S225	$c_u = 30$ kPa
• Terreni LAS	S226	$c_u = 30$ kPa
• Terreni A	S225	$c_u = 42$ kPa
• Terreni ATM	S216	$c_u = 120$ kPa
• Terreni SLA	S216	$c_u = 70$ kPa
• Terreni LAS	S218	$c_u = 60$ kPa
• Terreni LAS	S223	$c_u = 60$ kPa

Figura F.10 - Coesione non drenata : Risultati di laboratorio e valori di riferimento



Le caratteristiche di deformabilità sono state ricavate in funzione dei risultati delle prove SPT con la formula di Schultze e Mezembach

$$E = s_1 \cdot N_{30c} + s_2$$

con $s_1 = 0,527$ MPa ed $s_2 = 0,760$ MPa

e dove N_{30c} è il valore corretto tramite il coefficiente $C_N = N_{30c} / N_{30}$ determinato dal grafico della figura G.3 (RGG) in funzione della pressione litostatica σ'_v

I risultati delle prove SPT hanno fornito valori $N_{30} = 10 \div 56$ e valori a rifiuto soltanto nei terreni incoerenti per i quali viene stimato per comparazione con altri litotipi similari tenendo conto anche della descrizione litologica specialmente per quei terreni non oggetto di prove. Il modulo di elasticità assume i seguenti valori

$$E = 9.5 \div 32.7 \text{ MPa}$$

Dalle prove edometriche si ricavano, per la pressione media dello strato, i valori del modulo edometrico

$$E_{ed} = 5.6 \div 7 \text{ MPa}$$

Dalle stesse prove si rileva il coefficiente di permeabilità

$$K = 1.2 \cdot 10^{-9} \div 8.2 \cdot 10^{-9} \quad [\text{cm/s}]$$

In funzione del modello geotecnico delle opere di progetto potranno utilizzarsi valori diversi dei parametri sopra indicati (sempre ripresi dai risultati di laboratorio).

Sempre dalle stesse prove si rilevano i coefficienti di consolidazione C_v e gli indici di compressibilità C_c non determinabile per il campione S208CI1. L'indice di sovraconsolidazione calcolato secondo il metodo di Casagrande risulta $OCR \approx 1$ soltanto per il campione S212 CI1 mentre per gli altri non è determinabile.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.3 - Caratterizzazione terreni depositati a

Sigla	Sond.	Quote	Parametri geotecnici terreni depositati a									
			γ	c'	φ'	c_u	E	Ed	K	Cc	Cv	OCR
			[kN/m ³]]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[-]
LAS	S208	1.00÷7.00	17.8	20	25	160	14.2	6.5	5×10^{-9}	ND	ND	ND
Gs	S208	7.00÷10.50	18	0	35		12.7					
LAS	S208 bis	1.00÷6.20	16.2	9	23	70	12.1					
Vcg	S208 bis	6.20÷11.60	21.3	0	35	70	12.1					
LAS	S210	1.00÷6.80	16.2	9	23	70	12.1					
Gs	S210	6.80÷ 11.50	21.3	0	35		22.7					
LAS	S211	0.80÷6.00	16.2	9	23	70	12.1					
Gs	S211	6.00÷12.00	21.3	0	35		22.7					
LAS	S212	1.00÷7.80	17.9	8.6	24	62	13.1	5.6	8.2×10^{-9}	0.055	0.00056	≈ 1
Gsa	S212	7.80÷10.30	20	0	35		13.1					
SG	S213	1.20÷2.80	17	0	33		14					
LAS	S213	2.80÷9.50	16.8	12.2	28.5	70	15.8					

Gsl	S213	9.50÷13.30	18	0	35		17						
LAS	S214	1.10÷3.00	19.4	18	25.9	130	13.1						
SI	S214	3.00÷9.00	18	2	33	12	14.2						
Gsl	S214	9.00÷11.00	20	0	35		13.1						
LAS	S215	2.20÷7.00	17.3	15	30	68	14.8						
Gs	S215	7.00÷11.00	18	0	35		25						
SLA	S216	0.70÷8.00	18.9	10	25	70	14.7						
Gsl	S216	8.00÷15.00	18.9	0	35		21.1						
ATM	S216	15.00÷16.50	18	20	25	120	17.7						
LAS	S217	1.50÷10.70	m18.3	12.6	20.7	140	15.8						
SLG	S217	10.70÷14.30	18.5	5	33	25	23.7						
SG	S217	14.30÷25.00	18	0	37		30						
SAL	S217	25.00÷30.00	18.5	2	35		30						
LAS	S218	1.60÷5.00	19	10	26	60	9.5						
LS - Gs	S218	5.00÷8.50	20.3	0	33		32.7						
Lsa	S221	1.20÷6.50	19.3	14	28	84	23.8						
SLAg	S221	6.50÷10.40	18	0	35		23.4						
LA	S223	0.50÷7.00	19.8	22	27	150	14.2						
SL	S223	7.00÷10.20	17.6	10	30	60	17.9						
Gs	S223	10.20÷15.50	16.8	0	35		18.9						
LAS	S224	2.10÷9.20	18	5	28	30	9.5						
SI	S224	9.20÷17.80	19.4	0	33								
Gsl	S224	17.80÷24.40	18.8	2	33	10	22.7						
LAS	S225	1.00÷2.70	18	5	28	30	9.5						
A	S225	2.70÷7.60	17.5	6.8	23.8	42	16.9						
G	S225	7.60÷8.90	17	0	35								
A	S225	8.90÷12.40	17.5	6.8	23.8	42	16.9						
LAS	S226	0.00-5.20	18	5	28	30	9.5						
LAS	S229	0.80÷7.10	18.4	17.6	17	106	6.8						
SI	S229	7.10÷9.00	17	2	30	10	14.2	7.00	1.2×10^{-9}	0.059	0.000084	ND	

F.2 Terreni appartenenti alla formazione Qa

Tali terreni sono stati riscontrati in cinque tratti: il primo fra i sondaggi S208 e S215 compreso fra le progressive 0+000 e 3+369; il secondo indagato dai sondaggi S220, S220ter e S220bis, compreso fra le progressive 4+154 e 5+017; il terzo indagato dal sondaggio S222, compreso fra le progressive 5+377 e 5+609; Il quarto indagato dai sondaggi S223 e S225, compreso fra le progressive 5+938 e 6+262; Il quinto e ultimo fra i sondaggi S228 e S229, compreso fra le progressive 6+845 e 7+628. Si tratta di terreni sciolti nei quali sono stati prelevati i seguenti campioni:

- Primo tratto (S208-S215) :
 - S208 CI2 (12.50 ÷ 12.95)
 - S208 CI3 (20.00 ÷ 29.50)
 - S208 bis CI1 (12.50 ÷ 12.95)
 - S210 CI2 (13.00 ÷ 13.53)
 - S210 CI3 (24.50 ÷ 24.86)
 - S211 CI1 (14.50 ÷ 14.93)
 - S211 CI3 (25.00 ÷ 25.47)
 - S213 CI2 (14.50 ÷ 15.00)
 - S213 CI3 (26.00 ÷ 26.60)
 - S214 CI2 (13.00 ÷ 13.45)
 - S215 CI3 (20.50 ÷ 20.93)

- Secondo tratto : (S220-S220 bis)
 - S220 CI1 (4.50 ÷ 5.00)
 - S220 CI2 (9.50 ÷ 10.00)
 - S220 CI3 (16.50 ÷ 17.00)
 - S220 ter CI1 (5.00 ÷ 5.50)
 - S220 ter CI2 (10.00 ÷ 10.30)
 - S220 bis CI1 (2.50 ÷ 2.75)
 - S220 bis CI2 (10.00 ÷ 10.50)
 - S220 bis CI3 (17.70 ÷ 18.00)

- Terzo tratto : (S222)
 - S222 CI1 (3.70 ÷ 4.00)
 - S222 CI2 (6.00 ÷ 6.50)
 - S222 CI3 (11.20 ÷ 11.60)

- Quarto tratto : (S223-S225)

- S223 CI2 (16.30 ÷ 16.70)
- S225 CI3 (16.50 ÷ 17.00)
- S225 CI4 (28.00 ÷ 28.50)
- Quinto tratto : (S228-S229)
 - S228 CI2 (8.00 ÷ 8.50)
 - S228 CI1 (2.50 ÷ 3.00)

F.2.1 Analisi di laboratorio

Per questi terreni sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati. Dalle analisi eseguite si sono rilevate le seguenti caratteristiche fisiche:

- contenuto naturale d'acqua $W_n = (26.4 \div 32.3)\%$
- peso dell'unità di volume $\gamma = 16.9 \div 18.9 \text{ kN/mc}$
- indice di consistenza $I_c > 1$

Dalla Figura F.11 alla Figura F.14 sono rappresentate le granulometrie che sono comprese nel fuso delimitato superiormente da argilla con limo ed inferiormente da limo con argilla con sabbia.

Figura F.11 - Granulometria terreni formazione Qa (S208-S211)

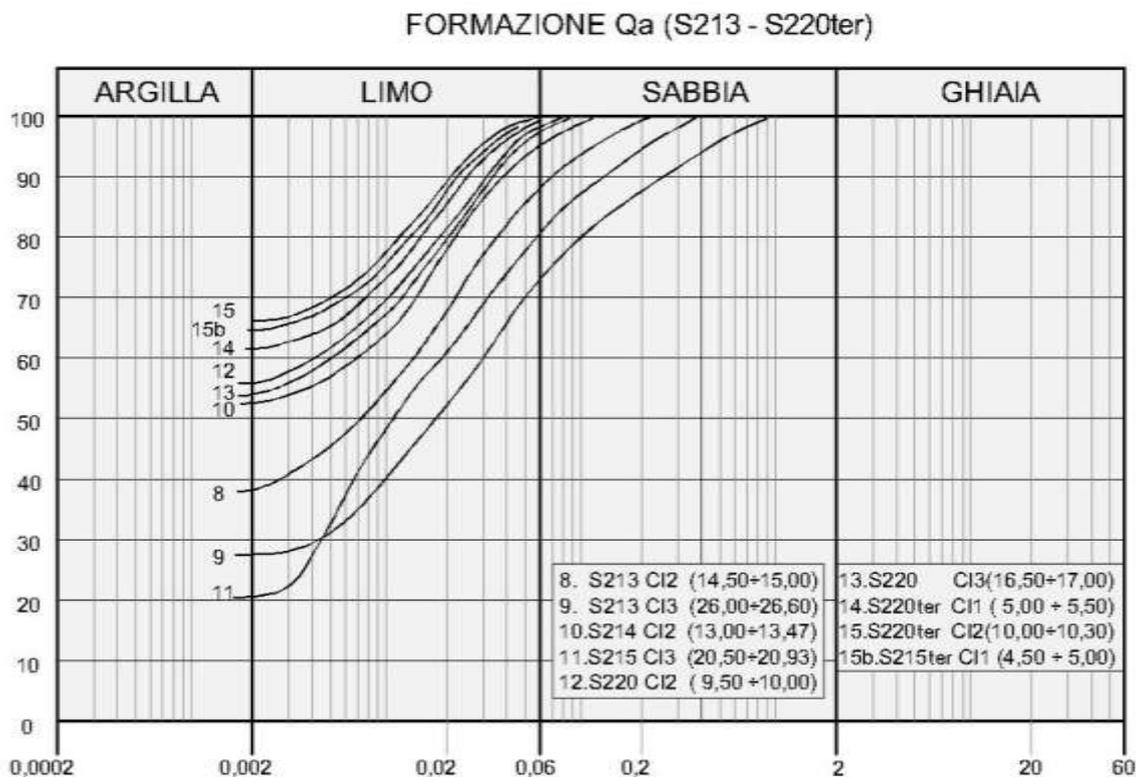


Figura F.13 - Granulometria terreni formazione Qa (S220bis-S223)

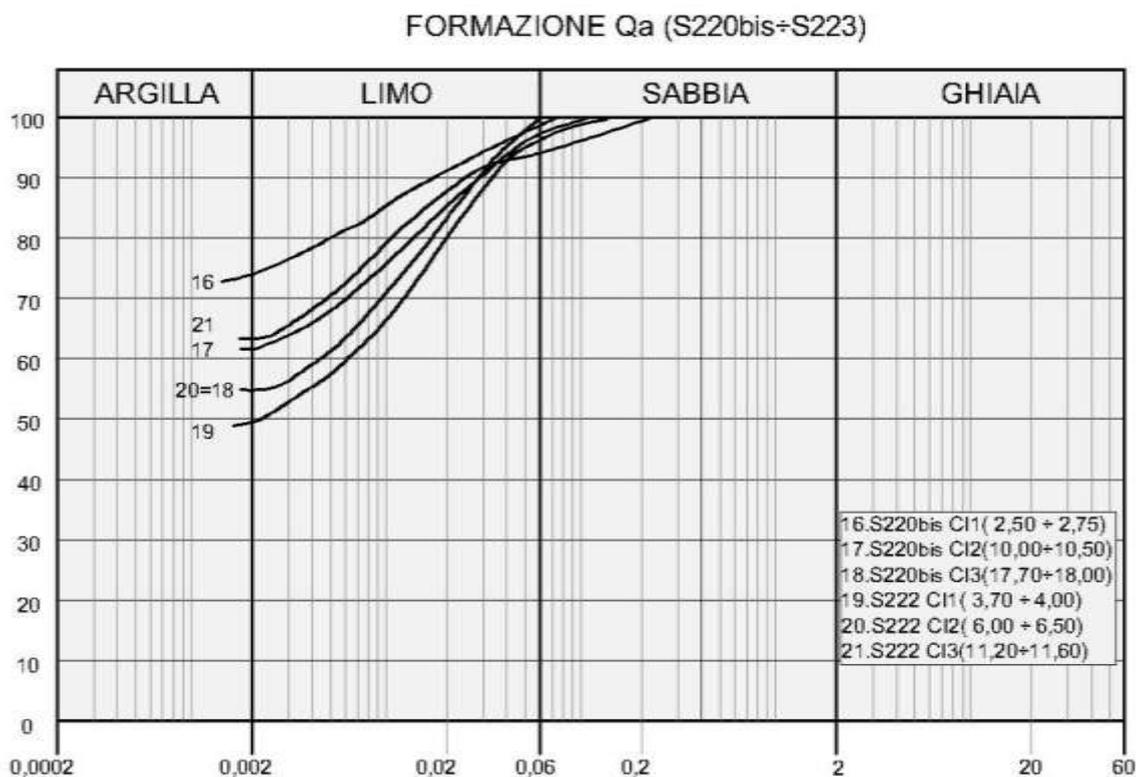
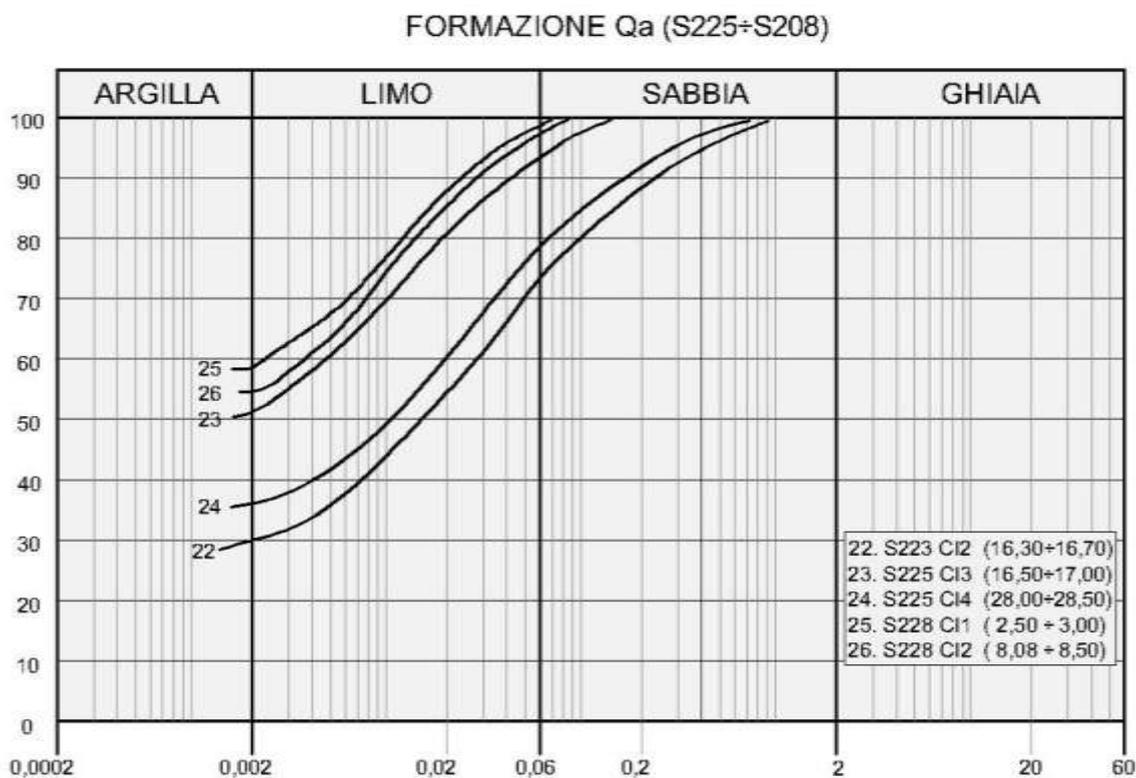


Figura F.14 - Granulometria terreni formazioni Qa (S225-S228)



Dalle carte di attività e plasticità delle figure seguenti si rileva che trattasi di argille inattive a plasticità alta.

Figura F.15 - Attività e plasticità terreni formazione Qa (S208-S211)

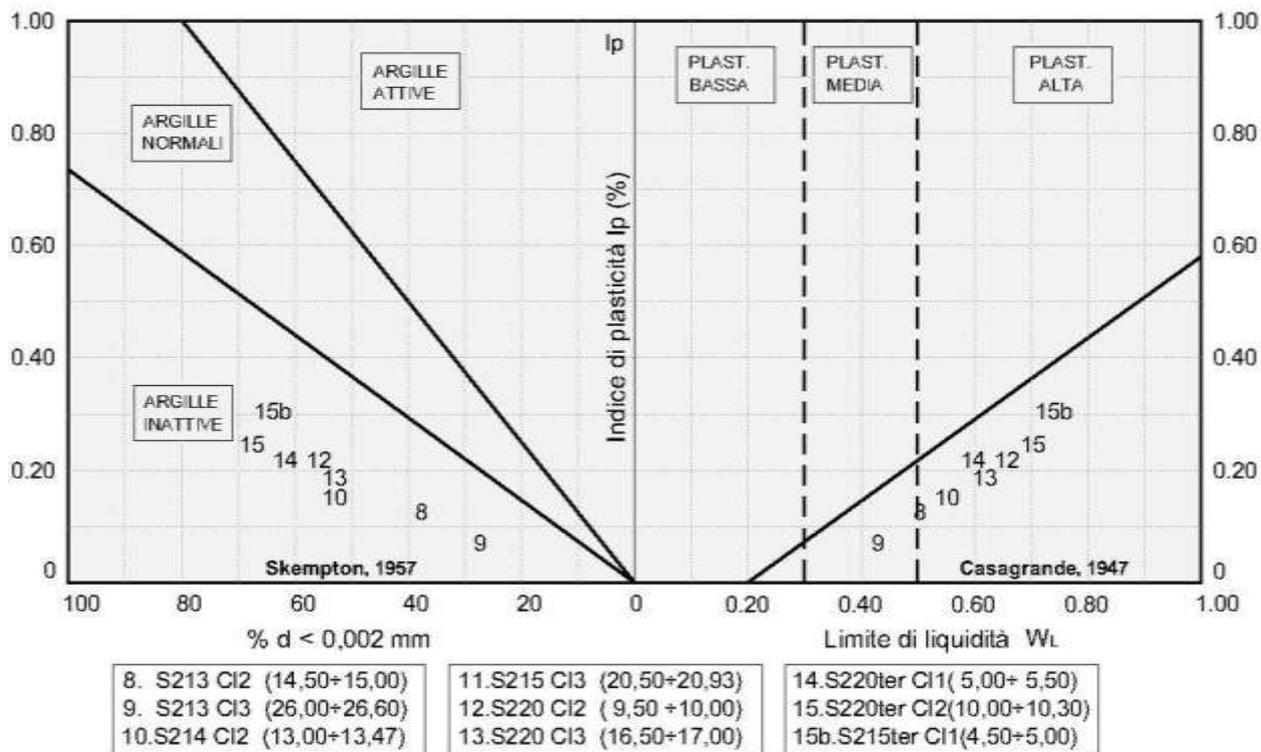


Figura F.16 - Attività e plasticità terreni formazione Qa (S213-S220ter)

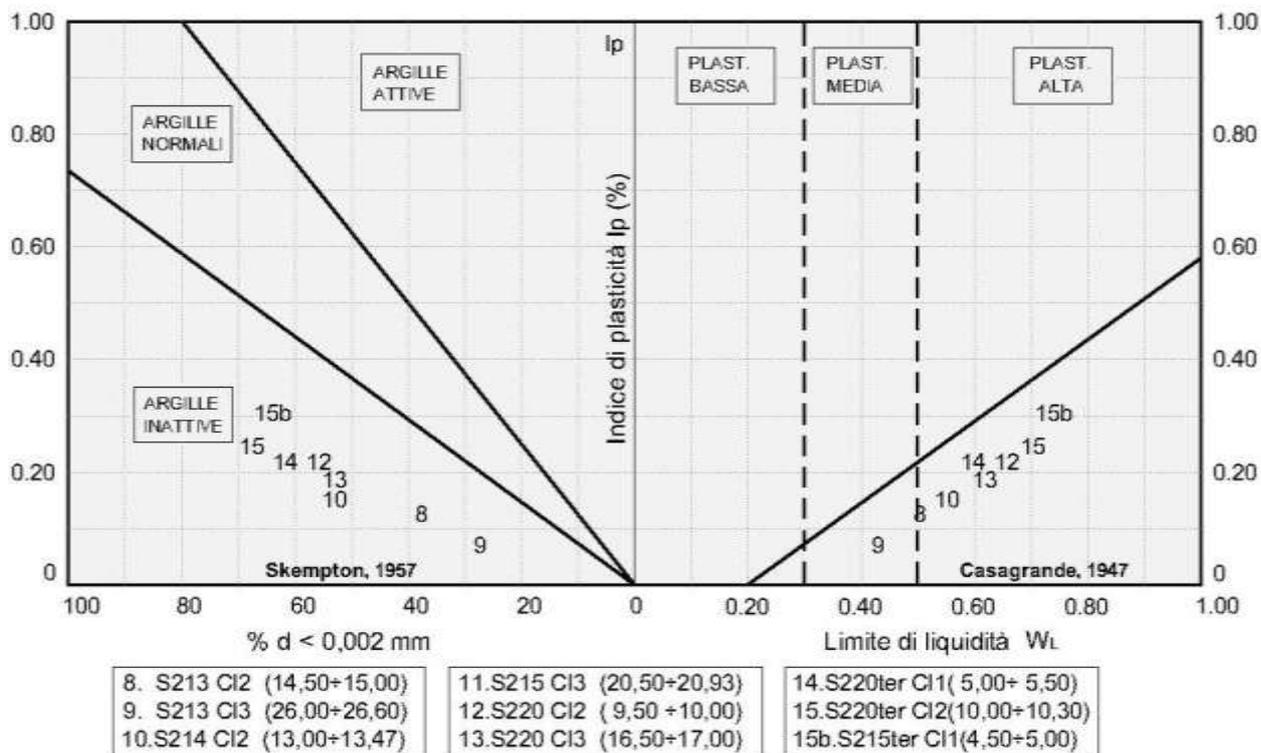
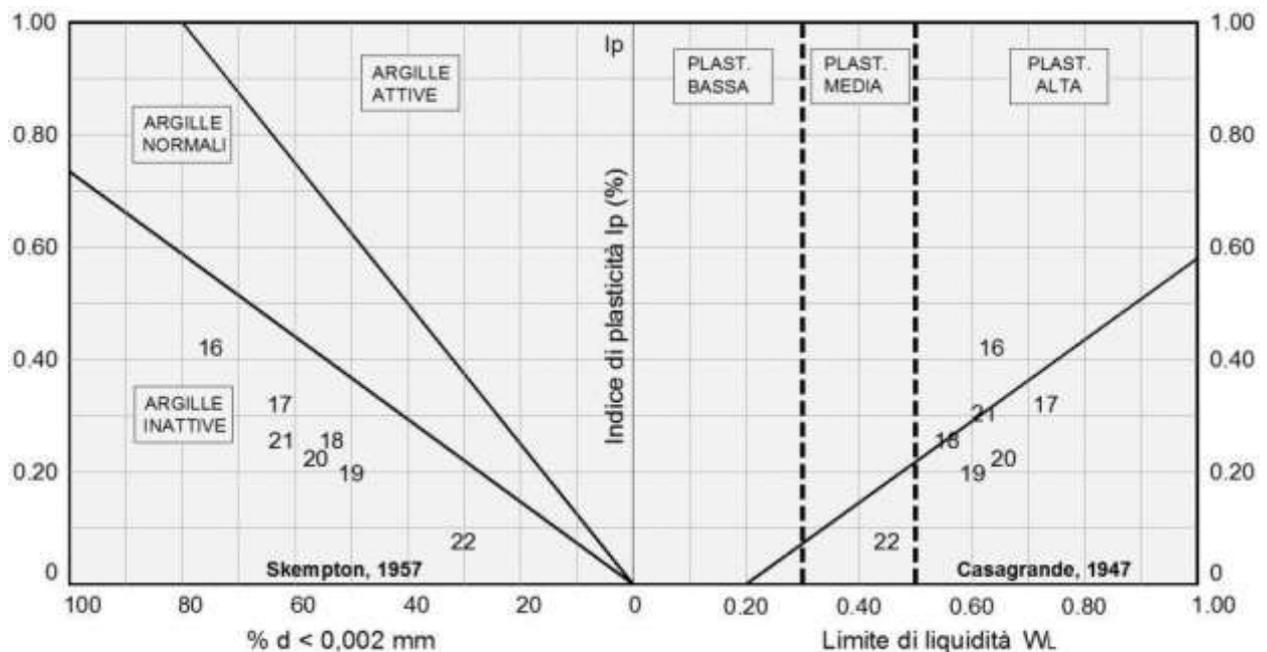
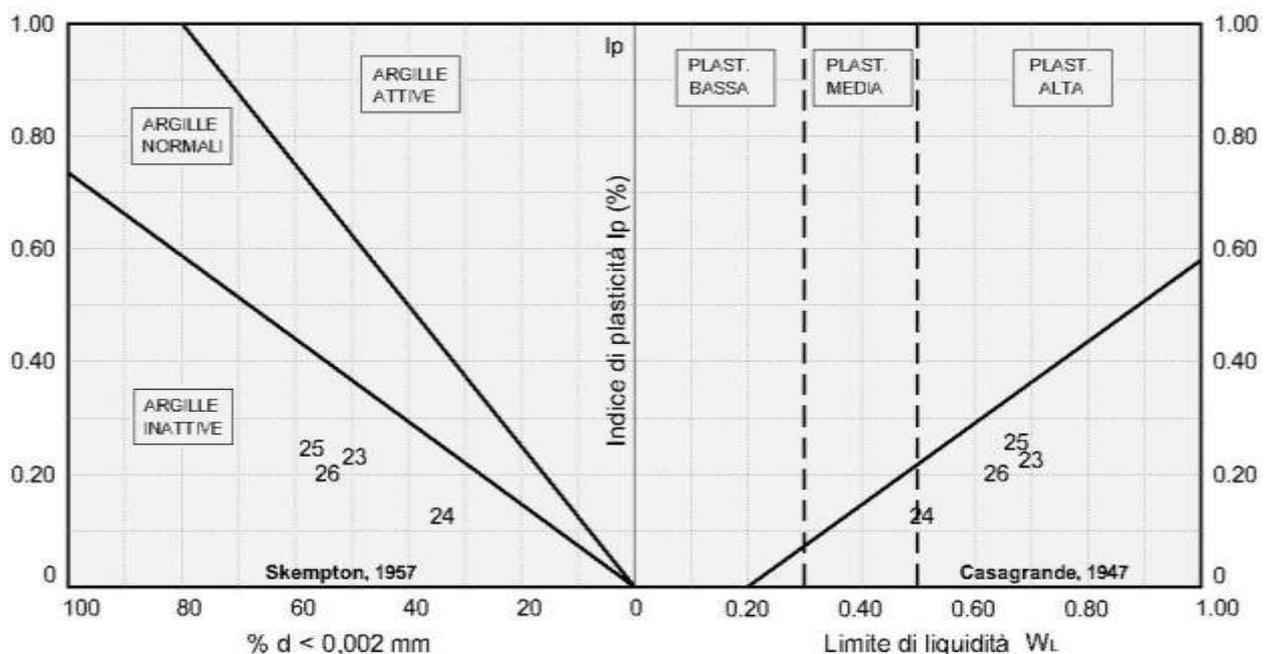


Figura F.17 - Attività e plasticità terreni formazione Qa (S220bis-S223)



- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 16. S220bis CI1 (2,50 + 2,75) | 20. S222bis CI2 (6,00 + 6,50) |
| 17. S220bis CI2 (10,00+10,50) | 21. S222bis CI3 (11,20+11,60) |
| 18. S220bis CI3 (17,70+18,00) | 22. S223bis CI2 (16,30+16,70) |
| 19. S222bis CI1 (3,70 + 4,00) | |

Figura F.18 - Attività e plasticità terreni formazione Qa (S225-S228)



- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 23. S225 CI3 (16,50+17,00) | 25. S228 CI1 (2,50 + 3,00) |
| 24. S225 CI4 (28,00+28,50) | 26. S228 CI2 (8,08 + 8,50) |

Dalle prove di taglio diretto (TD) consolidate drenate si sono ricavati i seguenti parametri di resistenza in termini di tensioni efficaci :

$$c' = 7 \div 144 \text{ KPa} \quad \phi' = 17.3^\circ \div 31.9^\circ$$

Dalle prove di compressione ad espansione laterale libera (ELL) e triassiale (UU) si sono ricavati i seguenti parametri di resistenza in termini di tensioni totali :

$$c_u = 104 \div 550 \text{ kPa}$$

Per i terreni del sondaggio S208 (Campione S208 CI2 12.50 ÷ 12.95), S208 bis (Campione S208bis CI1, 12.50 ÷ 12.95) e S223 (Campione S223 CI2 16.30 ÷ 16.70) sono state eseguite prove di compressione edometrica che hanno fornito, per la pressione verticale media dello strato, un valore del relativo modulo :

$$E_d = 11.3 \div 16.7 \text{ MPa}$$

Dalle stesse prove si ricavano i valori del coefficiente di permeabilità :

$$K = 5.2 \cdot 10^{-9} \div 2.2 \cdot 10^{-8} \text{ [cm/s]}$$

Sempre dalle stesse prove si rilevano i coefficienti di consolidazione C_v e gli indici di compressibilità C_c . L'indice di sovraconsolidazione calcolato secondo il metodo di Casagrande risulta non determinabile.

Non si riportano i valori relativi alla prova edometrica dei campioni S228 CI2 per incompletezza dei risultati.

Nella tabella seguente sono riportati per singolo campione tutti i risultati delle prove di laboratorio.

Tabella F.4 - Risultati prove di laboratorio campioni terreni formazione Qa

Campio ne	Profondi tà	Terre no	Parametri geotecnici									
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	E_d	K	C_c	C_v	OCR
			[kN/m ³]]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[-]
S208 CI2	12.50÷12.95	A	18.5	25.8	20.8	158		11.3	4.7×10^{-9}	0.115	0.000539	ND
S208 CI3	29.00÷29.50	A	17.8	19.6	28.5	244						
S208 bis CI1	12.50÷12.95	A	18.5	16.4	25			13.7	6.0×10^{-9}	0.101	0.000725	ND
S210 CI2	13.00÷13.53	A	18.6			245 (UU)						
S210 CI3	24.50÷24.86	A	17.9	49.1	23	276						
S211 CI1	14.50÷14.93	A	16.9	14.6	26.4	135						
S211 CI3	25.00÷25.47	A	18.8	23.4	25.8	494 (UU)						
S213 CI2	14.50÷15.00	A	18.7	14.4	24.6							

S213 CI3	26.00÷26.60	A	17.9	14.1	31	550 (UU)							
S214 CI2	13.00÷13.45	A	18.6	22	26.3								
S215 CI3	20.50÷20.93	A	18.7	19.5	27.5	427 (UU)							
S220 CI1	4.50÷5.00	A	18.2	7.1	20.4	123 (ELL)							
S220 CI2	9.50÷10.00	A-AM	19,0	23.4	21	206							
S220 CI3	16.50÷17.00	A-AM	18.9			352 (UU)							
S220 ter CI1	5.00÷5.50	A	18.6	13.2	17.3	222 (UU)							
S220 ter CI2	10.00÷10.30	A-is	16.8	17.8	19.8	160 (ELL)							
S220 bis CI1	2.50÷2.75	A	17.7	11	20	168 (ELL)							
S220 bis CI2	10.00÷10.50	A	18.8	13.1	18.5	227 (UU)							
S220 bis CI3	17.70÷18.00	AM-ist	17.1	13.5	17.6	104 (ELL)							
S222 CI1	3.70÷4.00	A	18.8	7.0	17.3	178 (ELL)							
S222 CI2	6.00÷6.50	A-is	18.8	10.1	17.7	183 (UU)							
S222 CI3	11.20÷11.60	A-is	17.4	13.7	20.7	118 (ELL)							
S223 CI2	16.30÷16.70	A	18.4	30.3	31.9	186 (ELL)		6.7	2.2×10^{-8}	0.060	0.003816	ND	
S225 CI3	16.50÷17.00	A-am	17.1	30	21.6	198 (ELL)							
S225 CI3	16.50÷17.00	A-am	17.1	30	21.6	336 (UU)							
S225 CI4	28.00÷28.50	A-am	17.5	30.6	26.5	490 (UU)							
S228 CI1	2.50÷3.00	A	18.7	17.9	23.1	118 (ELL)							
S228 CI2	8.00÷8.50	A	18.8	22.8	19.5	166 (ELL)							

F.2.2 Indagini geotecniche in sito

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche tipo SPT che hanno fornito i seguenti valori:

- PRIMO TRATTO (S208-S215)
 - S208:
 1. N30 (15.00) = 39
 2. N30 (22.50) = 55
 3. N30 (27.00) = 61

- S208 bis :

1. N30 (14.00) = 40
2. N30 (18.00) = 45

- S210 :

1. N30 (15.00) = 41
2. N30 (19.50) = 45
3. N30 (22.00) = 50

- S211:

1. N30 (17.00) = 40
2. N30 (22.00) = 49
3. N30 (27.00) = 51

- S213:

1. N30 (15.00) = 41
2. N30 (17.00) = 41
3. N30 (24.00) = 46

- S215 :

1. N30 (14.00) = 42
2. N30 (16.50) = 39
3. N30 (27.00) = 56

• SECONDO TRATTO (S220 – 220 bis)

- S220:

1. N30 (6.40) = 44
2. N30 (13.00) = 50
3. N30 (20.00) = 51

- S220 ter:

1. N30 (4.00) = 28

2. N30 (6.50) = 31

3. N30 (11.00) = 34

4. N30 (15.00) = 36

- S220 bis:

1. N30 (3.50) = 23

2. N30 (9.00) = 52

3. N30 (15.00) = 43

4. N30 (20.00) = 48

5. N30 (25.00) = 54

• TERZO TRATTO (S222)

- S222:

1. N30 (4.00) = 24

2. N30 (7.00) = 30

3. N30 (10.00) = 36

4. N30 (14.00) = 36

• QUARTO TRATTO (S223 – S225)

- S225:

1. N30 (14.00) = 22

2. N30 (23.00) = 45

• QUINTO TRATTO (S228 – S229)

- S228:

1. N30 (1.60) = 31

2. N30 (5.00) = 35

3. N30 (12.00) = 36

Alla fine delle perforazioni nei sondaggi S213, S212, S214, S220, S220 ter, S222, S223, S225, S228 e S229 sono stati installati dei piezometri a tubo aperto. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione hanno confermato l'assenza della falda

nei sondaggi strumentati S220, S220 ter, S222 e S228 mentre nei seguenti sondaggi sono stati rilevati i livelli misurati dal piano di campagna:

- S213 : - 5.88 m. (25/03/2013)
- S212 : - 3.77 m. (25/03/2013)
- S223 : - 7.79 m. (25/03/2013)
- S220 : - 4.42 m. (25/03/2013)
- S217 : - 4.65 m. (25/03/2013)
- S229 : - 6.19 m. (25/03/2013)

Nel sondaggio S220 è stata eseguita alla profondità di 17,70 m una prova pressiométrica che ha fornito un valore del modulo di elasticità $E = 17,90 \text{ MPa}$

Nel sondaggio S203 è stata eseguita una prova di permeabilità Lefranc che ha fornito i seguenti risultati :

- Sondaggio S203 (da 12.00 m a 13.00 m) $K = 2.72 \cdot 10^{-5}$ [cm/s]

F.2.3 Parametri geotecnici

Per come si rileva dalle granulometrie dalla Figura F.11 alla Figura F.14 si hanno terreni coerenti con un fuso che va da argilla con limo (curva n.1) a limo con argilla con sabbia (curva n.22). Dalla Figura F.19 alla Figura F.22 sono riportati i diagrammi di sintesi delle prove di taglio diretto CD i cui risultati sono ripresi dalla Tabella F.4.

Si ritiene di scartare i risultati del campione n. 5 (S210 CI3) perchè fuori linea ($c' = 49 \text{ kPa}$) con quelli dei campioni n.3 (S208bis CI1; $c' = 16.4 \text{ kPa}$) e n.6 (S211 CI1; $c' = 14.6 \text{ kPa}$) e con quelle dei terreni afferenti che in ogni sondaggio presentano caratteristiche pressochè uguali (Numero di colpi SPT : $N_{30} = 40 \div 50$; Resistenza $RP \approx 3.5$) . Non si tiene anche conto dei risultati della prova triassiale non consolidata non drenata (CIU) del campione n.8 (S213 CI2) in quanto il valore della coesione efficace risulta troppo elevato ($c'_{CIU} = 144 \text{ kPa}$) rispetto ai valori di tutti gli altri campioni.

Con i risultati dei campioni n. 1 e 2 (mediati), 3, 6 e 7 (mediati), 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15b. 16 e 17 (mediati), 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25 e 26 (mediati) si caratterizzano i relativi terreni afferenti per cui si hanno :

- Terreni A S208 (campioni n.1 e 2) $c' = 20 \text{ kPa}$ $\phi' = 25^\circ$

• Terreni A	S208bis (campione n.3)	$c' = 15$ kPa	$\phi' = 25^\circ$
• Terreni A	S211 (campioni n.6 e 7)	$c' = 15$ kPa	$\phi' = 25^\circ$
• Terreni A	S213 (campione n.9)	$c' = 14$ kPa	$\phi' = 30^\circ$
• Terreni A	S214 (campione n.10)	$c' = 22$ kPa	$\phi' = 26^\circ$
• Terreni AS	S215 (campione n.11)	$c' = 19$ kPa	$\phi' = 27^\circ$
• Terreni A	S220 (campione n.15b)	$c' = 7.1$ kPa	$\phi' = 20.4^\circ$
• Terreni A-AM	S220 (campione n.12)	$c' = 23$ kPa	$\phi' = 21^\circ$
• Terreni A	S220ter (campione n.14)	$c' = 13.2$ kPa	$\phi' = 17^\circ$
• Terreni A-is	S220ter (campione n.15)	$c' = 17$ kPa	$\phi' = 20^\circ$
• Terreni A	S220bis (campioni n.16 e 17)	$c' = 12$ kPa	$\phi' = 19^\circ$
• Terreni AM-ist	S220bis (campione n.18)	$c' = 13.5$ kPa	$\phi' = 17.6^\circ$
• Terreni A	S222 (campione n.15b)	$c' = 8.5$ kPa	$\phi' = 17^\circ$
• Terreni A-is	S222 (campione n.21)	$c' = 13.7$ kPa	$\phi' = 20^\circ$
• Terreni A	S223 (campione n.22)	$c' = 30$ kPa	$\phi' = 31^\circ$
• Terreni A-am	S225 (campione n.23)	$c' = 30$ kPa	$\phi' = 21.6^\circ$
• Terreni A	S228 (campioni n.25 e 26)	$c' = 20$ kPa	$\phi' = 21^\circ$

Ai terreni A del sondaggio S210 (campione n.5) si assegnano gli stessi parametri dei terreni A dei sondaggi S208bis e S211 perchè, oltre le affinità fisiche dei campioni, in ogni sondaggio presentano caratteristiche pressochè uguali (Numero di colpi SPT : $N_{30} = 40 \div 50$; Resistenza $RP \approx 3.5$). Pertanto si hanno :

• Terreni A	S210	$c' = 15$ kPa	$\phi' = 25^\circ$
-------------	------	---------------	--------------------

Ai terreni A del sondaggio S212 si assegnano gli stessi parametri dei terreni A del sondaggio S214 ed ai terreni AM del sondaggio S229 quelli dei terreni A del sondaggio S228 in base alla descrizione litologica. Pertanto si hanno :

• Terreni A	S212	$c' = 22$ kPa	$\phi' = 26^\circ$
• Terreni AM	S229	$c' = 20$ kPa	$\phi' = 21^\circ$

Figura F.19 - Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S208-S211)

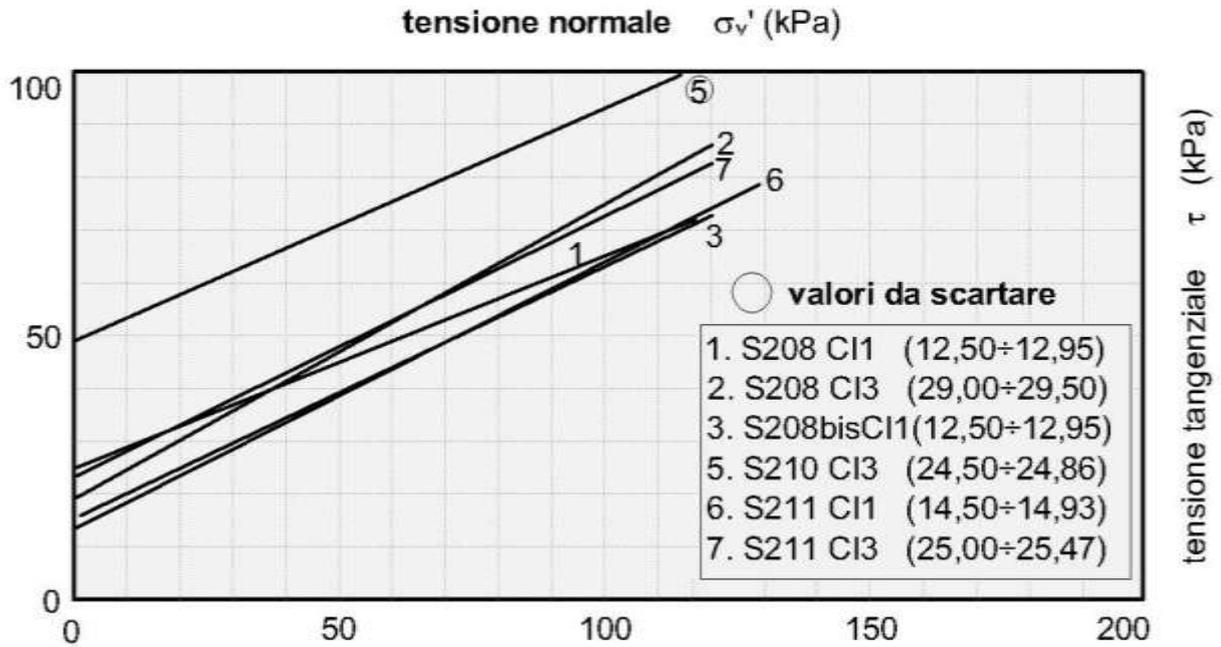


Figura F.20 - Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S213-S220ter)

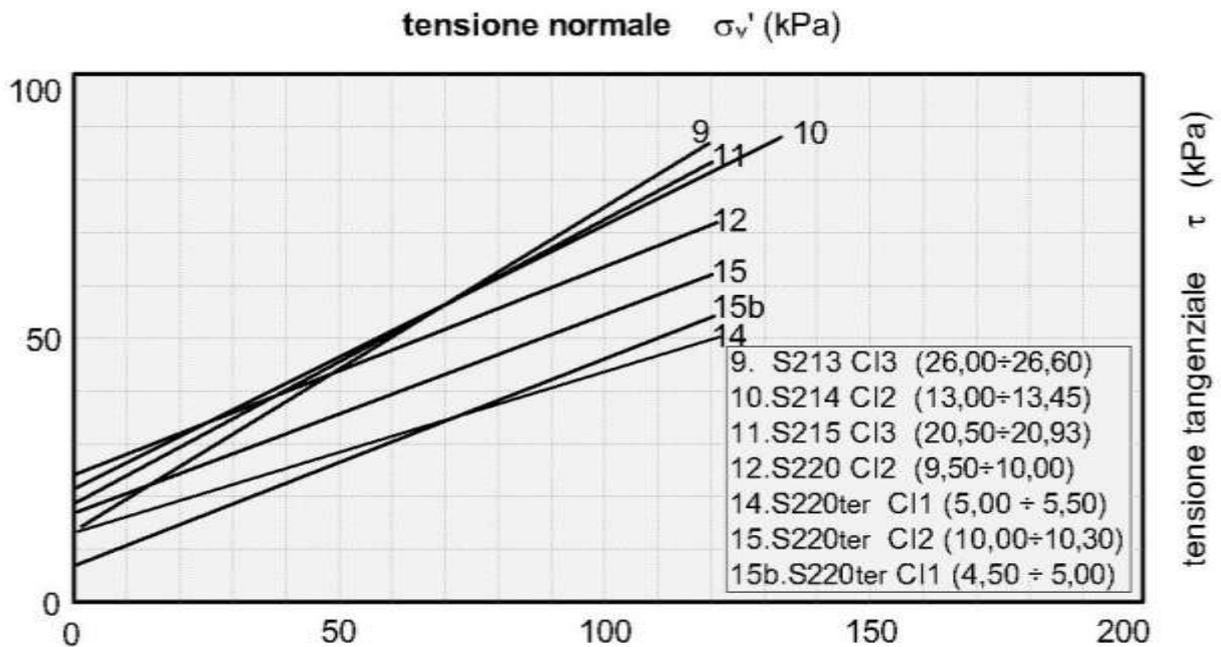


Figura F.21 - Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S220bis-S223)

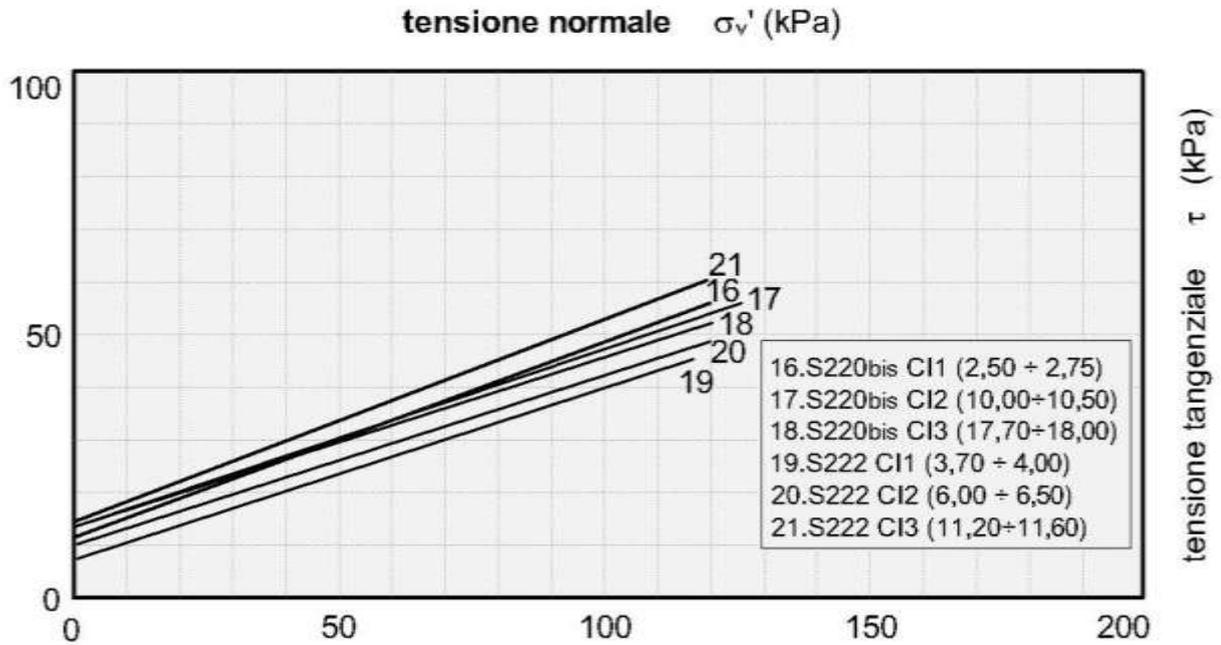
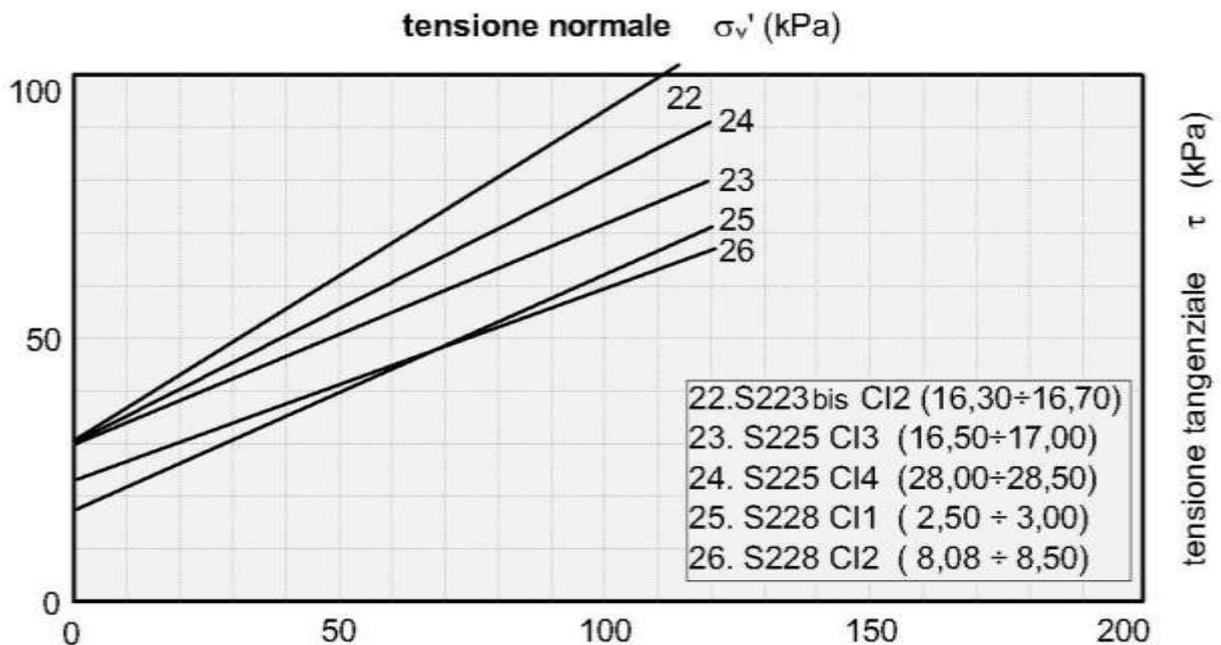


Figura F.22 - Diagramma di sintesi delle prove di taglio diretto CD e residuo (S225-S228)



Dalla Figura F.23 alla Figura F.26 si riportano i valori della resistenza a taglio in termini di tensioni totali ripresi dalla Tabella F.4. I valori risultano variamente distribuiti. Alcuni appaiono troppo elevati come nel caso dei campioni più in profondità n.7, 9, 11e 24 ($c_u = 427 \div 550$ kPa) in rapporto alle caratteristiche locali dei terreni [(Numero di colpi SPT : $N_{30} = 40 \div 46 ; 74$); Resistenza $RP = 4 \div 5$). Altresì non appare giustificabile la differenza dei valori della coesione non drenata fra i campioni n. 6 (S211 CI1), prelevato alla profondità di 14.50 m che ha una $c_u = 135$ kPa, e il n. 7 (S211 CI3), prelevato alla profondità di 25.00 m che ha una $c_u = 494$ kPa, tenuto conto anche dalle condizioni dei terreni che sembrano avere caratteristiche non variabili con la profondità risultando un numero di colpi SPT, $N_{30} = 40 \div 50$ ed una resistenza praticamente costante, $RP \approx 35$. In ragione di ciò la coesione non drenata viene valutata in funzione della correlazione statistica (verificata in alcuni campioni) con la coesione efficace $c_u = (5 \div 8) \cdot c'$. Pertanto si attribuiscono i seguenti valori :

- Terreni A S208 (campioni n.1 e 2) $c_u = 153$ kPa
- Terreni A S208bis (campione n.3) $c_u = 122$ kPa
- Terreni A S210 $c_u = 122$ kPa
- Terreni A S211 (campioni n.6 e 7) $c_u = 122$ kPa
- Terreni A S212 $c_u = 122$ kPa
- Terreni A S213 (campione n.9) $c_u = 120$ kPa
- Terreni A S214 (campione n.10) $c_u = 122$ kPa
- Terreni AS S215 (campione n.11) $c_u = 150$ kPa
- Terreni A S220 (campione n.15b) $c_u = 50$ kPa
- Terreni A-AM S220 (campione n.12) $c_u = 100$ kPa
- Terreni A S220ter (campione n.14) $c_u = 90$ kPa
- Terreni A-is S220ter (campione n.15) $c_u = 100$ kPa
- Terreni A S220bis (campioni n.16 e 17) $c_u = 84$ kPa
- Terreni AM-ist S220bis (campione n.18) $c_u = 80$ kPa
- Terreni A S222 (campione n.15b) $c_u = 60$ kPa
- Terreni A-is S222 (campione n.21) $c_u = 82$ kPa
- Terreni A S223 (campione n.22) $c_u = 186$ kPa
- Terreni A-am S225 (campione n.23) $c_u = 186$ kPa
- Terreni A S228 (campioni n.25 e 26) $c_u = 116$ kPa
- Terreni AM S229 $c_u = 116$ kPa

Figura F.23 - Coesione non drenata : Risultati di laboratorio e valori di riferimento (S208-S211)

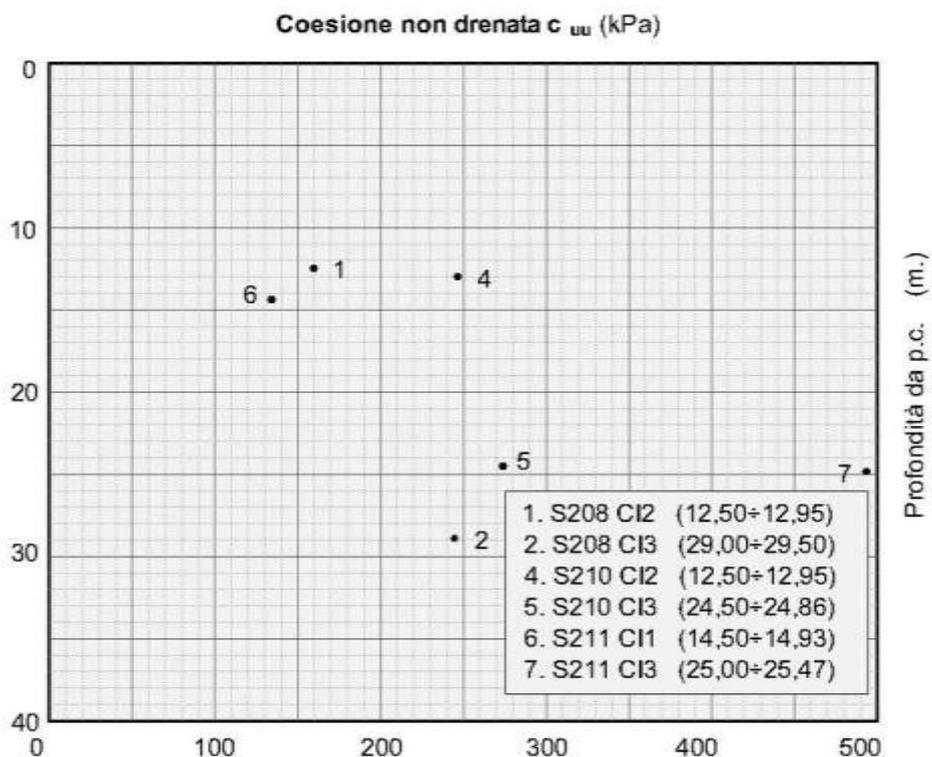


Figura F.24 - Coesione non drenata : Risultati di laboratorio e valori di riferimento (S213-S220ter)

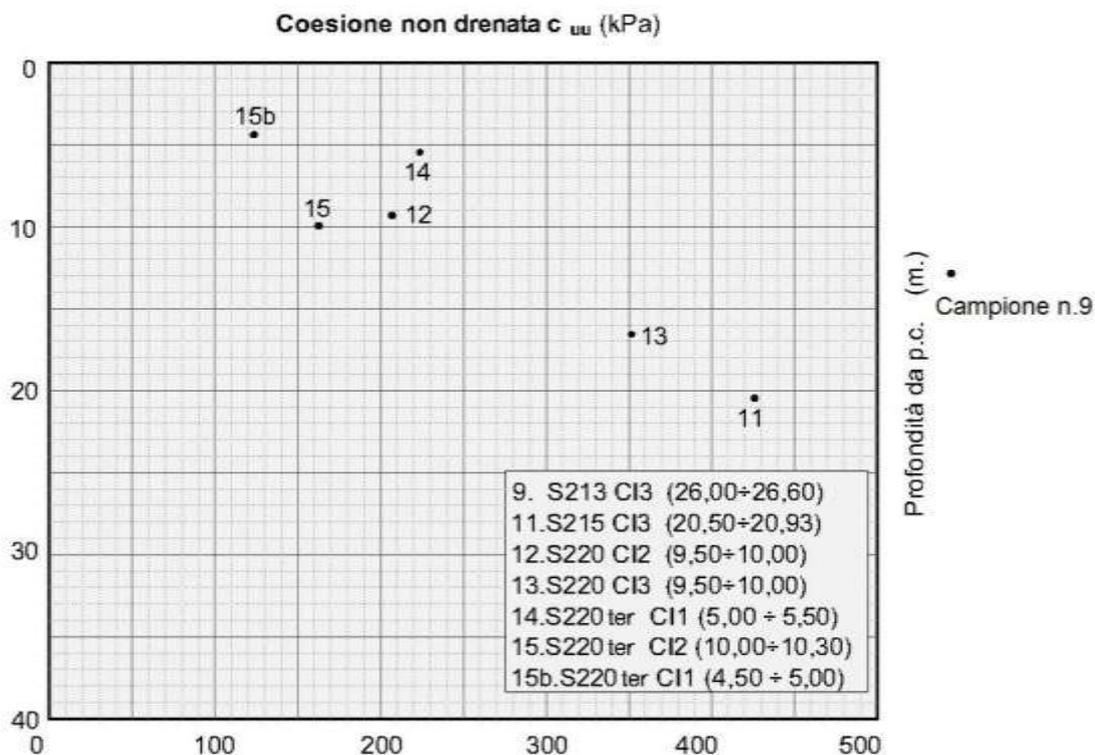


Figura F.25 - Coesione non drenata : Risultati di laboratorio e valori di riferimento (S220bis-S223)

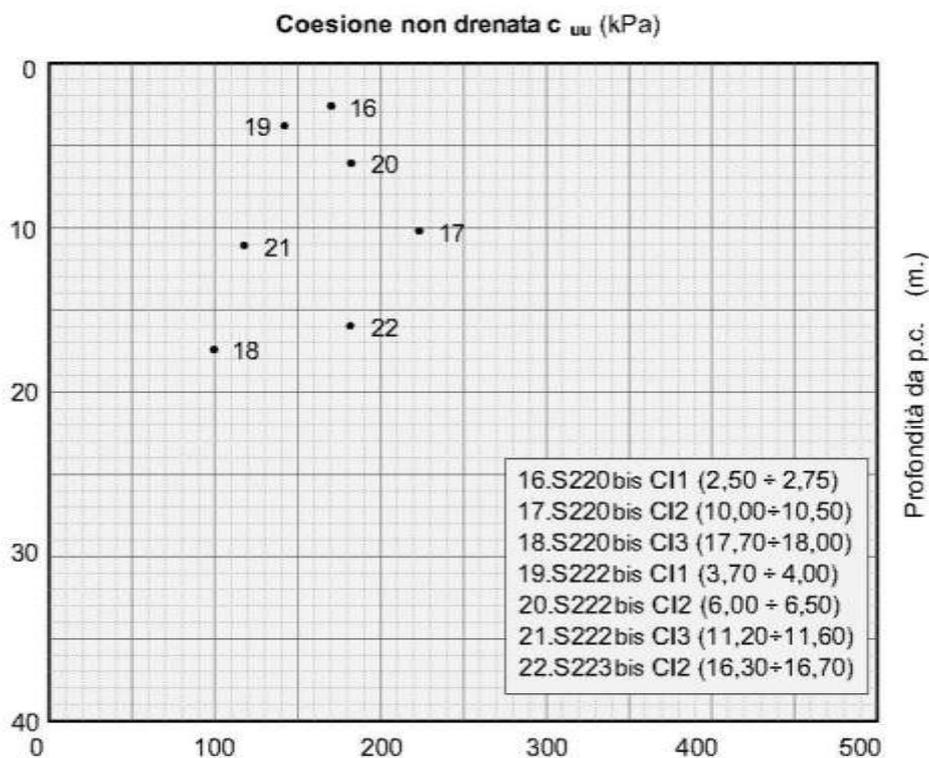
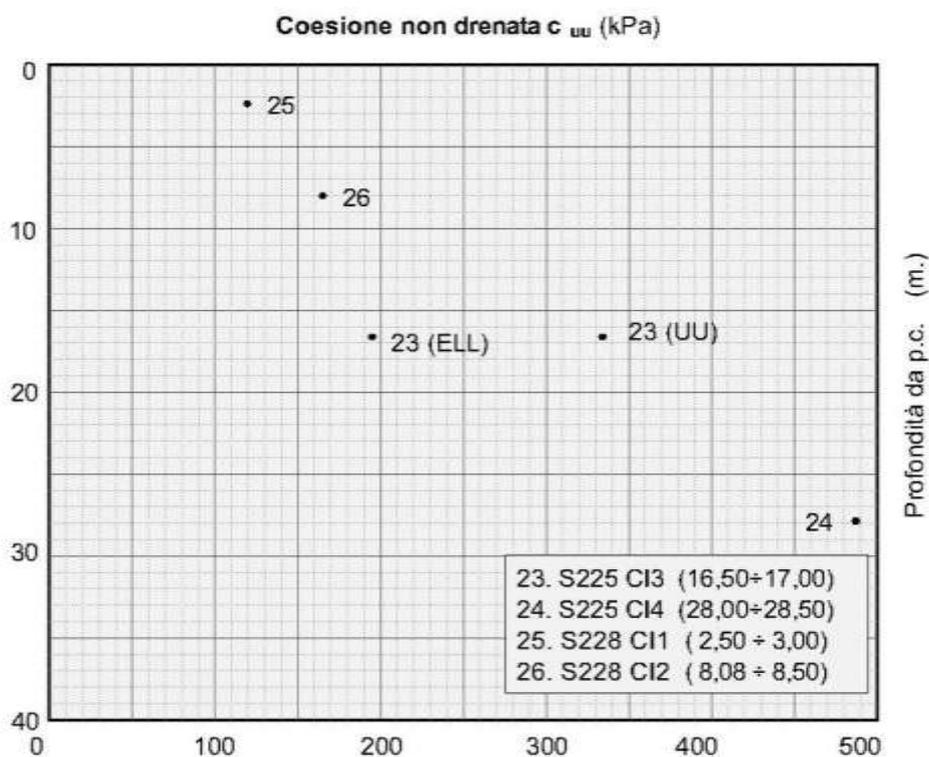


Figura F.26 - Coesione non drenata : Risultati di laboratorio e valori di riferimento (S225-S228)



Le caratteristiche di deformabilità sono state ricavate in funzione dei risultati delle prove SPT con la formula di Schultze e Mezembach

$$E = s_1 \cdot N_{30c} + s_2$$

con $s_1 = 0,527$ MPa ed $s_2 = 0,760$ MPa

e dove N_{30c} è il valore corretto tramite il coefficiente $C_N = N_{30c} / N_{30}$ determinato dal grafico della figura G.3 (RGG) in funzione della pressione litostatica σ'_v

I risultati delle prove SPT hanno fornito valori $N_{30} = 23 \div 61$ e valori a rifiuto soltanto nei terreni incoerenti per i quali viene stimato per comparazione con altri litotipi simili tenendo conto anche della descrizione litologica specialmente per quei terreni non oggetto di prove. Il modulo di elasticità assume i seguenti valori

$$E = 11 \div 25 \text{ MPa}$$

Nel sondaggio S220 nei terreni A-AM alla profondità di 17.00 m è stata eseguita una prova pressiométrica che ha fornito un modulo di elasticità $E = 17.90$ MPa praticamente coincidente con quello determinato, $E = 17.40$ MPa con la formula di Schultze e Mezembach

Dalle prove edometriche si ricavano, per le pressioni medie verticali del banco, i valori del modulo edometrico

$$E_{ed} = 11.3 \div 16.7 \text{ MPa}$$

Dalle stesse prove si rileva il coefficiente di permeabilità

$$K = 5.2 \cdot 10^{-9} \div 2.2 \cdot 10^{-8} \quad [\text{cm/s}]$$

In funzione del modello geotecnico delle opere di progetto potranno utilizzarsi valori diversi dei parametri sopra indicati (sempre ripresi dai risultati di laboratorio).

Sempre dalle stesse prove si rilevano i coefficienti di consolidazione C_v e gli indici di compressibilità C_c . L'indice di sovraconsolidazione calcolato secondo il metodo di Casagrande risulta non determinabile.

Dalla prova Lefranc eseguita nel sondaggio S203 si è rilevato il seguente valore del coefficiente di permeabilità

$$K = 2.72 \cdot 10^{-5} \text{ [cm/s]}$$

In relazione alle condizioni litostratigrafiche dei terreni potranno utilizzarsi parametri mediati fra i risultati delle prove in sito con quelli di laboratorio.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.5 - Caratterizzazione terreni sciolti formazione Qa

Sigla	Sond.	Quote	Parametri geotecnici terreni formazione Qa									
			γ	c'	φ'	c_u	E	Ed	K	Cc	Cv	OCR
			[kN/m ³]]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[-]
A	S208	10.50÷30.00	18.1	20	25	153	11.2	11.3	4.7×10^{-9}	0.115	0.000539	ND
A	S208 bis	11.60÷20.00	18	15	25	122	14.7	13.7	6.0×10^{-9}	0.101	0.000725	ND
A	S210	11.50÷30.00	18	15	25	122	14.7					
A	S211	12.00÷30.00	18	15	25	122	14.7					
A	S212	10.30÷15.00	18.6	22	26	122	14.7					
A	S213	13.30÷30.00	18.2	14	30	120	17.8					
A	S214	11.00÷15.00	18.6	22	26	122	14.7					
AS	S215	11.00÷30.00	18.7	19	27	150	15.3					
A	S220	3.40÷8.00	18	7.1	27	50	25					
A - AM	S220	8.00÷25.00	18.2	7.1	20.4	50	17.4					
A	S220 ter	3.30÷.50	18.6	13.2	17	90	17.2					
A - is	S220 ter	6.50÷17.10	16.8	17	20	100	14.2					
A	S220 bis	2.10÷11.40	17.7	12	19	84	21.7					
AM - ist	S220 bis	14.40÷26.70	17.1	13.5	17.6	80	14.7					
A	S222	3.90÷7.20	18.8	8.5	17	60	15.9					
A - is	S222	7.20÷15.00	17.4	13.7	20	82	13.7					
A	S223	15.50÷20.00	18.4	30	31	186	18.9	16.7	2.2×10^{-8}	0.060	0.003816	ND
A - am	S225	12.40÷28.40	17.1	30	21.6	198	11					
A	S228	1.10÷15.00	18.7	20	21	116	16.4					
AM	S229	14.00÷15.00	18.7	20	21	118	16.4					

F.3 Terreni appartenenti alla formazione Qca

Tali terreni sono stati riscontrati in due tratti: il primo fra i sondaggi S218 e S221, compreso fra le progressive 3+535 e 5+157, e il secondo fra i sondaggio S229 e S231 compreso fra le progressive 7+166 e 8+357. Si tratta di terreni sciolti e lapidei nei quali sono stati prelevati i seguenti campioni:

- Primo tratto (S218-S221) :
 - S218 CRB (14.00 ÷ 14.80)
 - S219 CI1 (4.00 ÷ 4.50)
 - S219 SC1 (5.00 ÷ 5.70)
 - S219 CRB (14.00 ÷ 15.00)

- S220 bis CL1 (29.50 ÷ 29.80)
- S221 CL2 (11.70 ÷ 12.00)
- Secondo tratto (S229-S231):
 - S229 CRA (13.30 ÷ 13.60)
 - S230 CRA (7.30 ÷ 7.80)
 - S231 SL1 (4.50 ÷ 4.77)
 - S231 CRA (7.70 ÷ 7.73)

F.3.1 Analisi di laboratorio.

Terreni lapidei

Nei campioni prelevati nel primo tratto (S218-S221) sono state eseguite sia prove fisiche, con la determinazione del peso dell'unità di volume, sia prove meccaniche, con la determinazione dei parametri di resistenza tramite prove di compressione triassiale. Sono stati misurati i seguenti parametri:

- peso dell'unità di volume $\gamma = 20 \div 20.3$ kN/mc

Due campioni sono stati sottoposti a prove di compressione uniassiale ed ha fornito una resistenza a rottura $\sigma_r = 1.86 \div 2.12$ MPa

Nella tabella seguente sono riportati per singolo campione tutti risultati delle prove di laboratorio.

Tabella F.6 - Risultati prove di laboratorio campioni terreni lapidei formazione Qca

Campione	Profondità	Terreno	Parametri geotecnici da laboratorio					Tensione a rottura	PLT
			γ	c	ϕ	E	k	σ_r	$I_s(50)$
			[kN/m ³]	[MPa]	[°]	[MPa]	[cm/s]	[MPa]	[MPa]
S220bisCL1	29.50÷29.80	Ct	20.3					1.86	
S221CL1	11.70÷12.00	C	20					2.12	

Terreni sciolti

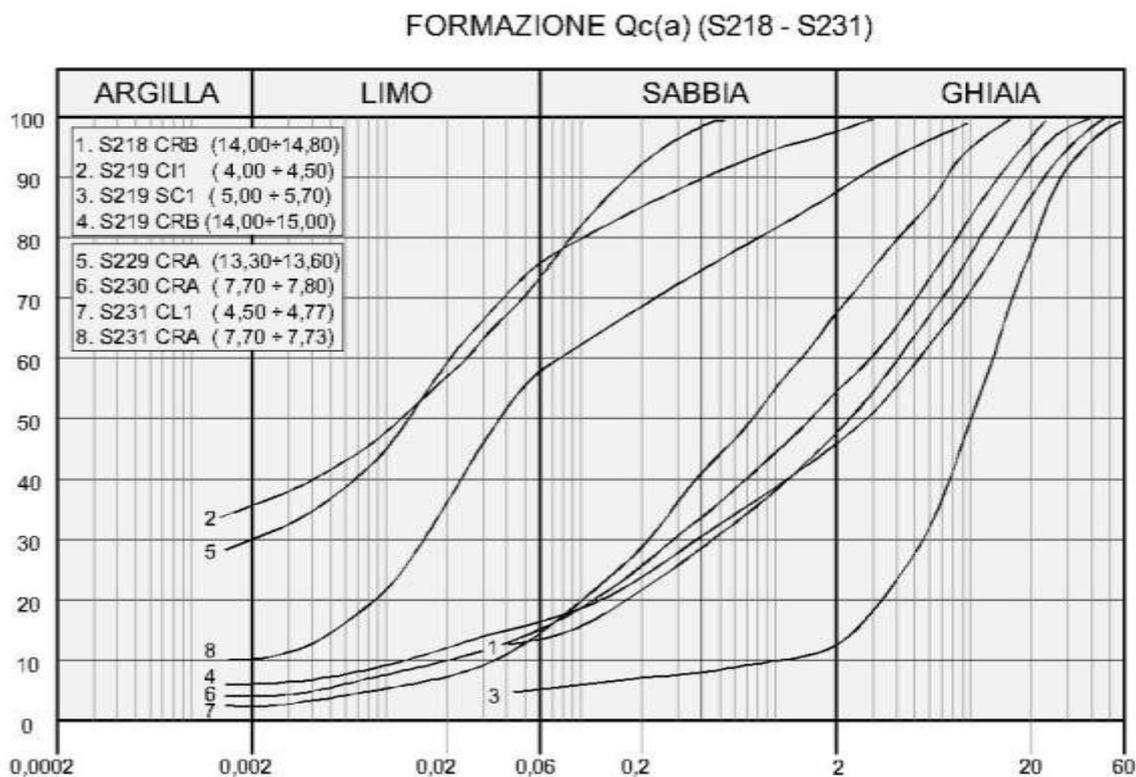
Per questi terreni sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati. Dalle analisi eseguite si sono rilevate le seguenti caratteristiche fisiche:

- contenuto naturale d'acqua $W_n = (14.2 \div 32.1)\%$

- peso dell'unità di volume $\gamma = 17.9 \div 21.1 \text{ kN/mc}$
- indice di consistenza $I_c > 1$

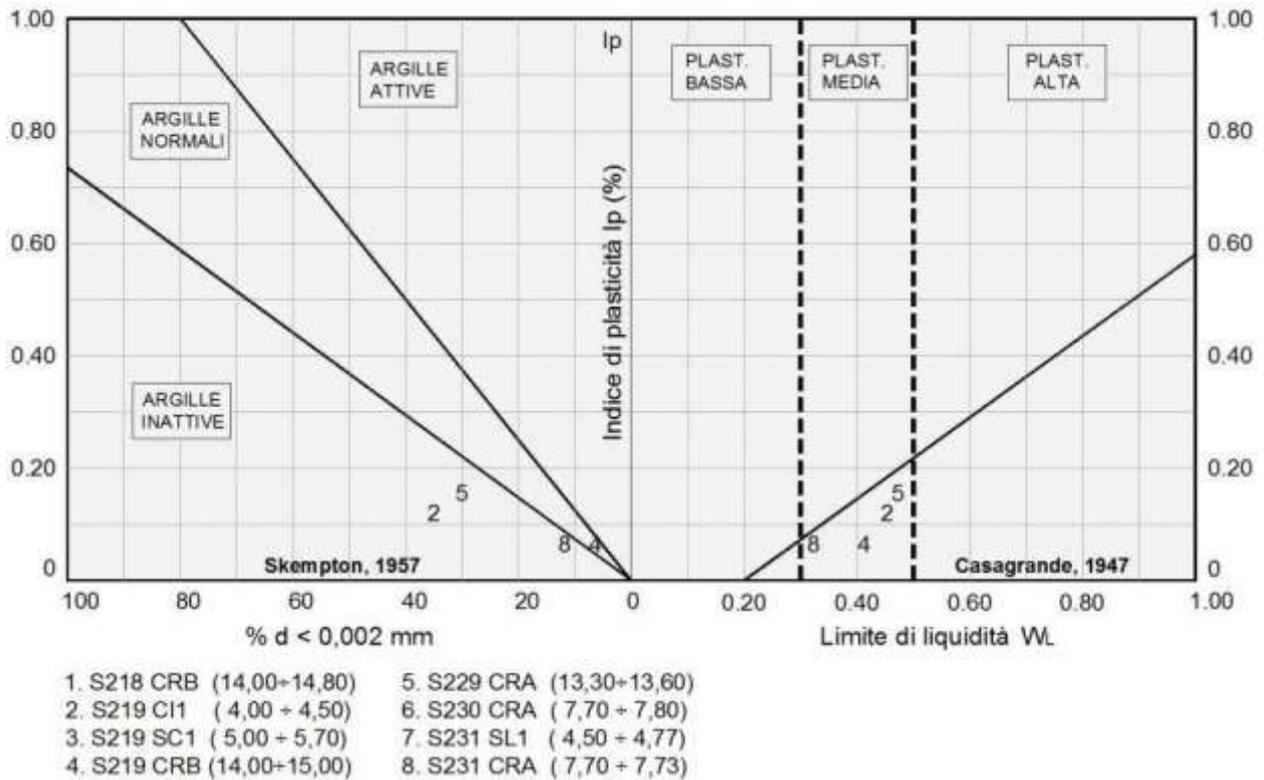
La granulometria risulta compresa nel fuso delimitato superiormente da limo con argilla con sabbia ed inferiormente da ghiaia sabbiosa per come si rileva dalla figura che segue.

Figura F.27 - Granulometria terreni formazioni Qca



Dalle carte di attività e plasticità della figura seguente si rileva che trattasi di argille inattive, normali e attive a plasticità principalmente media alta.

Figura F.28 - Attività e plasticità terreni formazione Qca



Dalla prova di taglio diretto (TD) consolidate drenate si sono ricavati i seguenti parametri di resistenza in termini di tensioni efficaci :

$$c' = 6.6 \text{ KPa} \quad \phi' = 32.6^\circ$$

Dalla prova di compressione ad espansione laterale libera (ELL) si è ricavato il seguente parametro di resistenza in termini di tensioni totali :

$$c_u = 66 \text{ kPa}$$

Per i terreni SL del sondaggio S219 (Campione CI1 4.00 ÷ 4.50) è stata eseguita una prova di compressione edometrica che ha fornito, per la pressione verticale media dello strato, un valore del relativo modulo :

$$E_d = 3.5 \text{ MPa}$$

Dalla stessa prova si ricava il valore del coefficiente di permeabilità :

$$K = 2.2 \cdot 10^{-8} \text{ [cm/s]}$$

In base alla granulometria di Figura F.27 (Campione n.2) tali valore sono ritenuti attendibili.

Non si indicano il coefficiente di consolidazione C_v e gli indici di compressibilità C_c e di sovraconsolidazione in quanto il campione n. 2 (S219 CI1) è stato prelevato con grado di qualità Q3.

Nella tabella seguente sono riportati per singolo campione tutti risultati delle prove di laboratorio.

Tabella F.7 - Risultati prove di laboratorio campioni terreni sciolti formazione Qca

Campio ne	Profondi tà	Terre no	Parametri geotecnici									
			γ	c'	φ'	c_u	E	Ed	K	Cc	Cv	OCR
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[-]
S219CI1	4.00÷4.50	SL	17.9	6.6	32.6	66 (ELL)		3.5	2.2 x 10 ⁻⁸	ND	ND	ND

F.3.2 Indagini geotecniche in sito

Terreni lapidei

Alla fine della perforazione S220 è stato installato un piezometro a tubo aperto. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione hanno confermato l'assenza della falda .

Nei seguenti sondaggi è stato determinato l'indice di recupero percentuale RQD con valori dello 0% al 100%.

- S220 ter RQD = 30 ÷ 90% RQD(medio) = 35 %
- S220 bis RQD = 60 ÷ 80% RQD(medio) = 70%
- S221 RQD = 90 ÷ 100% RQD(medio) = 95 %

Terreni sciolti

- PRIMO TRATTO (S218-S221)
 - S218:
 1. N30 (10.00) = 56
 - S219:
 1. N30 (2.50) = 20
 2. N30 (6.00) = 32
 3. N30 (10.00) = 41

4. N30 (17.00) = R

- SECONDO TRATTO (S229-S231)

- S229:

- 1. N30 (11.50) = R

- S230:

- 1. N30 (3.00) = 45

- 2. N30 (6.00) = R

- 3. N30 (9.00) = 63

- S231:

- 1. N30 (3.00) = R

- 2. N30 (6.00) = 48

Alla fine delle perforazioni nei sondaggi S219 e S220ter S229 e S230 sono stati installati dei piezometri a tubo aperto. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione hanno confermato l'assenza della falda nei sondaggi strumentati S219 e nel S220 ter, mentre nei seguenti sondaggi sono stati rilevati i livelli misurati dal piano di campagna:

- S229 : - 6.19 m. (25/03/2013)

- S230 : - 7.22 m. (25/03/2013)

F.3.3 Parametri geotecnici

Terreni lapidei

Questi terreni sono stati riscontrati in piccoli livelli nei sondaggi S220bis, S220ter e S221. Dalla descrizione litologica si tratta di calcareniti tenere come confermato dai risultati delle prove di compressione monoassiale eseguite sui campioni S220bis CL1 e e S221 CL1 dalle quali risulta una resistenza media ($\sigma_r = 2.00$ MPa). L'indice medio di recupero percentuale risulta pari a RQD = 75%. Con riferimento a questi risultati di laboratorio la resistenza a taglio viene assunta pari a

$$c = 150 \text{ kPa.}$$

L'angolo di resistenza a taglio, in ragione della natura dei terreni e del loro stato in sito (poco fratturati e senza alcun riempimento) viene assunto pari a

$$\phi = 35^\circ$$

Il modulo di elasticità, in base ad esperienze su terreni simili, viene stimato pari a

$$E = 1200 \text{ MPa.}$$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.8 - Caratterizzazione terreni lapidei formazione Qca

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni lapidei formazione Qca				
			γ	c	ϕ	E	k
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]	[cm/s]
Ct	S220 ter	17.90÷19.40	23	150	35	1200	
Ct	S220 bis	27.80÷32.80	23	150	35	1200	
C	S221	10.40÷13.40	23	150	35	1200	

Terreni sciolti

Per come si rileva dalla Figura F.27 si hanno terreni di granulometria abbastanza varia prevalentemente incoerente nei quali sono stati prelevati campioni rimaneggiati ed uno solo indisturbato.

Con i risultati della prove di taglio diretto eseguita su quest'ultimo (campione S219 CI1) si caratterizzano i terreni SL del sondaggio S219, adottando un valore ridotto per la coesione non drenata per cui si hanno:

- Terreni SL S219 (Campione n.2) $c' = 6.6 \text{ kPa}$ $\phi' = 31.6^\circ$ $c_u = 45 \text{ kPa}$

Tale caratterizzazione si può considerare attendibile, anche se il campione è stato prelevato con grado di qualità Q3, perchè i valori indicati sono compatibili con la granulometria (limo con argilla con sabbia). del relativo campione n.2 di Figura F.27. Per questi terreni non si è tenuto conto del campione n.3 (S219SC1) classificabile dalla granulometria della Figura F.27 come tutto incoerente ma non rappresentativo dei terreni in base alla descrizione litologica ed alla documentazione fotografica dalle quali appaiono coerenti.

Per la determinazione dell'angolo di resistenza a taglio si utilizza il diagramma di De Mello della figura G.2 (RGG) che mette in relazione il valore di N_{30} con ϕ' in funzione della pressione litostatica σ'_v . Con $N_{30} = 32 \div 63$ risultano mediamente valori di $\phi' > 40^\circ$. In relazione alle

descrizioni litologiche si ritiene più opportuno attribuire valori leggermente ridotti dell'angolo di resistenza al taglio ed un minimo di coesione per alcuni terreni per cui si hanno :

- Terreni Cf-is S218 (campione n.1) $c' = 0$ $\phi' = 35^\circ$
- Terreni Calt S219 $c' = 0$ $\phi' = 35^\circ$
- Terreni Calt S230 (campione n.6) $c' = 0$ $\phi' = 35^\circ$
- Terreni Cf-is S231 (campione n.8) $c' = 2.5 \text{ kPa}$ $\phi' = 35^\circ$

Per i terreni per i quali è risultato $N_{30} = R$ la caratterizzazione viene eseguita in base alle curve granulometriche ed alla descrizione litologica. In mancanza di qualsiasi riferimento a prove la caratterizzazione è stata eseguita per comparazione ed in base alla descrizione litologica. Pertanto si hanno :

- Terreni Gs S219 (campione n.4) $c' = 0$ $\phi' = 35^\circ$
- Terreni Calt S219 $c' = 0$ $\phi' = 35^\circ$
- Terreni SI S220ter $c' = 0$ $\phi' = 33^\circ$
- Terreni SI S220bis $c' = 0$ $\phi' = 33^\circ$
- Terreni Calt-La S229 (campione n.5) $c' = 5 \text{ kPa}$ $\phi' = 30^\circ$
- Terreni Calt S229 (campione n.7) $c' = 0$ $\phi' = 35^\circ$

Le caratteristiche di deformabilità sono state ricavate in funzione dei risultati delle prove SPT con la formula di Schultze e Mezembach

$$E = s_1 \cdot N_{30c} + s_2$$

con $s_1 = 0,527 \text{ MPa}$ ed $s_2 = 0,760 \text{ MPa}$

e dove N_{30c} è il valore corretto tramite il coefficiente $C_N = N_{30c} / N_{30}$ determinato dal grafico della figura G.3 in funzione della pressione litostatica σ'_v

I risultati delle prove SPT hanno fornito in genere valori $N_{30} = 20 \div 63$ e qualche valore a rifiuto in base ai quali è stato determinato il modulo di elasticità che assume i seguenti valori :

$$E = 12.5 \div 54.3 \text{ MPa}$$

Dalla prova edometrica del campione n. 2 (S219 CI1) si ricava il valori del modulo edometrico

$$E_{ed} = 3.5 \text{ MPa}$$

Dalla stessa prova si rileva il coefficiente di permeabilità

$$K = 1.9 \cdot 10^{-8} \quad [\text{cm/s}].$$

valori che sono ritenuti accettabili-In base alle granulometria di Figura F.27 Non si indicano il coefficiente di consolidazione C_v e gli indici di compressibilità C_c e di sovraconsolidazione in quanto il campione n. 2 (S219 CI1) è stato prelevato con grado di qualità Q3.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.9 - Caratterizzazione terreni sciolti formazione Qca

Sigla	Sond.	Quote	Parametri geotecnici terreni formazione Qca									
			γ	c'	φ'	c_u	E	Ed	K	Cc	C_v	OCR
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]	[-]	[cm ² /s]	[-]
Ct - is	S218	8.50÷20.30	21.4	0	35		31.2					
SL	S219	1.20÷7.80	17.9	6.6	31.6	45	12.5	3.5	2.2×10^{-8}	ND	ND	ND
Calt	S219	7.80÷14.00	21.4	0	35		15.8					
Gs	S219	14.00÷29.1	19.7	0	35		32.7					
Calt	S219	29.10÷35.00	21.4	0	35		15.8					
Sl	S220 ter	17.10÷17.90	17	0	33							
Sl	S220 bis	26.70÷27.80	17	0	33							
Calt - La	S229	9.00÷14.00	19.2	5	30		54.3					
Calt	S230	1.50÷12.00	21.1	0	35		38.5					
Calt	S231	0.00÷6.00	18.3	0	35		54.3					
Cf - is	S231	6.00÷11.60	20	2.5	33	15	27					

F.4 Terreni appartenenti alla formazione Pvl

Tali terreni sono stati riscontrati in tre tratti: il primo indagato dal sondaggio S218 compreso fra le progressive 3+570 e 3+962; il secondo fra i sondaggi S220 bis e S221 compreso fra le progressive 4+578 e 5+600; il terzo in corrispondenza del sondaggio S226 compreso fra le progressive 6+495 e 6+845. Si tratta di terreni lapidei nei quali sono stati prelevati i seguenti campioni:

- Secondo tratto : (S220 bis-S221)
 - S221CL3 (18.00-18.40)
 - S221CL4 (19.00-19.35)
- Terzo tratto : (S226-S227)
 - S226CL3 (10.30-10.75)

- S226CL4 (21.00-21.45)
- S227CL1 (2.30-2.80)
- S227CL3 (12.60-12.86)

F.4.1 Analisi di laboratorio.

Nei campioni prelevati nel primo tratto (S218-S221) sono state eseguite sia prove fisiche, con la determinazione del peso dell'unità di volume, sia prove meccaniche, con la determinazione dei parametri di resistenza tramite prove di compressione triassiale. Sono stati misurati i seguenti parametri:

- peso dell'unità di volume $\gamma = 23.2 \div 25.5$ kN/mc

Tre campioni sono stati sottoposti a prove di compressione uniassiale ed ha fornito una resistenza a rottura $\sigma_r = 20.78 \div 113.50$ MPa

Nella tabella seguente sono riportati per singolo campione tutti risultati delle prove di laboratorio.

Tabella F.10 - Risultati prove di laboratorio campioni terreni lapidei formazione Pvl

Campione	Profondità	Terreno	Parametri geotecnici da laboratorio					Tensione a rottura	PLT
			γ	c	ϕ	E	k	σ_r	Is (50)
			[kN/m ³]	[MPa]	[°]	[MPa]	[cm/s]	[MPa]	[MPa]
S221CL3	18.00÷18.40	VB							
S221CL4	19.00÷19.35	VB							
S226CL3	10.30÷10.75	VCB	23.2	3	38				
S226CL4	21.00÷21.45	VBf	25					113.5	
S227CL1	2.30÷2.80	VBv	23.3					21.98	
S227CL3	12.60÷12.86	VBv	25.5					20.78	

F.4.2 Indagini geotecniche in sito

Alla fine delle perforazioni in alcuni sondaggi sono stati installati dei piezometri a tubo aperto. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione hanno confermato l'assenza della falda nel sondaggio S220ter mentre nei seguenti sondaggi sono stati rilevati i livelli misurati dal piano di campagna:

- S226 : - 7.86 m. (25/03/2013)
- S227 : - 6.83 m. (25/03/2013)

Nei seguenti sondaggi è stato determinato l'indice di recupero percentuale RQD con valori dello 0% al 100%.

- S218: RQD = 20 ÷ 70% RQD(medio) = 50%
- S220bis: RQD = 50 ÷ 90% RQD(medio) = 70%
- S221: RQD = 90 ÷ 100% RQD(medio) = 70%
- S226: RQD = 20 ÷ 90% RQD(medio) = 40-45%
- S227: RQD = 20 ÷ 100% RQD(medio) = 70 %

Nelle stazioni geomeccaniche sono stati determinati i seguenti parametri :

- SG11 c = 280 KPa $\phi = 32.5^\circ$
- SG12 c = 340 KPa $\phi = 39^\circ$

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche tipo SPT che hanno fornito i seguenti valori:

- S217:
 - N30 (17.50) = R

F.4.3 Parametri geotecnici

Adattando i risultati della stazione geomeccanica più vicina (SG11) ai terreni VBf del sondaggio S218 tramite l'indice RQD = 50% risulta un indice BMR = 46 per cui tali terreni si caratterizzano con i seguenti parametri:

$$c = 230 \text{ KPa} \quad \phi = 28.5^\circ$$

Il modulo di elasticità, in mancanza di riferimenti a determinazioni dirette, viene calcolato cautelativamente assumendo il modulo della stazione geomeccanica ($E_{SG} = 13330 \text{ MPa}$) equivalente a quello della roccia intatta in funzione dell'indice RQD con la formula

$$E = E_i \cdot 0.0001 \cdot \text{RQD}^{1.94}$$

Risulta $E = 2640 \text{ MPa}$

Procedendo in maniera analoga per i terreni Vc-VB del sondaggio S220bis che hanno un indice RQD = 70% e risulta un indice BMR = 49 per cui tali terreni si caratterizzano con i seguenti parametri:

$$c = 250 \text{ KPa} \quad \phi = 29.5^\circ$$

Il modulo di elasticità risulta :

$$E = 5070 \text{ MPa}$$

I parametri avanti determinati si assegnano per comparazione in base alla descrizione litologica ai terreni VB del sondaggio S221.

Nei terreni VcB del sondaggio S226 è stato prelevato il campione S226 CL3. Dalla prova di compressione triassiale sulla roccia intatta si sono ricavati:

$$c_i = 3 \text{ MPa} \quad \phi = 38^\circ$$

Seguendo il criterio illustrato al paragrafo G.3.3 (RGG) che valuta la coesione dell'ammasso come aliquota di quella della roccia intatta tenendo conto dell'indice RQD ($c = c_i \cdot \alpha \cdot \text{RQD}$ con $\alpha = 1/8$) risulta un valore

$$c = 168 \text{ kPa}$$

valore basso che non si ritiene rappresentativo per i terreni VcB. Adattando i risultati della stazione geomeccanica più vicina (SG11) a questi terreni tramite l'indice $\text{RQD}_{\text{medio}} = 45\%$ ed al valore medio della resistenza uniassiale dei campioni S226 CL4, S227 CL1 S227 CL4 ($\sigma_r \approx 50 \text{ Mpa}$) risulta un indice $\text{BMR} = 48$ per cui si hanno i seguenti parametri:

$$c = 240 \text{ KPa} \quad \phi = 29^\circ$$

In base alla descrizione litologica (fratture senza riempimento) si ritiene più rappresentativo l'angolo di resistenza al taglio determinato in laboratorio per cui i terreni VcB del sondaggio S226 si caratterizzano con i seguenti parametri:

$$c = 240 \text{ KPa} \quad \phi = 38^\circ$$

Il modulo di elasticità, in mancanza di riferimenti a determinazioni dirette, viene calcolato cautelativamente assumendo il modulo della stazione geomeccanica ($E_{\text{SG}} = 13330 \text{ MPa}$) equivalente a quello della roccia intatta in funzione dell'indice RQD con la formula :

$$E = E_i \cdot 0.0001 \cdot \text{RQD}^{1.94}$$

Risulta

$$E = 2150 \text{ MPa}$$

Per i terreni VBf del sondaggio S226 adattando i risultati della stazione geomeccanica più vicina (SG11) tramite l'indice $\text{RQD} = 40\%$ e la resistenza a rottura $\sigma_r = 113.50 \text{ MPa}$ del campione S226 CL4, risulta un indice $\text{BMR} = 54$ per cui si hanno:

$$c = 270 \text{ KPa} \quad \phi = 32^\circ$$

In base alla descrizione litologica (fratture senza riempimento) si ritiene più rappresentativo l'angolo di resistenza al taglio determinato in laboratorio per il campione S226 CL3 per cui i terreni VBf del sondaggio S226 si caratterizzano con i seguenti parametri:

$$c = 270 \text{ KPa} \quad \phi = 38^\circ$$

Il modulo di elasticità, in mancanza di riferimenti a determinazioni dirette, viene calcolato cautelativamente assumendo il modulo della stazione geomeccanica ($E_{SG} = 13330 \text{ MPa}$) equivalente a quello della roccia intatta in funzione dell'indice RQD con la formula :

$$E = E_i \cdot 0.0001 \cdot \text{RQD}^{1.94}$$

Risulta $E = 1710 \text{ MPa}$

Per i terreni VBv del sondaggio S227 adattando i risultati della stazione geomeccanica più vicina (SG11) tramite l'indice RQD = 70% e la resistenza a rottura media $\sigma_r = 21.38 \text{ MPa}$ dei campioni S227 CL1 e CL4, risulta un indice BMR = 45 per cui si hanno:

$$c = 225 \text{ KPa} \quad \phi = 27.5^\circ$$

In base alla descrizione litologica (fratture senza riempimento) si ritiene più rappresentativo l'angolo di resistenza al taglio determinato in laboratorio per il campione S226 CL3 per cui i terreni VBv del sondaggio S227 si caratterizzano con i seguenti parametri:

$$c = 2225 \text{ KPa} \quad \phi = 38^\circ$$

Il modulo di elasticità, in mancanza di riferimenti a determinazioni dirette, viene calcolato cautelativamente assumendo il modulo della stazione geomeccanica ($E_{SG} = 13330 \text{ MPa}$) equivalente a quello della roccia intatta in funzione dell'indice RQD con la formula :

$$E = E_i \cdot 0.0001 \cdot \text{RQD}^{1.94}$$

Risulta $E = 5070 \text{ MPa}$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.11 - Caratterizzazione terreni lapidei formazione Pvl

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni lapidei formazione Pvl				
			γ [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ [°]	E [MPa]	k [cm/s]
VBf	S218	20.30÷30.00	23	230	28.5	2640	
Vc - VB	S220 bis	32.80÷40.00	23	250	29.5	5070	
VBf	S221	13.40÷20.00	23	250	29.5	5070	

VcB	S226	5.20÷12.20	23.2	240	38	2150	
VBI	S226	20.30÷34.30	25	270	38	1710	
VBv	S227	1.00÷20.00	24.4	225	38	5070	

F.5 Terreni appartenenti alla formazione Pvs

Tali terreni sono stati riscontrati in due tratti: il primo fra i sondaggi S224 e S225 compreso fra le progressive 5+938 e 6+690: il secondo compreso fra i sondaggi S226 e S231 compreso fra le progressive 6+690 e 8+357. Si tratta di terreni sciolti nei quali sono stati prelevati i seguenti campioni:

- Primo tratto (S224 -S225) :
 - S224 CRC (26.30 ÷ 26.70)
- Secondo tratto (S226-S231):
 - S226 CRA (35.00 ÷ 35.50)

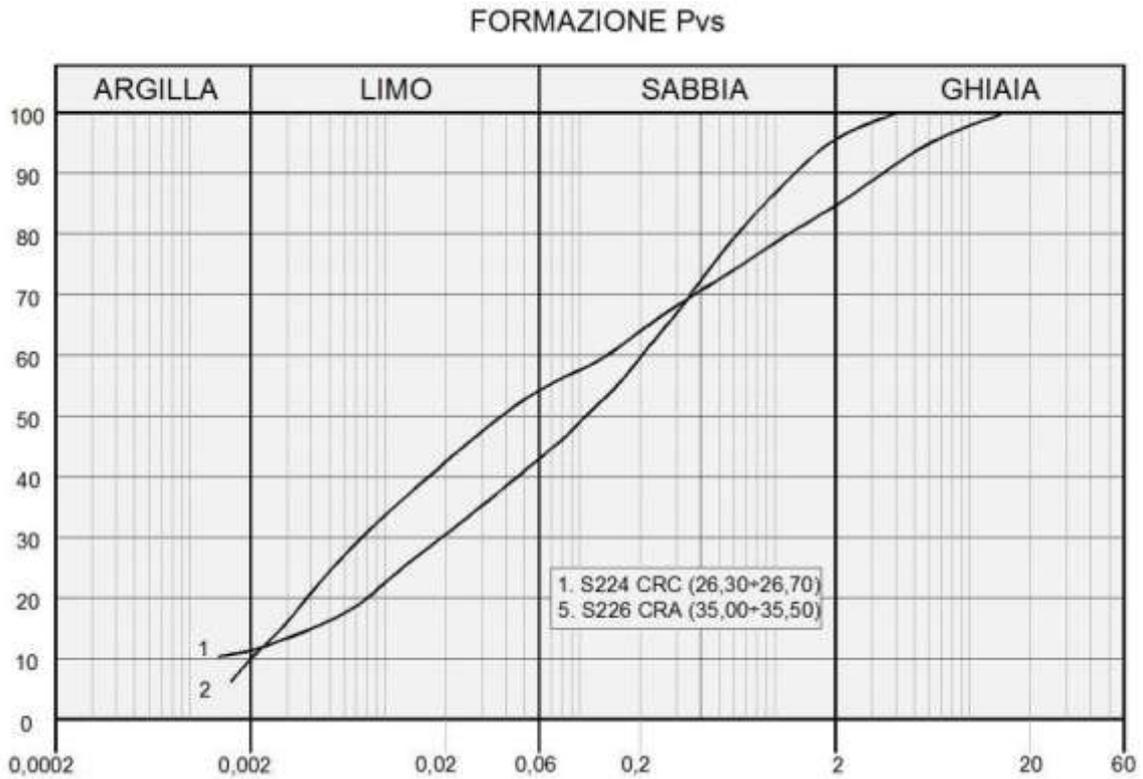
F.5.1 Analisi di laboratorio.

Per questi terreni sono stati prelevati campioni rimaneggiati. Dalle analisi eseguite si sono rilevate le seguenti caratteristiche fisiche:

- contenuto naturale d'acqua $W_n = (16.6 \div 18)\%$
- peso dell'unità di volume $\gamma = 18.6 \div 18.9 \text{ kN/mc}$
- indice di consistenza $I_c > 1.5$

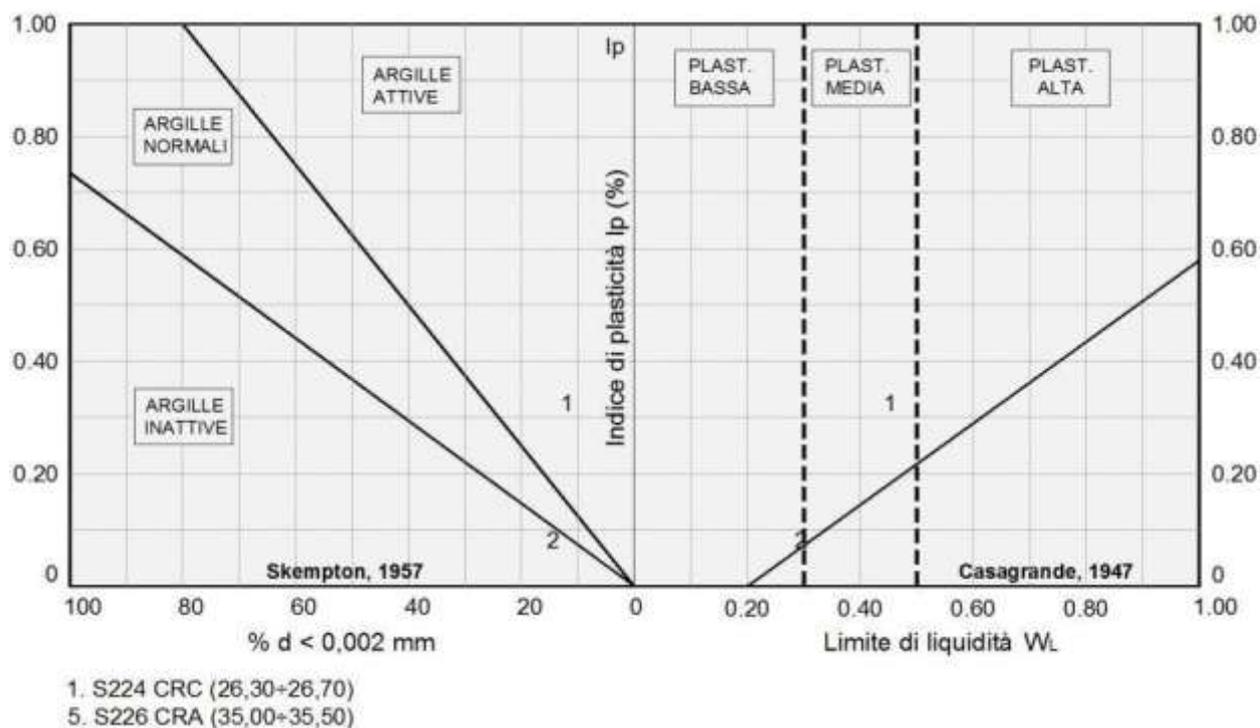
La granulometria risulta essere mediamente limo con sabbia ghiaioso argilloso per come si rileva dalla figura che segue.

Figura F.29 - Granulometria terreni formazioni Pvs



Dalle carte di attività e plasticità della figura seguente si rileva che trattasi di argille inattive e attive a plasticità media.

Figura F.30 - Attività e plasticità terreni formazione Pvs



F.5.2 Indagini geotecniche in sito

- PRIMO TRATTO (S224-S225)
 - S224:
 1. N30 (25.00) = 97
 2. N30 (31.50) = 92
 - S225:
 1. N30 (30.00) = 74
 2. N30 (31.50) = 55
 - S226:
 1. N30 (17.00) = R
- SECONDO TRATTO (S226-S231)
 - S231:
 1. N30 (14.00) = R

Alla fine delle perforazioni nei sondaggi S224, S226 e S230 sono stati installati dei piezometri a tubo aperto. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione nei seguenti sondaggi sono stati rilevati i livelli misurati dal piano di campagna:

- S224 : - 10.96 m. (25/03/2013)
- S226 : - 7.86 m. (25/03/2013)
- S230 : - 7.22 m. (25/03/2013)

Nel sondaggio S225 è stata eseguita una prova di permeabilità Lefranc che ha fornito i seguenti risultati :

- Sondaggio S225 (da 37.00 m a 38.00 m) $K = 1.08 \cdot 10^{-3}$ [cm/s]

F.5.3 Parametri geotecnici

Nella Figura F.29 sono riportate le granulometrie dei campioni n.1 (S224 CRC) e n. 2 (S224 CRC) in base alle quali i terreni afferenti sono da ritenersi incoerenti. Per la determinazione dell'angolo di resistenza a taglio non si può utilizzare il diagramma di De Mello della figura G.2 (RGG) che mette in relazione il valore di N_{30} con ϕ' in funzione della pressione litostatica σ'_v , poichè $N_{30} > 50$. Pertanto i terreni in esame vengono caratterizzati in base alla granulometria ed alla descrizioni litologica e documentazione fotografica. Pertanto si hanno :

- | | | | |
|-----------------|---------------------|----------|--------------------|
| • Terreni SI | S224 (campione n.1) | $c' = 2$ | $\phi' = 33^\circ$ |
| • Terreni Vcalt | S226 | $c' = 0$ | $\phi' = 35^\circ$ |
| • Terreni Ct-is | S226 (campione n.2) | $c' = 0$ | $\phi' = 35^\circ$ |
| • Terreni Calt | S230 | $c' = 0$ | $\phi' = 35^\circ$ |
| • Terreni Calt | S231 | $c' = 0$ | $\phi' = 35^\circ$ |

I terreni SI del sondaggio S225 si caratterizzano in base alla descrizione litologica per comparazione diretta con i terreni SI del sondaggio S224 con i seguenti parametri :

- | | | | |
|--------------|------|----------|--------------------|
| • Terreni SI | S224 | $c' = 2$ | $\phi' = 33^\circ$ |
|--------------|------|----------|--------------------|

I terreni argillosi del sondaggio S224 si caratterizzano in base alla descrizione litologica ed alla documentazione fotografica con i seguenti parametri :

- | | | | | |
|---------------|------|---------------|-------------------|----------------|
| • Terreni Atm | S224 | $c' = 15$ kPa | $\phi = 24^\circ$ | $c_u = 75$ kPa |
|---------------|------|---------------|-------------------|----------------|

Le caratteristiche di deformabilità sono state ricavate in funzione dei risultati delle prove SPT con la formula di Schultze e Mezembach

$$E = s_1 \cdot N_{30c} + s_2$$

con $s_1 = 0,527 \text{ MPa}$ ed $s_2 = 0,760 \text{ MPa}$

e dove N_{30c} è il valore corretto tramite il coefficiente $C_N = N_{30c} / N_{30}$ determinato dal grafico della figura G.3 (RGG) in funzione della pressione litostatica σ'_v

Per i terreni SI del sondaggio S224 I risultati delle prove SPT hanno fornito valori $N_{30} = 92 \div 97$ per cui il modulo di elasticità assume il valore seguente :

$$E = 22.7 \text{ MPa}$$

Per gli altri terreni il modulo è stato stimato per comparazione con litotipi meccanicamente simili in base alla descrizione litologica.

Nel sondaggio S225 è stata eseguita una prova di permeabilità Lefranc che ha fornito i seguenti risultati un valore del coefficiente di permeabilità

$$K = 1.08 \cdot 10^{-3} \text{ [cm/s]}$$

In base alle granulometrie di Figura F.29 tale valore non è in linea con le indicazioni della figura G.5 (RGG) in cui il coefficiente di permeabilità è funzione della porosità e della granulometria. Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.12 - Caratterizzazione terreni sciolti formazione Pvs

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni sciolti formazione Pvs						
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	Ed	k
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]
SI	S224	24.40÷37.50	18.8	2	33	10	22.7		
ATM	S224	37.50÷40.00	18.4	15	31	75	16.7		
SI	S225	28.40÷40.00	18.8	2	33	10	22.7		
Vc alt	S226	12.20÷20.30	17	0	35		30.5		
Ct - is	S226	34.30÷40.00	18	0	35		31.2		
Calt	S230	14.40÷20.00	21.1	0	35		38.5		
Calt	S231	13.20÷15.00	18.3	0	35		54.3		

F.6 Terreni appartenenti alla formazione Pv

Tali terreni sono stati riscontrati fra i sondaggi S230 e S231 nel tratto compreso fra le progressive 7+643 e 8+357. Si tratta di terreni sciolti nei quali è stato prelevato il seguente campione:

- S230 CRC (14.00 ÷ 14.30)

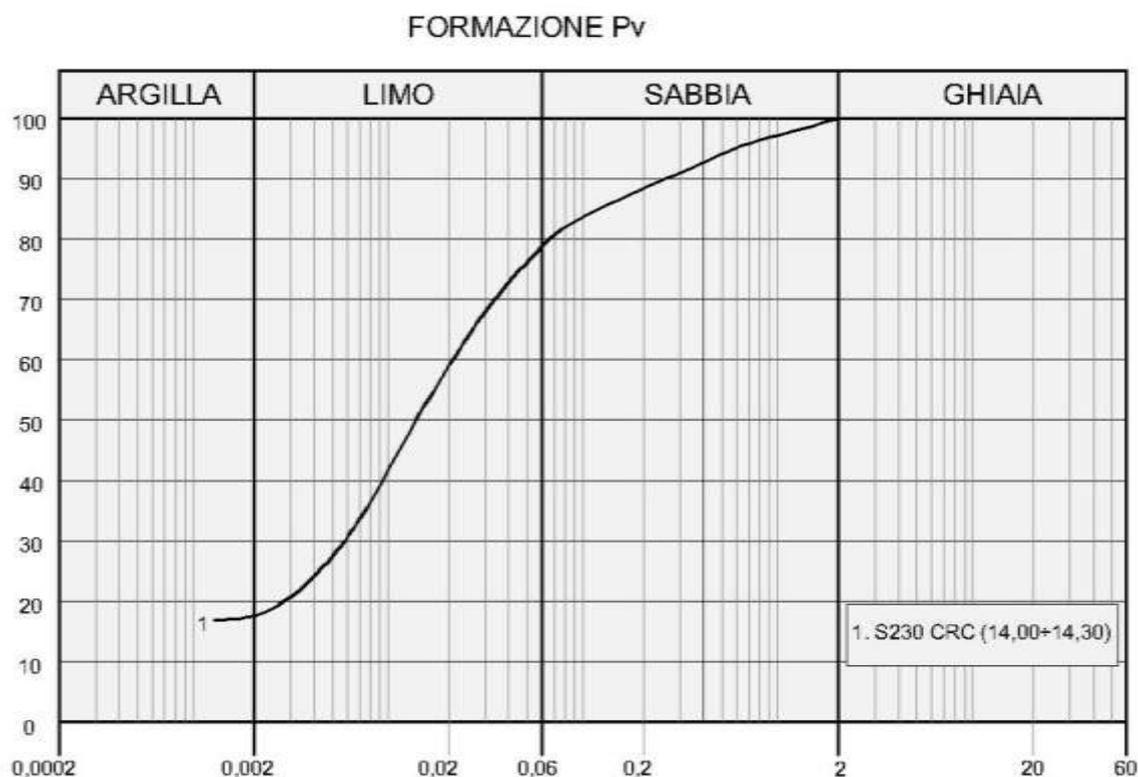
F.6.1 Analisi di laboratorio.

Per questi terreni è stato prelevato un campione rimaneggiato. Dalle analisi eseguite si sono rilevate le seguenti caratteristiche fisiche:

- contenuto naturale d'acqua $W_n = 19.8\%$
- peso dell'unità di volume $\gamma = 20 \text{ kN/mc}$
- indice di consistenza $I_c > 2$

La granulometria risulta essere limo sabbioso argilloso per come si rileva dalla figura che segue.

Figura F.31 - Granulometria terreni formazioni Pv



limo con sabbia argilloso per cui i terreni afferenti Vcga, anche in funzione della descrizione litologica, si caratterizzano con i seguenti parametri:

- Terreni Vcga S230 $c' = 2.5 \text{ kPa}$ $\phi = 33^\circ$ $c_u = 15 \text{ kPa}$

Gli stessi parametri si attribuiscono per comparazione ai terreni Vcgsa del sondaggio S231.

Il modulo di elasticità viene stimato per comparazione con gli altri litotipi degli stessi sondaggi ed assume il seguente valore :

$$E = 27 \text{ MPa}$$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.13 - Caratterizzazione terreni formazione Pv

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni formazione PV						
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	Ed	K
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]
Vcga	S230	12.00÷14.40	20	2.5	33	15	27		
Vcgsa	S231	11.60÷13.20	20	2.5	33	15	27		

F.7 Terreni appartenenti ai depositi ar

Tali terreni sono stati riscontrati nel tratto indagato fra i sondaggi S220 e S220 ter compreso fra le progressive 4+155 e 4+656. Si tratta di terreni sciolti nei quali è stato prelevato il seguente campione:

- S220 SC1 (2.40 ÷ 3.00)

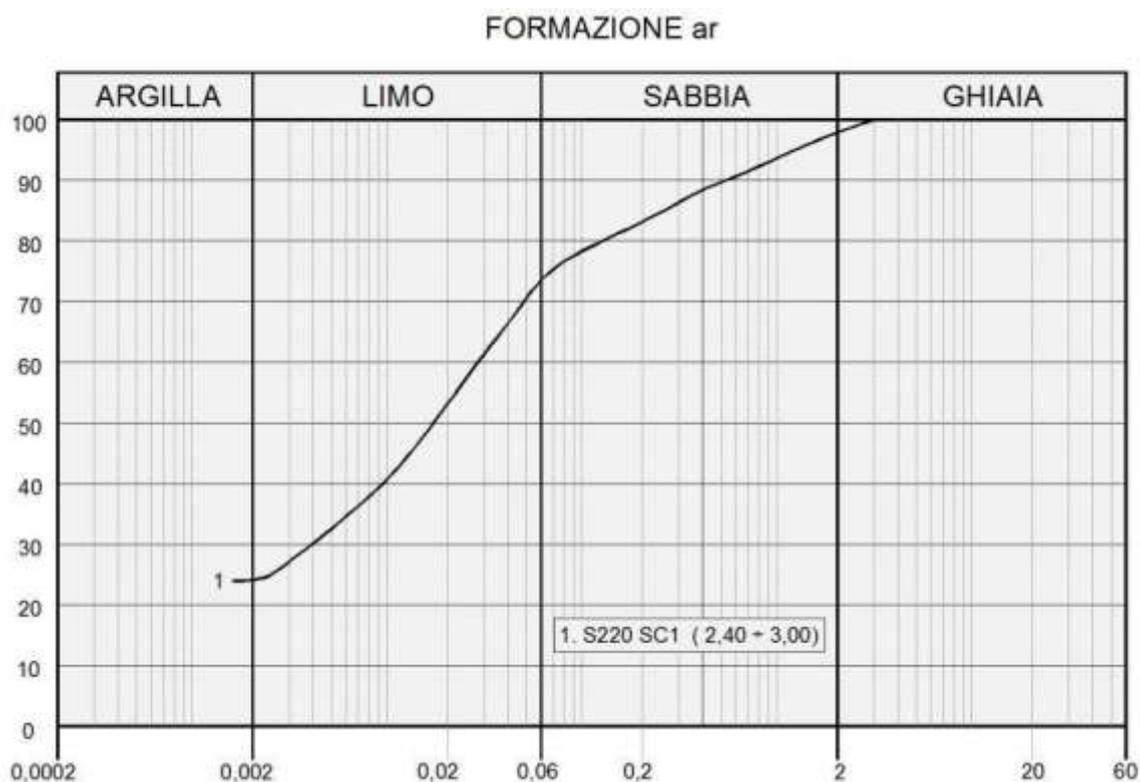
F.7.1 Analisi di laboratorio.

Per questi terreno è stato prelevato un campione rimaneggiato. Dalle analisi eseguite si sono rilevate le seguenti caratteristiche fisiche:

- contenuto naturale d'acqua $W_n = 32.8\%$
- peso dell'unità di volume $\gamma = 18.1 \text{ kN/mc}$
- indice di consistenza $I_c > 1.5$

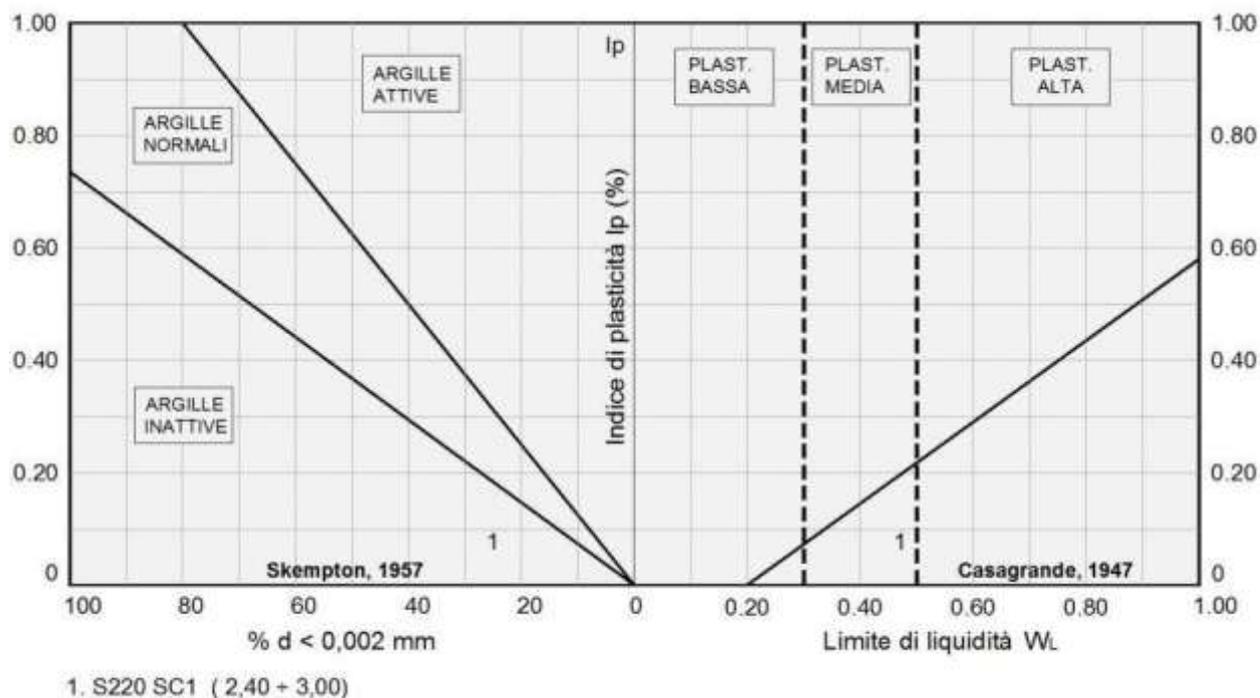
La granulometria risulta essere limo con sabbia e con argilla per come si rileva dalla figura che segue.

Figura F.33 - Granulometria terreni depositi ar



Dalle carte di attività e plasticità della figura seguente si rileva che trattasi di argille inattive a plasticità media.

Figura F.34 - Attività e plasticità terreni depositi ar



F.7.2 Indagini geotecniche in sito

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche tipo SPT che hanno fornito i seguenti valori:

- S220:
 - N30 (2.00) = R

Alla fine delle perforazioni in alcuni sondaggi sono stati installati dei piezometri a tubo aperto nel S220 e S220 ter. Le ultime letture eseguite dopo un arco di tempo da uno a due mesi dall'installazione hanno confermato l'assenza della falda .

F.7.3 Parametri geotecnici

I terreni dei depositi ar sono costituiti da piccoli livelli riscontrati nei sondaggi S2200 e S220ter. Per come si rileva dalla

Figura F.33 il campione n.1 (S220 SC1) è classificabile come limo con sabbia con argilla. In base alla descrizione litologica ed alla documentazione fotografica i terreni afferenti TrovB si caratterizzano con i seguenti parametri:

- Terreni TrovB S220 $c' = 0$ $\phi = 35^\circ$

Gli stessi parametri si attribuiscono per comparazione ai terreni G del sondaggio S220ter.

Gli altri terreni si caratterizzano in base alla descrizione litologica per cui si hanno :

- Terreni Trm S220 $c' = 0$ $\phi = 30^\circ$
- Terreni Sl S220ter $c' = 2 \text{ kPa}$ $\phi = 30^\circ$ $c_{uu} = 12 \text{ kPa}$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.14 - Caratterizzazione terreni depositi ar

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni depositi ar						
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	Ed	K
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]
Trm	S220	0.00÷2.00	17		30				
Trov B	S220	2.00÷3.40	18		35				
SL	S220 ter	0.80÷1.90	17	2	30	12			
G	S220 ter	1.90÷3.30	18		35				

F.8 Terreni appartenenti ai depositi ec

Tali terreni sono stati riscontrati fra il sondaggio S206 e S214 Trattasi di terreni superficiali di modesto spessore tutti a piano campagna. Tali terreni si caratterizzano in base alla descrizione litologica ed in base alla documentazione fotografica . Si tratta principalmente di terreni vegetali limosi per cui si adottano

$$c' = 0 \text{ KPa} \qquad \phi' = 22^\circ$$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.15 - Caratterizzazione terreni depositi ec

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni i depositi ec						
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	Ed	K
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]
TV	S206	0.00÷1.00	16	0	22				
TV	S208	0.00÷1.20	16	0	22				
TV	S208bis	0.00÷1.00	16	0	22				
TV	S210	0.00÷1.00	16	0	22				
TV	S212	0.00÷1.00	16	0	22				
TV	S211	0.00÷0.80	16	0	22				
TV	S213	0.00÷1.20	16	0	22				
TV	S214	0.00÷1.00	16	0	22				

F.9 Terreni appartenenti ai depositi TV

Tali terreni sono stati riscontrati ovunque in quasi tutto il lotto a partire dal sondaggio S217 ed a finire al sondaggio S230. Trattasi di terreni superficiali di modesto spessore tutti a piano campagna eccetto quelli del sondaggio S222 che si trovano sotto un sottofondo stradale.

Tali terreni si caratterizzano in base alla descrizione litologica ed in base alla documentazione fotografica. Si tratta principalmente di terreni limosi per cui si adottano

$$c' = 0 \text{ KPa} \quad \phi' = 22^\circ$$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.16 - Caratterizzazione terreni depositi TV

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni i depositi TV						
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	Ed	K
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]
TV	S217	0.00÷1.50	16	0	22				
TV	S218	0.00÷1.60	16	0	22				
TV	S219	0.00÷1.20	16	0	22				
TV	S2220bis	0.00÷2.10	16	0	22				
TV	S221	0.00÷1.20	16	0	22				
TV	S224	0.00÷2.10	16	0	22				
TV	S225	0.00÷1.00	16	0	22				
TV	S227	0.00÷1.00	16	0	22				
TV	S228	0.00÷1.10	16	0	22				
TV	S229	0.00÷0.80	16	0	22				
TV	S230	0.00÷1.50	16	0	22				

F.10 Terreni appartenenti ai depositi R

Tali terreni sono stati riscontrati nei sondaggi S215 e S222. Trattasi di terreni superficiali di modesto spessore che si caratterizzano in base alla descrizione litologica ed in base alla documentazione fotografica . Trattandosi di terreni sabbioso-ghiaiosi si caratterizzano con:

$$c' = 0 \text{ KPa} \quad \phi' = 33$$

Sulla base dei risultati delle indagini in sito i parametri geotecnici come prima determinati sono riportati per ogni singolo terreno individuato nella tabella seguente.

Tabella F.17 - Caratterizzazione terreni depositi R

Sigla	Sondaggio	Quote	Parametri geotecnici terreni depositi R						
			γ	c'	ϕ'	c_u	E	Ed	K
			[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[cm/s]
TR	S215	1.00÷2.20	17	0	33				
TR	S222	0.00÷2.70	17	0	33				

G PARAMETRI GEOTECNICI

G.1 Tabella riassuntiva generale

Nel presente paragrafo si riporta una tabella riassuntiva con i parametri di calcolo da adottare per il dimensionamento delle opere..

Tabella G.1 Tabella riassuntiva generale parametri

Parametri geotecnici formazioni lotto 8														
Tratto num.	Progr. In.	Progr. Fin.	Lunghezza Tratto [m]	Formazione	Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	Coesione efficace c' [kPa]	Angolo di resistenza a taglio ϕ' [°]	Coesione non drenata c_u [kPa]	Modulo elastico E [MPa]	Modulo edometrico E_d [MPa]	Coefficiente di permeabilità k [cm/s]	Coefficiente di compressibilità C_c [-]	Coefficiente di consolidazione c_v [cm ² /s]	Coefficiente di Sovraccons. OCR [-]
1	0	400	400	ec	16	0	22	-	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	18.1	20	25	160	14.2	-	-	-	-	-
				a incoerente	18	0	35	-	22.7	-	-	-	-	-
				Qa	17.8	20	25	153	11.2	15.8	2.72×10^{-7}	0.161	0.0429	1
2	400	651	251	ec	16	0	22	-	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	16.2	9	23	70	12.1	-	-	-	-	-
				a incoerente	21.3	0	35	-	22.7	-	-	-	-	-
				Qa	18	15	25	122	14.7	15.8	2.72×10^{-7}	0.161	0.0429	1
3	651	720	69	a coesivo	18	6	24	50	15	-	-	-	-	-
				a incoerente	20	0	32	-	40	-	-	-	-	-
				Qa	18	20	30	180	11	15	-	-	-	-
4	720	970	250	ec	16	0	22	-	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	16.2	9	23	70	12.1	-	-	-	-	-
				a incoerente	21.3	0	35	-	22.7	-	-	-	-	-
				Qa	18	15	25	122	14.7	15.8	2.72×10^{-7}	0.161	0.0429	1
5	970	1200	230	ec	16	0	22	-	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	17.9	8.6	24	70	13.1	-	-	-	-	-
				a incoerente	20	0	35	-	13.1	-	-	-	-	-
				Qa	18.6	22	25	122	14.7	15.8	2.72×10^{-7}	0.161	0.0429	1
6	1200	2300	1100	ec	16	0	22	-	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	16.8	12.2	28.5	70	15.8	-	-	-	-	-
				a incoerente	18	0	35	-	17	-	-	-	-	-
				Qa	18.2	14	30	120	17.8	15.8	2.72×10^{-7}	0.161	0.0429	1
7	2300	3000	700	ec	16	0	22	-	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	17.3	15	30	68	14.8	-	-	-	-	-
				a incoerente	18	0	35	-	25	-	-	-	-	-
				Qa	18.7	19	27	150	15.0	15.8	2.72×10^{-7}	0.161	0.0429	1
8	3000	3500	500	ec	16	0	22	0	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	18.9	0+25	25+33	0+70	14.7+21.1	-	-	-	-	-
				a incoerente	18.9	0	33	0	21.1	-	-	-	-	-
9	3500	3750	250	ec	16	0	22	0	-	-	-	-	-	-
				a coesivo	18.3+18.5	5+12.6	20.7+33	25+140	15.8+23.7	-	-	-	-	-
				a incoerente	18.5	0+2	35+37	0	30	-	-	-	-	-
10	3750	4160	410	Qc(a)	17.9	6.6	31.6	45	12.5	-	-	-	-	
11	4160	4760	600	ar	17+18	0	30+35	0	-	-	-	-	-	-
				Qa	18.2	7.1	20.4	50	25	-	-	-	-	-
12	4760	4780	20	Qc(a)	17.9	6.6	31.6	45	12.5	-	-	-	-	
13	4780	5010	230	Qa	17.7	12	19	84	21.7	-	-	-	-	
14	5010	5400	390	a coesivo	19.3	14	28	84	23.8	-	-	-	-	-
				a incoerente	18	0	35	-	23.4	-	-	-	-	-
				Pvl	23	150+254	29.5+35	-	1200+5070	-	-	-	-	-
15	5400	5615	215	Qa	18.8	8.5	17	60	15.9	-	-	-	-	
16	5615	6300	685	a coesivo	17.5+19.8	10+22	27+30	60+150	14.2+17.9	-	-	-	-	-
				a incoerente	16.8	0	35	-	18.9	-	-	-	-	-
				Qa	18.4	30	31	186	18.9	-	-	-	-	-
17	6300	6840	540	a coesivo	18	6	24	50	15	-	-	-	-	
				a incoerente	20	0	32	-	40	-	-	-	-	
				Pvl	24	250	33	-	7000	-	-	-	-	
				Qa	18	20	30	180	15	-	-	-	-	
				Pvs	19	7	33	35	35	-	-	-	-	
18	6840	7090	250	Qa	18.7	20	21	118	16.4	-	-	-	-	
19	7090	7640	550	a incoerente	18.4	17.6	17	106	14.2	-	-	-	-	
				Qc(a)	19.2	5	30	-	54.7	-	-	-	-	
20	7640	8360	720	R	17	0	33	-	-	-	-	-	-	
				Qa	18.7	20	21	118	16.4	-	-	-	-	
				Qc(a)	17.7	0	35	-	28.5	-	-	-	-	

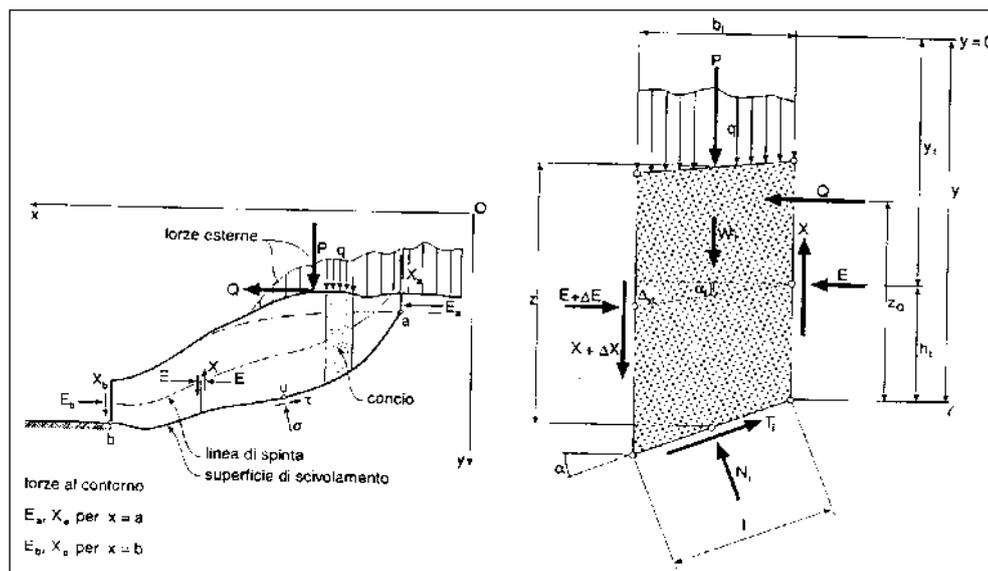
H VERIFICHE DI STABILITA' SCAVI A CIELO APERTO

Le verifiche di stabilità degli scavi a cielo aperto consentono di accertare che la geometria della sezioni esaminate lungo il corpo stradale, in relazione alle caratteristiche di resistenza al taglio del materiale impiegato, assicuri un sufficiente fattore di sicurezza nei confronti della rottura.

L'analisi di stabilità è stata condotta secondo il principio dell'equilibrio limite globale; come è noto tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio.

Scelta quindi una superficie di rottura, si suddivide in conci la parte instabile, si studia poi l'equilibrio della singola striscia e infine si passa alla stabilità globale; qui di seguito sono riportate schematicamente le azioni agenti su di un singolo concio.

Figura H.1: Forze agenti sul singolo concio



Per ogni concio sono disponibili per la risoluzione del sistema le tre equazioni della statica (equilibrio traslazione verticale, orizzontale ed equilibrio dei momenti), quindi per n conci si avranno 3n equazioni linearmente indipendenti.

Per l'analisi di stabilità è stato utilizzato il metodo di calcolo di Bishop, che permette di determinare il coefficiente di sicurezza alla rottura.

Le analisi sono state condotte utilizzando superfici di rottura circolari; come prescritto dalla normativa la verifica viene effettuata secondo la "Combinazione 2": (A2+M2+R2) in condizioni statiche e (M2+R2+Sisma) in condizioni sismiche.

Il fattore di sicurezza minimo del versante è stato assunto pari a 1.10 così come indicato dalle Norme Tecniche e più precisamente al punto 6.8.2 del DM 14/01/2008. Tale fattore di sicurezza viene applicato sia per il caso statico che per il caso sismico.

Il lotto in oggetto è stato suddiviso in tratte geotecnicamente omogenee; tutte le tratte sono state esaminate; tuttavia all'interno della presente relazione si riportano solo quelle più significative.

I risultati delle verifiche saranno presentati mediante schede sintetiche per ognuna delle formazioni evidenziate.

All'interno di ogni singola scheda si riportano:

- Altezza massima piede scarpata;
- Parametri geotecnici utilizzati;
- Parametri sismici utilizzati;
- Pendenza della scarpata verificata nel modello;
- Fattori di sicurezza delle analisi di stabilità in condizione statica e in condizione sismica.

All'interno di ogni singola scheda è altresì inserito l'output in forma grafica delle analisi di stabilità per la combinazione sismica, risultante sempre la più gravosa.

La categoria di suolo è stata scelta, in base ad una valutazione del sedime di fondazione del singolo tratto.

Nella presente relazione si forniscono pertanto i risultati delle verifiche di stabilità delle seguenti formazioni:

1. ec/a
2. Qca
3. ar
4. Qa
5. R.

Nel caso 3 si prevede l'intervento di protezione superficiale con specie erbacee a radicazione profonda finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale. Tale intervento consiste in un'idrosemina superficiale, in grado di rinverdire il pendio e creare delle radici nel terreno di lunghezza variabile in funzione della tipologia di terreno. Tale intervento crea un aumento di coesione localizzato che migliora le condizioni di stabilità del fronte di scavo. Tale contributo sarà considerato solamente nelle verifiche di stabilità in condizione sismiche, rappresentanti una condizione di lungo termine.

H.1 Formazione ec/a

La trincea in oggetto si sviluppa sulla formazione a, sulla quale è presente una coltre di deposito eluvio colluviale (ec); la caratterizzazione è stata eseguita facendo riferimento alle risultanze del sondaggio S217. La verifica di stabilità è stata condotta per un'altezza massima di 4.3 m.

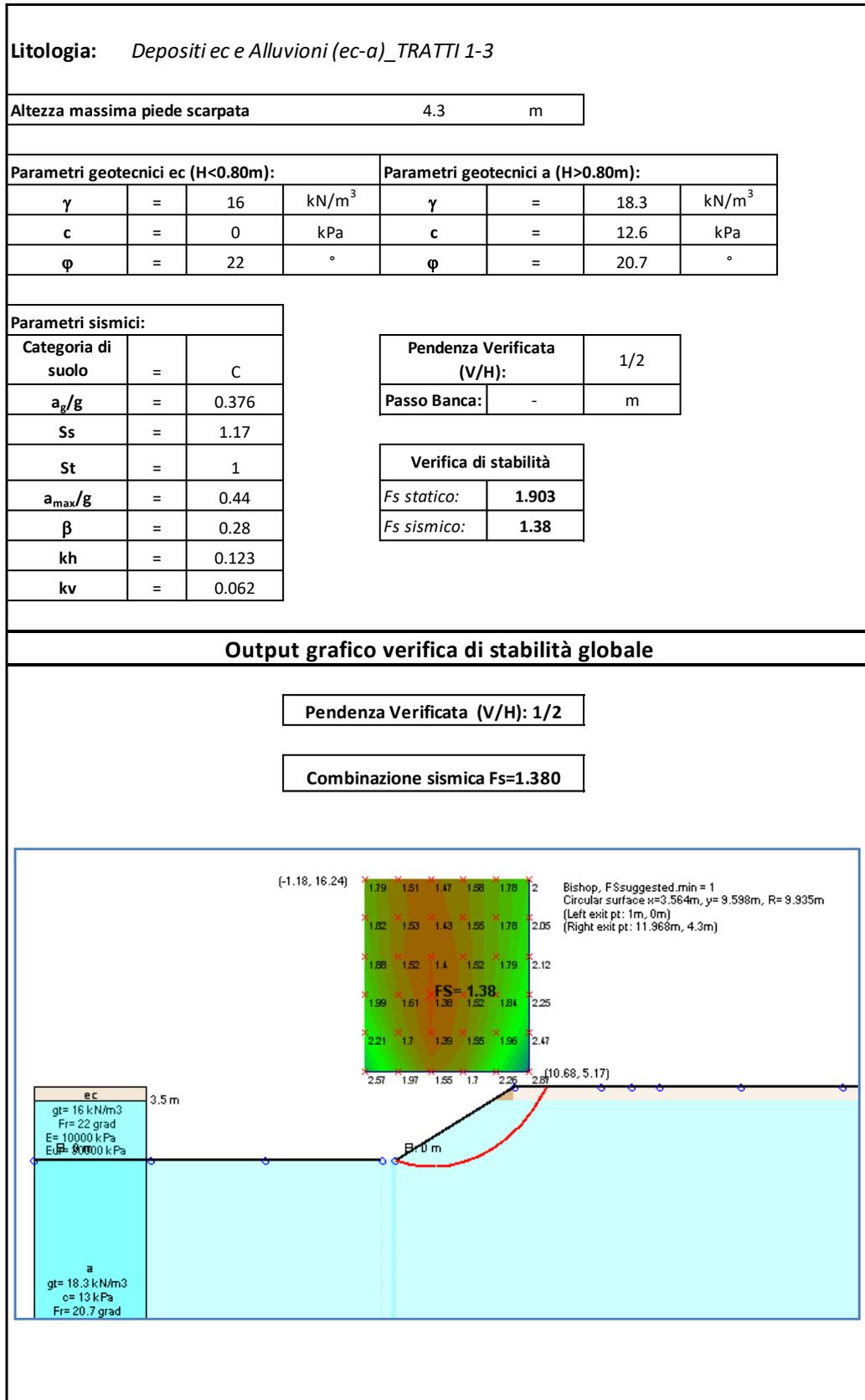
La pendenza di progetto delle scarpate per i tratti interessati dalla formazione in oggetto risulta pari a 1/2 (V/H).

I risultati delle verifiche in condizioni statiche e in condizioni sismiche risultano pari rispettivamente a 1.903 e 1.380, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

Nella figura seguente si riporta la scheda con la sintesi dei parametri di input, pendenza di progetto e fattori di sicurezza.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura H.2: Scheda di verifica trincea



H.2 Formazione Qca

La formazione in oggetto è stata caratterizzata con le risultanze del sondaggio S219. La verifica di stabilità è stata condotta per un'altezza massima di 5 m.

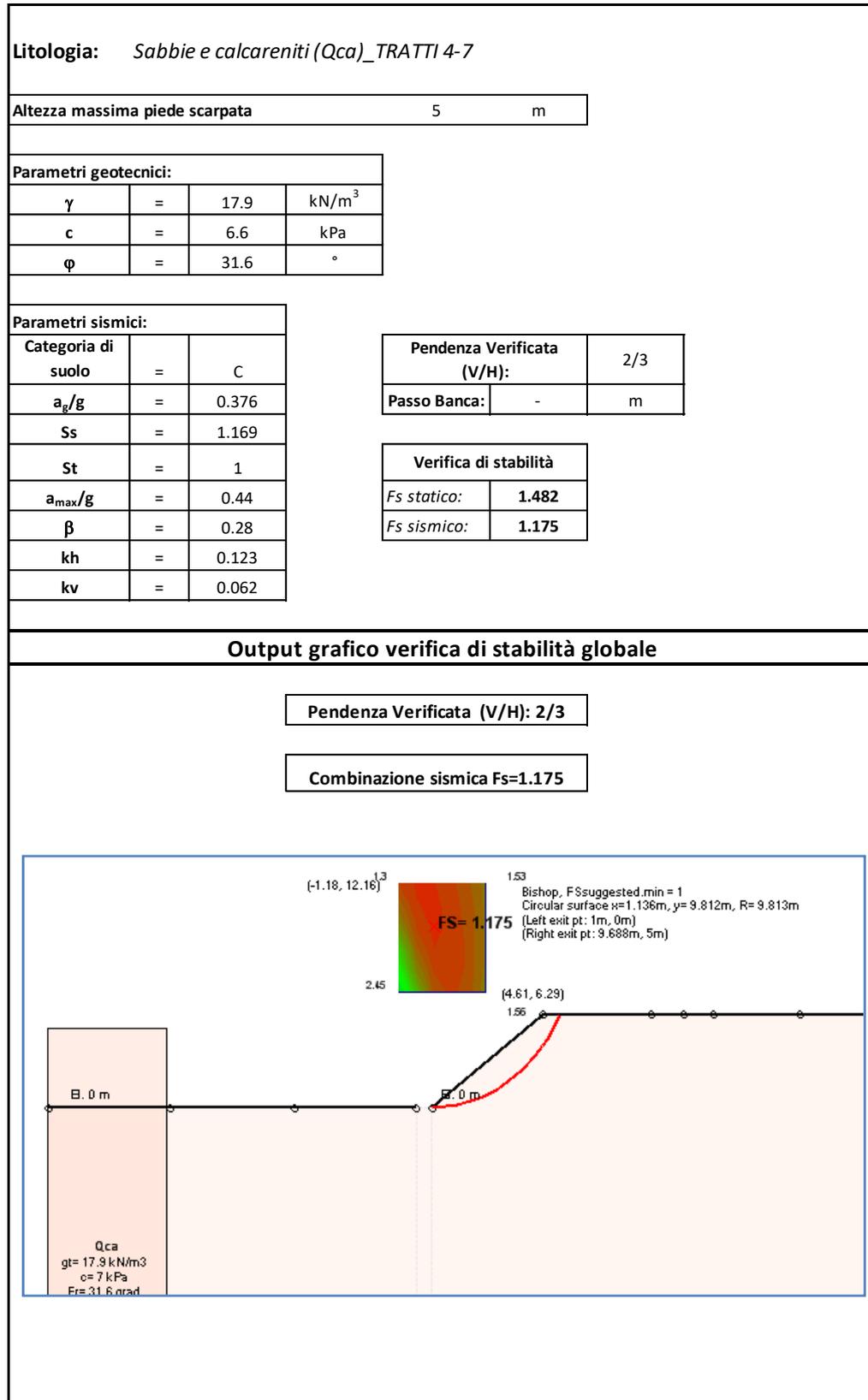
La pendenza di progetto delle scarpate per i tratti interessati dalla formazione in oggetto risulta pari a 2/3 (V/H).

I risultati delle verifiche in condizioni statiche e in condizioni sismiche risultano pari rispettivamente a 1.482 e 1.175, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

Nella figura seguente si riporta la scheda con la sintesi dei parametri di input, pendenza di progetto e fattori di sicurezza.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura H.3: Scheda di verifica trincea



H.3 Formazione ar

La trincea in oggetto, compresa tra la pk 4+100 e la pk 4+230 circa, si sviluppa sulla formazione ar, delle alluvioni recenti, poggiate sulla formazione di base Qa costituita da terreni prevalentemente argillosi, siltoso-marnosi. La caratterizzazione geotecnica delle singole formazioni è stata eseguita facendo riferimento alle risultanze del sondaggio S220. In particolare la formazione ar può essere suddivisa in due strati a diverse caratteristiche meccaniche: il primo strato Trm, di spessore pari a 2.0 m, risulta avere parametri $c'=0$ kPa e $\varphi'=30^\circ$; il secondo strato Trov. B, di spessore pari a 1.5 m, presenta parametri $c'=0$ kPa e $\varphi'=35^\circ$. Anche la formazione Qa può essere suddivisa in due strati: il primo strato A, di spessore pari a 5.5 m, con parametri $c'=7.1$ kPa e $\varphi'=20.4^\circ$; il secondo strato A-AM risulta avere invece parametri $c'=23.4$ kPa e $\varphi'=21^\circ$ e si rinviene a partire da una profondità superiore a circa 9.0 m a partire dal p.c.

La verifica di stabilità è stata condotta per un'altezza massima della trincea pari a 9 m utilizzando il codice di calcolo SLIDE.

Come si evince dalla scheda allegata di seguito, la pendenza di progetto delle scarpate per il tratto in oggetto risulta pari a 1/2 (V/H).

Per tale tratto si prevede l'intervento superficiale di idrosemina con specie erbacee a radicazione profonda finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale. Considerando tale presenza per la sola condizione sismica, si è valutato nelle calcolazioni eseguite una coesione aggiuntiva media pari a 15 kPa per uno strato superficiale di larghezza cautelativamente pari a 1.5 m, valore tarato per il litotipo in oggetto.

Le verifiche mostrano come per la condizione statica si raggiunga la stabilità del versante (fattore di sicurezza minimo pari a 1.184). Considerando le condizioni sismiche, l'analisi di stabilità per le superfici profonde ha mostrato invece come il coefficiente di sicurezza risulti inferiore ai limiti di norma: si rende pertanto necessario prevedere un intervento di stabilizzazione realizzato tramite una paratia di micropali in corrispondenza della banca intermedia della scarpata, in grado di intercettare le superfici di scorrimento che non soddisfano la verifica.

La paratia, costituita da micropali verticali $\varnothing_{\text{perf}} = 200$ mm, disposti con interasse di 0.7 m, armati con un tubo $\varnothing 114.3$ mm, spessore 8 mm e lunghezza pari a 8 m, è inserita nel modello di calcolo tramite una forza resistente sulla superficie di scorrimento pari a circa 474 kN/m, corrispondente alla resistenza di calcolo a taglio $V_{c,Rd} = 372$ kN del micropalo divisa per l'interasse longitudinale dei medesimi ($372 \text{ kN} / 0.7 \text{ m} = 474 \text{ kN/m}$).

Con tale intervento i risultati delle verifiche in condizioni statiche e in condizioni sismiche risultano pari rispettivamente a 1.372 e 1.282, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

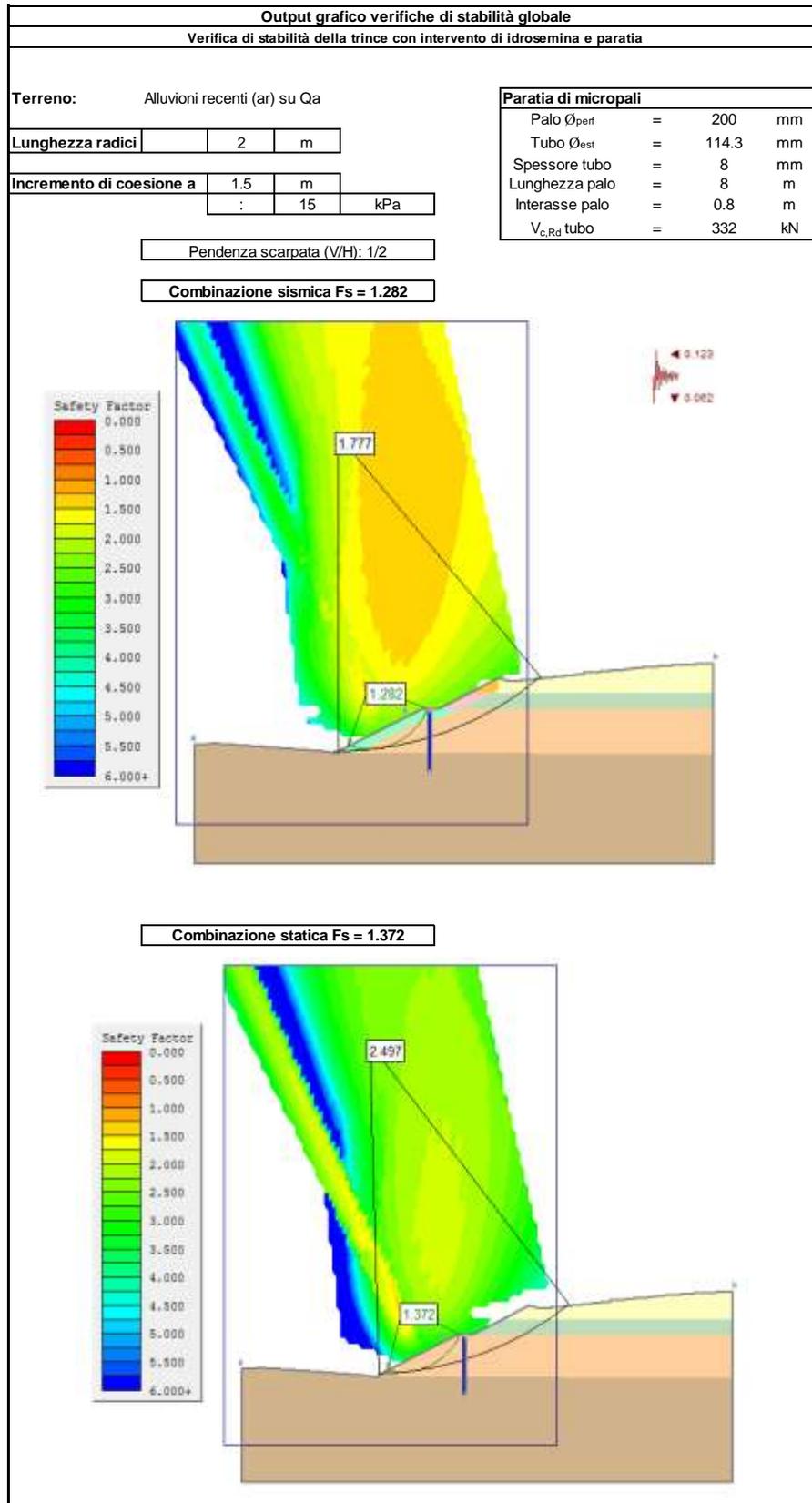
Nelle figure seguenti si riportano la scheda con la sintesi dei parametri di input, pendenza di progetto, le indicazioni progettuali dovute all'intervento superficiale e alla paratia di micropali e gli output grafici delle verifiche di stabilità globale, in condizione statica e in condizione sismica.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura H.4: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

Litologia: Alluvioni recenti (ar) su Qa													
Altezza massima piede scarpata				9	m								
Parametri geotecnici 0-2 m da p.c Trm-ar				Parametri geotecnici 2-3.5 m da p.c Trov. B-ar									
γ	=	17	kN/m ³	γ	=	18	kN/m ³						
c	=	0	kPa	c	=	0	kPa						
ϕ	=	30	°	ϕ	=	35	°						
Parametri geotecnici 3.5-9 m da p.c A-Qa				Parametri geotecnici > 9 m da p.c A-AM-Qa									
γ	=	18.2	kN/m ³	γ	=	19	kN/m ³						
c	=	7.1	kPa	c	=	23.4	kPa						
ϕ	=	20.4	°	ϕ	=	21	°						
Parametri sismici:													
Categoria di sottosuolo	=	C											
ag/g	=	0.376											
S_s	=	1.169											
S_T	=	1											
a_{max}/g	=	0.44											
β	=	0.28											
kh	=	0.123											
kv	=	0.062											
				<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Pendenza verificata (V/H)</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>Passo banca</td> <td>5</td> <td>m</td> </tr> </table>				Pendenza verificata (V/H)		1/2	Passo banca	5	m
Pendenza verificata (V/H)		1/2											
Passo banca	5	m											

Figura H.5: Indicazione su specie erbacee e out grafici verifiche di stabilità globale



H.4 Formazione Qa

Per la caratterizzazione geotecnica di questa formazione sono stati considerati i parametri meccanici derivanti dalle risultanze geotecniche relative al sondaggio S220bis riportate nella Relazione Geotecnica Generale e illustrate graficamente nei Profili Geotecnici. La verifica è stata condotta per un'altezza massima pari a 4 m.

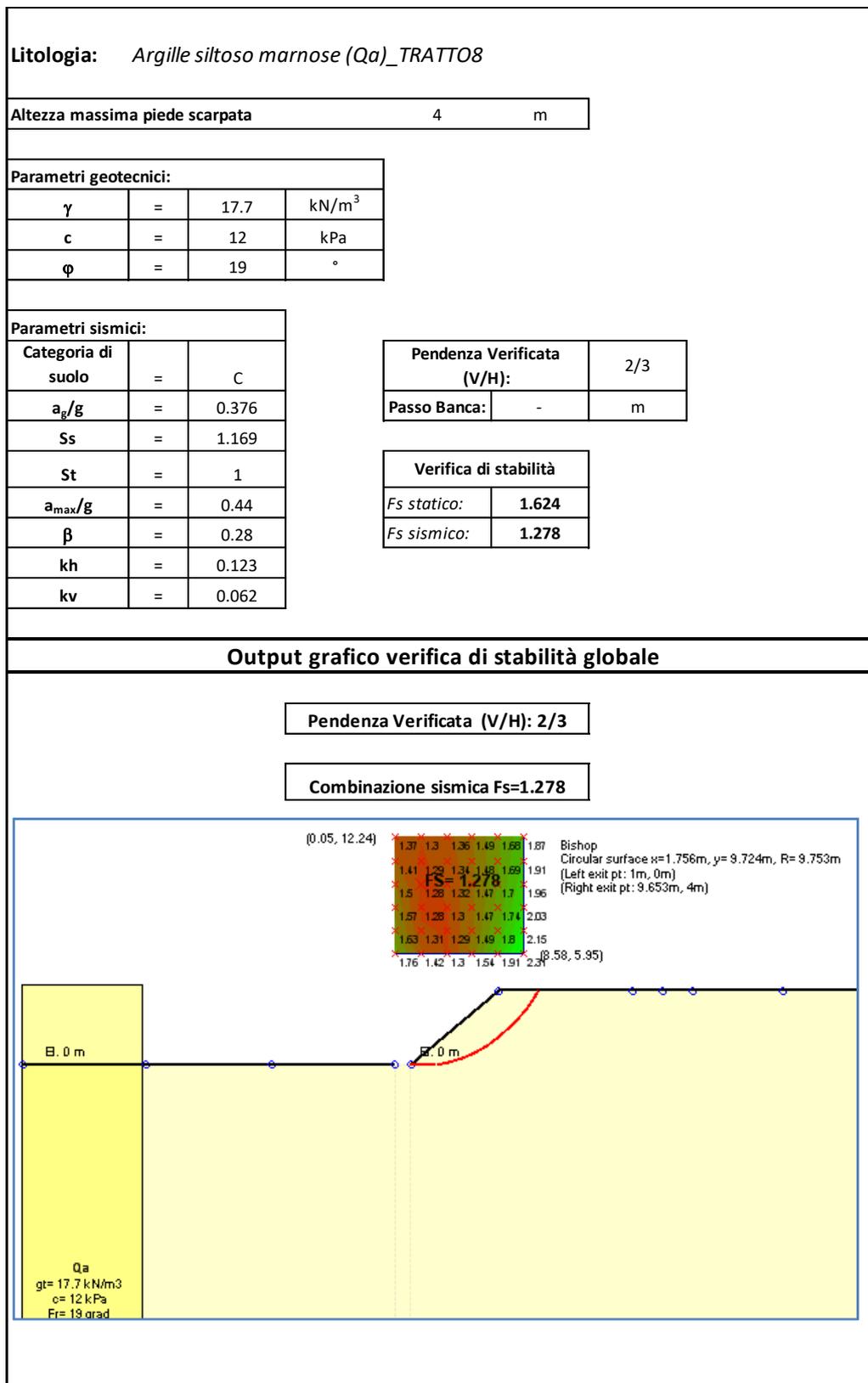
La pendenza di progetto delle scarpate per i tratti interessati dalle formazioni in oggetto risulta pari a 2/3 (V/H)

I risultati delle verifiche in condizioni statiche e in condizioni sismiche risultano pari rispettivamente a 1.624 e 1.278, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

Nella figura seguente si riporta la scheda con la sintesi dei parametri di input, pendenza di progetto e fattori di sicurezza.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura H.6: Scheda di verifica trincea



H.5 Formazione R

Per la caratterizzazione geotecnica di questa formazione sono stati considerati i parametri meccanici derivanti dalle risultanze geotecniche relative al sondaggio S222. La verifica è stata condotta per un'altezza massima pari a 3 m.

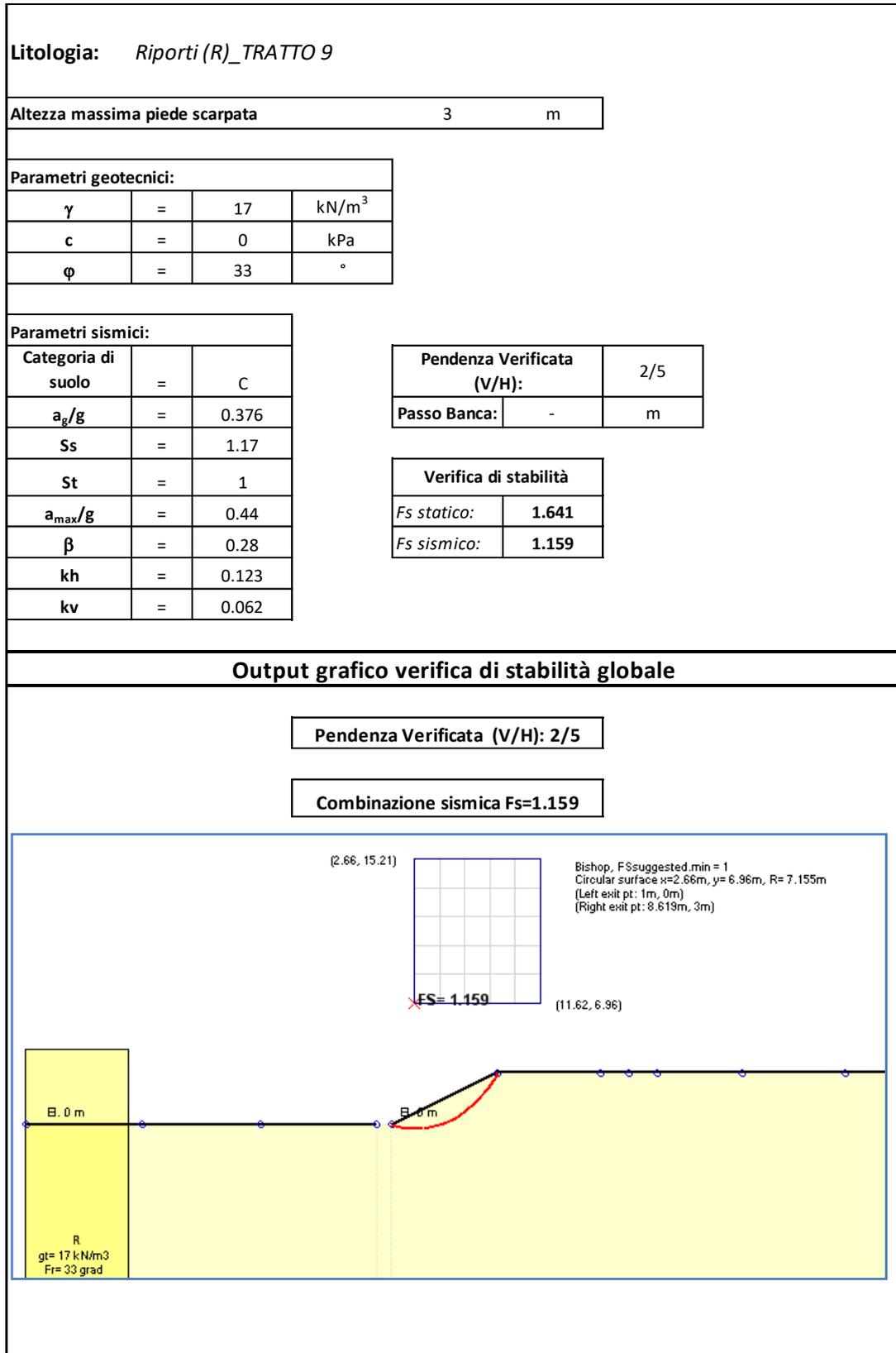
La pendenza di progetto delle scarpate per i tratti interessati dalle formazioni in oggetto risulta pari a 2/5 (V/H)

I risultati delle verifiche in condizioni statiche e in condizioni sismiche risultano pari rispettivamente a 1.641 e 1.159, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

Nella figura seguente si riporta la scheda con la sintesi dei parametri di input, pendenza di progetto e fattori di sicurezza.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura H.7: Scheda di verifica trincea



H.6 Tabelle riassuntive pendenza della scarpate

Nel presente paragrafo si riporta una tabella riassuntiva con l'indicazione progettuale per tutte le trincee all'interno del lotto, compilata sulla base di tutte le verifiche effettuate. Nell'ultima colonna si evidenziano gli eventuali interventi di consolidamento da effettuare costituiti da specie erbacee a radicazione profonda.

Tabella H.1: Indicazioni progettuali pendenza trincee

Progr. In.	Progr. Fin.	Litotipo	Descrizione Litotipo	Pendenza (V/H)	Larghezza banca per Hmax di altezza	Intervento superficiale
3600	3640	ec/a	depositi ec / alluvioni fluviali	1/2	-	-
3640	3720	Ril	Rilevato esistente	2/3	largh. = 2 m ogni 5 m di altez.	-
3720	3780	ec/a	depositi ec / alluvioni fluviali	1/2	-	-
3980	4160	Qca	Calcareniti e sabbie	2/3	-	-
4160	4560	ar	Alluvioni recenti	1/2	-	*1
4560	4760	Ril	Rilevato esistente	1/2	largh. = 2 m ogni 5 m di altez.	-
4760	4780	Qca	Calcareniti e sabbie	2/3	-	-
4780	5659	Qa	Argille siltoso marnose	2/3	-	-
7956	8296	R	Riporti	2/5	-	-
*1: idrosemina a radicazione profonda finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale [Vedi specifiche di capitolato]						

H.7 Indicazioni progettuali viabilità secondarie e svincoli

Dall'analisi dei litotipi interessanti le viabilità secondarie e gli svincoli, tutti i casi sono riconducibili a quanto visto per l'asse principale e pertanto non si riportano verifiche specifiche.

Di seguito si riporta una tabella con l'indicazione progettuale della pendenza delle scarpate per le secondarie.

Tabella H.2: Indicazioni progettuali pendenza trincee viabilità secondarie

N° Sec.	Progr. In.	Progr. Fin.	Litotipo	Pendenza (V/H)	Banca	Intervento superficiale
112	0	197	ec/a	2/3		
112	197	472	a	2/3		
113	0	88	ec/a	2/3		
114	0	132	a	2/3		
115	0	391	a	2/3		
117	0	187	a	2/3		
119	0	84	ec	2/3		
119Bis	0	291	R	2/3		
120	0	316	ec/a	2/3		
121	0	376	Qca	2/3		
122	0	80	Qca	2/3		
122	80	333	Qa	2/3		
122	333	534	a-Qa	2/3		
122	534	950	a-Qa	2/3		
122	950	1121	Qa	2/3		
123	0	284	a	1/2		
123	284	362	Ril	1/2		
123	362	378	a	1/2		
124	0	200	R	2/3		
124	200	451	Qc(a)	2/3		
125	0	331	R	2/3		
126	0	1160	R	2/3		
126	1160	1577	Qc(a)	2/3		
127	0	465	Qa-a	2/3		

Tabella H.3: Indicazioni progettuali pendenza trincee svincoli

N° Svincolo	Progr. In.	Progr. Fin.	Litotipo	Pendenza (V/H)	Banca	Intervento superficiale
SVINCOLO SV09 - ROT 1	0	138	a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - ROT 2	0	138	a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 1	0	140	a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 1	0	429	R	2/3	largh. = 2 m ogni 5 m di altezza	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 2	0	187	R	1/2	largh. = 2 m ogni 5 m di altezza	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 3	0	147	ec/a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 4	26	199	ec/a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 5	26	240	ec/a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 6	26	122	ec/a	1/2	-	-
SVINCOLO SV09 - RAMP A 7	0	63	ec/a	1/2	-	-
SVINCOLO SV10 - RAMP A 1	0	220	ar	1/2	-	*1
SVINCOLO SV10 - RAMP A 1	220	360	ar	1/2	-	-
SVINCOLO SV10 - RAMP A 1	360	422	Ril	1/2	-	-
SVINCOLO SV10 - RAMP A 2	0	166	ar	1/2	-	*1
SVINCOLO SV10 - RAMP A 3	0	224	Ril	1/2	-	*1
SVINCOLO SV10 - RAMP A 4	0	215	Qa	2/3	-	-
*1: idrosemina a radicazione profonda finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale [Vedi specifiche di capitolato]						

I VERIFICHE DI STABILITA' RILEVATI

Le verifiche di stabilità delle pendenze dei rilevati consentono di accertare che la geometria della sezioni esaminate lungo il corpo stradale, in relazione alle caratteristiche di resistenza al taglio del materiale impiegato, assicuri un sufficiente fattore di sicurezza nei confronti della rottura.

Per l'analisi di stabilità è stato utilizzato il metodo di calcolo dell'equilibrio limite globale secondo la trattazione di Bishop, che permette di determinare il coefficiente di sicurezza alla rottura.

Per la trattazione della teoria dell'equilibrio limite si rimanda al capitolo D.

In questo capitolo si riportano le analisi di stabilità in schede sintetiche secondo i criteri di seguito esposti.

La verifiche di stabilità del rilevato, interessano due meccanismi di possibile rottura:

- Rottura del corpo del rilevato;
- Rottura generale.

La verifica di rottura del corpo del rilevato ha validità per tutti i rilevati del lotto in oggetto. La verifica di stabilità nei confronti della rottura generale invece varia da sezione a sezione in funzione del sedime di fondazione del rilevato; le verifiche di stabilità sono state eseguite per tutte le sezioni significative; all'interno della presente relazione si esporranno le situazioni geotecnicamente più gravose.

Le verifiche di stabilità interessanti il meccanismo di rottura del corpo del rilevato, sono state condotte per ognuna delle tipologie di materiale costituente il corpo; per ognuno di essi si effettueranno le verifiche secondo il massimo valore di intensità sismica.

All'interno del lotto in oggetto si prevede la realizzazione di rilevati costituiti da materiali stabilizzati e da materiale da cava o tal quale; per il tratto compreso tra le pk. 0+990÷1+840 si prevede altresì la realizzazione di rilevati misti, con nucleo centrale in materiale da cava o tal quale e fasce laterali di larghezza pari a 2 metri in materiale stabilizzato.

Nei primi due casi l'altezza massima del rilevato risulta pari a 7 metri; nel caso di rilevato misto l'altezza massima del rilevato risulta pari a 8 metri.

Per il rilevato di altezza massima in materiale da cava o tal quale, contrariamente a quanto accade per il rilevato stabilizzato e per il rilevato misto, si evince che in condizioni di sisma SLV,

si potrebbero creare dei meccanismi di rottura localizzati poco sopra la banca intermedia che tuttavia non pregiudicano la funzionalità dell'infrastruttura per il passaggio dei mezzi di protezione civile (ambulanze, forze dell'ordine, etc).

Effettuando altresì la verifica di stabilità in condizioni sismiche allo stato limite di esercizio (SLD), il coefficiente di sicurezza nei confronti della stabilità risulta pari a 1.25, superiore a quello previsto da normativa (>1.10).

Nella tabella seguente si riporta la suddivisione del lotto in zone omogenee in termini di accelerazione sismica e di categoria di suolo. All'interno della tabella sono riportati, per ognuno dei tratti sopra indicati, il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_t , il valore di a_{max}/g risultante, il valore del coefficiente β di abbattimento dell'azione sismica e infine i coefficienti k_h e k_v , rappresentati i coefficienti di intensità sismica orizzontale e verticale applicati nei modelli di calcolo, il valore della pendenza della pendenza di progetto della scarpata e il materiale costituente il rilevato.

Tabella I.1: Tabella pendenza scarpate dei rilevati

Tabella pendenze scarpate rilevati lotto 8																
Tratto	Sezione di calcolo	Sezione di riferimento	Intervallo di validità pk. iniziale - pk. finale		Litologia prevalente	Altezza rilevato [m]	Categoria di suolo	a_g/g	S_s	S_t	a_{max}/g	β	k_h	k_v	Pendenza max. scarpate rilevato di progetto (V/H)	Materiale costituente il corpo del rilevato
1	-	0+540	0+000	0+990	ec/a (coes)	7	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3.5	da cava/tal quale
2	1+525	-	0+990	1+840	ec/a (coes)	8	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	da cava/tal quale con fasce laterali stabilizzate di larghezza pari a 2 m
3	-	2+440	1+840	3+820	ec/a (coes)	4,5	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3.5	da cava/tal quale
4	-	-	3+820	5+020	Qca/Qa	2,2	C	0,376	1,169	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3.5	da cava/tal quale
5	-	-	5+020	5+400	a (coes)	<1	C	0,376	1,169	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)
6	-	-	5+400	5+620	Qa	<1	C	0,376	1,169	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)
7	-	5+975	5+620	6+035	a (coes)	6,4	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)
8	-	-	6+035	6+331	a (coes)	6,4	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3.5	da cava/tal quale
9	-	-	6+331	6+593	a (coes)											
10	-	7+625	6+560	6+925	a (gran)	3,6	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)
11	-	7+700	6+925	7+125	Qa	3,6	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)
12	7+625	-	7+125	7+635	a (gran)	5,0	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)
13	7+700	-	7+635	8+351,52	Qca	7,0	C	0,376	1,17	1	0,440	0,28	0,123	0,062	2/3	stabilizzato (c'min=17)

I parametri meccanici utilizzati per la caratterizzazione del corpo del rilevato sono riportati nella tabella seguente.

Tabella I.2: Tabella caratteristiche meccaniche rilevati

Corpo rilevato	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ'_{cv} [°]
Da cava o tal quale	19	0	34
Stabilizzato a calce	19	17	24

Si precisa che nel caso di rilevato da cava (o tal quale) l'angolo φ' indicato è da intendere come l'angolo a volume costante φ'_{cv} .

Nelle analisi di stabilità si è tenuto in conto dell'effetto favorevole legato alla dilatanza del materiale granulare con una compattazione minima tale da ottenere una $D_R = 70\%$; di conseguenza è stato considerato un angolo di resistenza al taglio operativo φ' pari a 38° .

Le analisi di stabilità relative al meccanismo di rottura generale, sono state condotte per tutte le sezioni significative dei rilevati del lotto 8; nel seguito si riportano le verifiche di stabilità per i rilevati elencanti di seguito, risultanti geotecnicamente i più gravosi:

- Rilevato pk. 1+525;
- Rilevato pk. 7+625;
- Rilevato pk. 7+700.

All'interno del presente capitolo si procederà con la verifica di rottura del meccanismo relativo al corpo del rilevato e successivamente si procederà alla verifica dei meccanismi di rottura generale per i rilevati sopra elencati.

I.1 Meccanismo di rottura del corpo del rilevato terreno da cava o tal quale

Nel presente paragrafo, si riporta la verifica di stabilità del corpo del rilevato costituito da materiale da cava o tal quale. L'analisi di stabilità viene condotta imponendo il passaggio delle possibili superfici di scivolamento, dal piede del rilevato. Tutti i dettagli del calcolo si riportano in allegato.

Figura I.1: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

H max rilevato:	7	m	
Pendenza (V/H):	2/3.5		
kh:	0.123		
Corpo rilevato:	Da cava o tal quale		

Parametri geotecnici rilevati			
Terreno da cava o tal quale			
γ	=	19	kN/m ³
c	=	0	kPa
ϕ	=	38	°

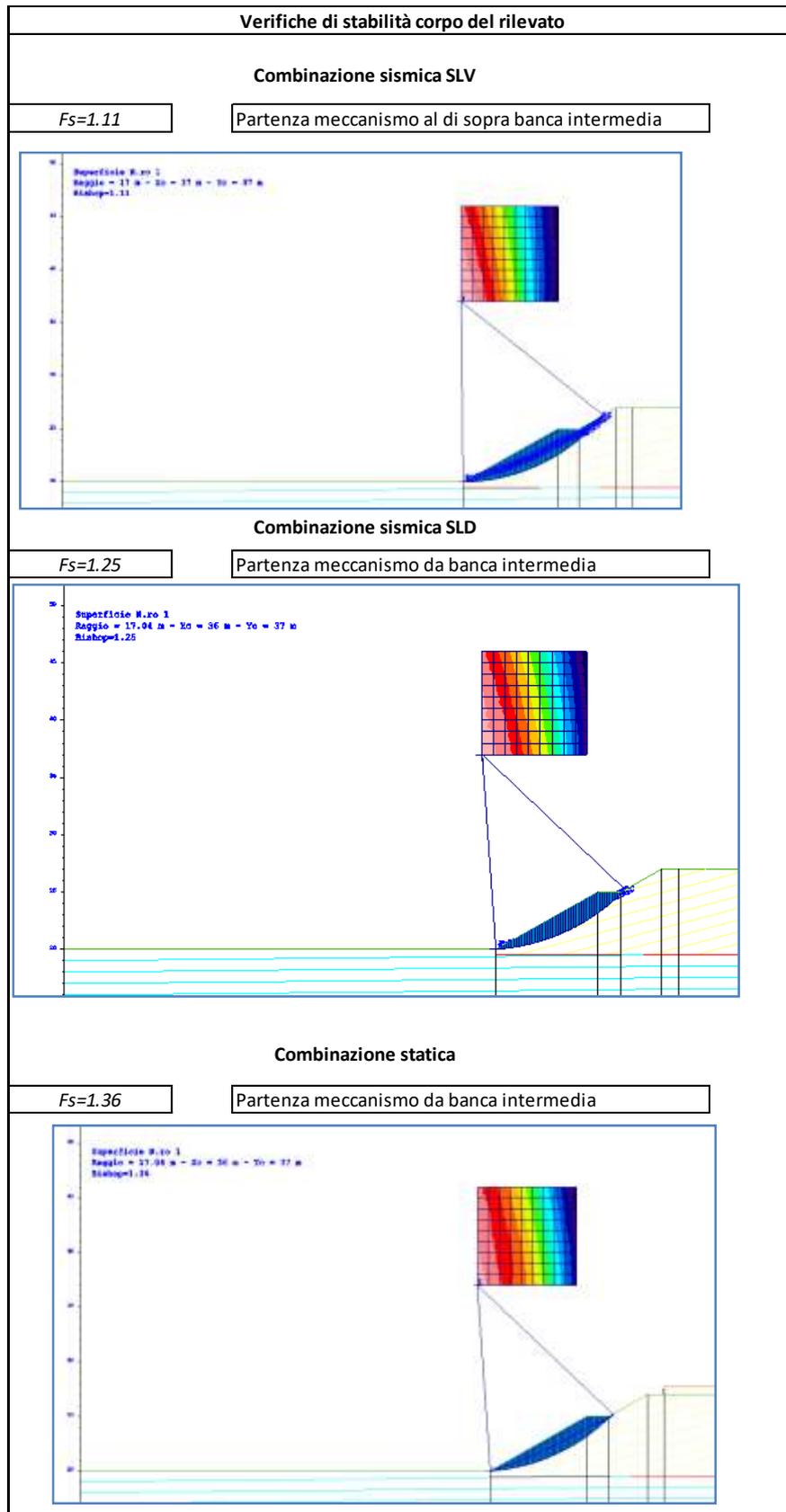
Parametri sismici SLV:		
Categoria di suolo	=	C
a_g/g	=	0.376
Ss	=	1.17
St	=	1
a_{max}/g	=	0.440
β	=	0.28
kh	=	0.123
kv	=	0.062

Parametri sismici SLD:		
Categoria di suolo	=	C
a_g/g	=	0.106
Ss	=	1.5
St	=	1
a_{max}/g	=	0.159
β	=	0.24
kh	=	0.038
kv	=	0.019

Terreno da cava - tal quale		
Pendenza Verificata (V/H):	2/3.5	
Passo Banca:	-	m

Stabilità globale	
Fs statico:	
Fs sismico SLD:	1.25
Fs sismico SLV:	1.11

Figura I.2: Output grafico verifiche di stabilità corpo del rilevato



Come si evince dalle figure precedenti, sia in condizione statica che in condizione sismica con sisma allo stato limite di danno (SLD) le verifiche risultano soddisfatte; la verifica con sisma allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) risulta soddisfatta per superfici di distacco con partenza al di sopra della banca intermedia; pertanto, a seguito delle considerazioni effettuate, le verifiche risultano soddisfatte poiché il coefficiente di sicurezza risulta maggiore del valore previsto dalla normativa (1.10).

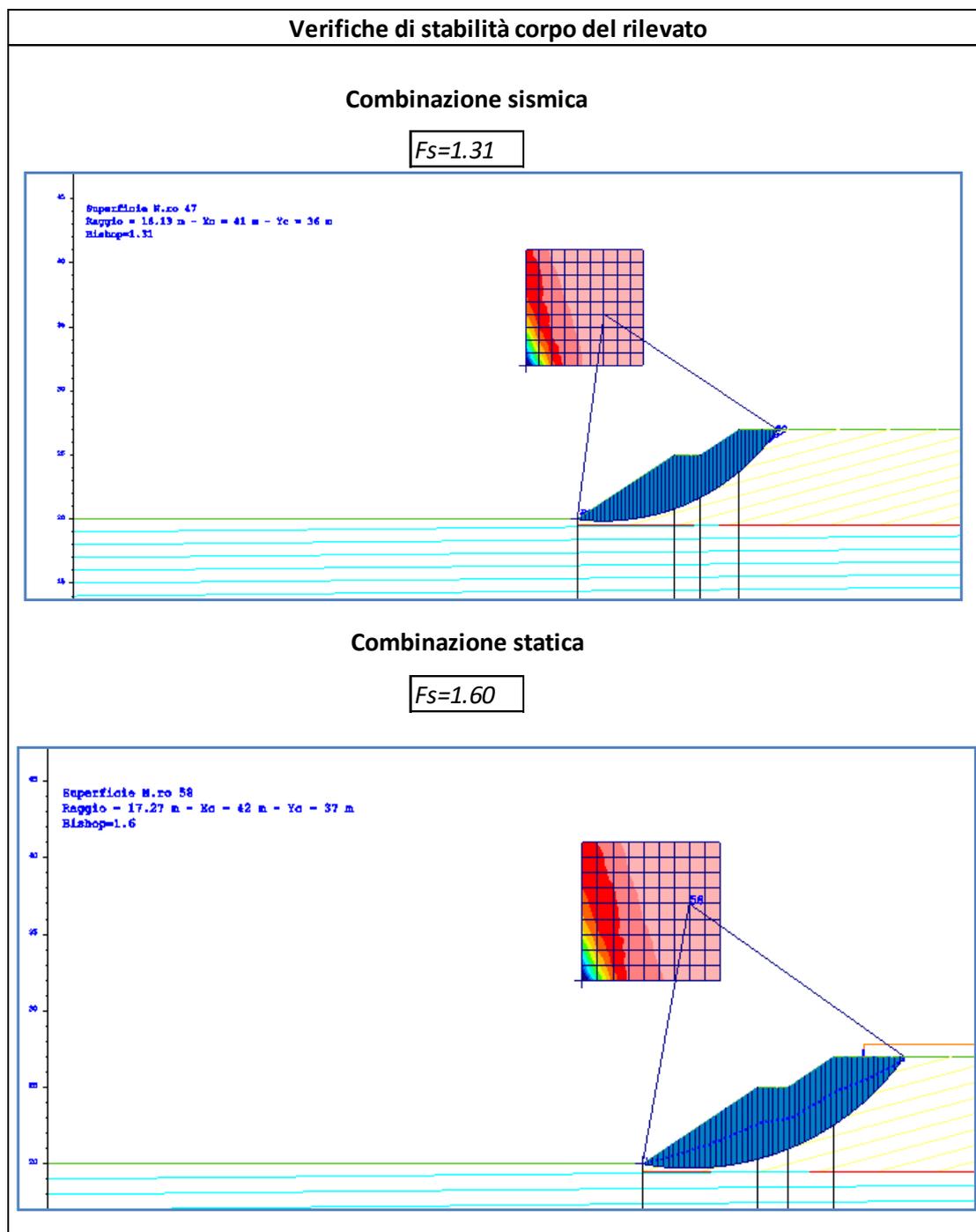
I.2 Meccanismo di rottura del corpo del rilevato terreno stabilizzato

Nel presente paragrafo, si riporta la verifica di stabilità del corpo del rilevato costituito da materiale stabilizzato. L'analisi di stabilità viene condotta imponendo il passaggio delle possibili superfici di scivolamento, dal piede del rilevato. Tutti i dettagli del calcolo si riportano in allegato.

Figura I.3: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

H max rilevato:	7	m
Pendenza (V/H):	2/3	
kh:	0.123	
Corpo rilevato:	Stabilizzato a calce	
Parametri geotecnici rilevati		
Ipotesi terreno stabilizzato a calce		
γ	=	19 kN/m ³
c_{min}	=	17 kPa
ϕ	=	24 °
Parametri sismici:		
Categoria di suolo	=	C
a_g/g	=	0.376
S_s	=	1.17
S_t	=	1
a_{max}/g	=	0.440
β	=	0.28
kh	=	0.123
kv	=	0.062
Terreno da cava - tal quale		
Pendenza Verificata (V/H):	2/3	
Passo Banca:	5	m
Stabilità globale		
F_s statico:	1.60	
F_s sismico:	1.31	

Figura I.4: Output grafico verifiche di stabilità corpo del rilevato



Come si evince dalle figure precedenti, sia in condizione statica che in condizione sismica, le verifiche risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza risulta maggiore del valore previsto dalla normativa (1.10).

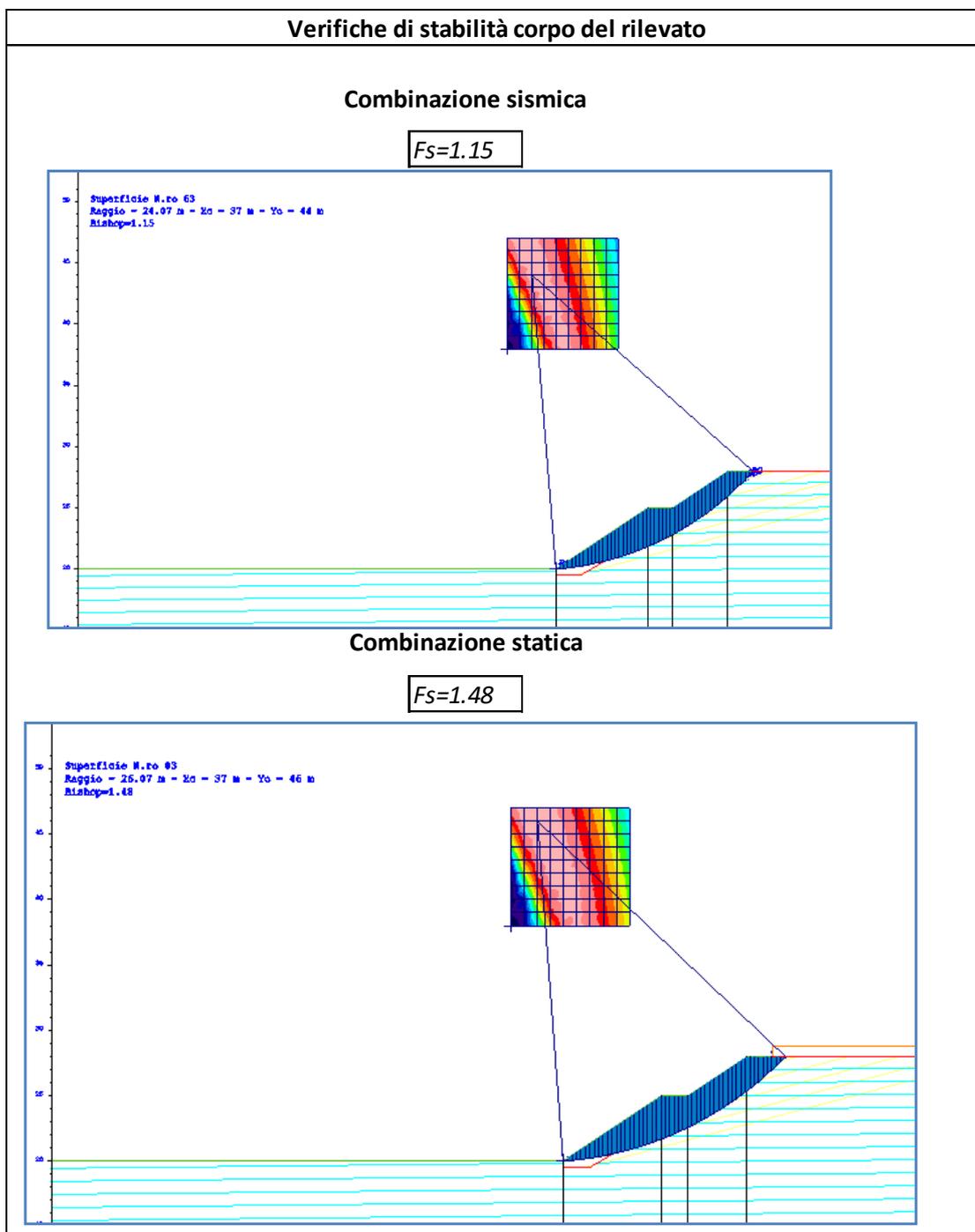
I.3 Meccanismo di rottura del corpo del rilevato da cava/tal quale con fasce laterali stabilizzate

Nel presente paragrafo, si riporta la verifica di stabilità del corpo del rilevato costituito da materiale da cava/tal quale con fasce laterali stabilizzate di larghezza pari a 2 metri. L'analisi di stabilità viene condotta imponendo il passaggio delle possibili superfici di scivolamento, dal piede del rilevato. Tutti i dettagli del calcolo si riportano in allegato.

Figura I.5: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

H max rilevato: 8 m Pendenza (V/H): 2/3 kh: 0.123 Corpo rilevato: Nucleo tal quale e fasce esterne di larghezza pari a 2 m in stabilizzato							
Parametri geotecnici rilevati							
terreno stabilizzato a calce per una fascia esterna di 2 m				terreno tal quale nucleo dei rilevati			
γ	=	19	kN/m ³	γ	=	19	kN/m ³
c_{min}	=	17	kPa	c	=	0	kPa
ϕ	=	24	°	ϕ	=	38	°
Parametri sismici:				Terreno da cava - tal quale			
Categoria di suolo	=	C		Pendenza Verificata (V/H):	2/3		
a_g/g	=	0.376		Passo Banca:	5	m	
S_s	=	1.17		Stabilità globale			
S_t	=	1					
a_{max}/g	=	0.440					
β	=	0.28					
kh	=	0.123		F_s statico:	1.48		
kv	=	0.062		F_s sismico:	1.15		

Figura I.6: Output grafico verifiche di stabilità corpo del rilevato



Come si evince dalle figure precedenti, sia in condizione statica che in condizione sismica, le verifiche risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza risulta maggiore del valore previsto dalla normativa (1.10).

I.4 Meccanismo di rottura generale pk 1+525

Il rilevato in oggetto presenta una piano di posa orizzontale sulla formazioni a (alluvioni) e ec (depositi eluvio colluviali) soprastanti lo strato di base Qa (terreni prevalentemente argillosi, siltoso-marnosi).

I valori di resistenza meccanica sono stati desunti dalla caratterizzazione del sondaggio S212 e sono riportati nella seguente tabella: dal sondaggio S212 è inoltre possibile suddividere lo strato a in un sottostrato più superficiale, di spessore pari a circa 6.0÷6.5 m, con caratteristiche più coesive e costituito da limo argilloso-sabbioso, ed uno strato più profondo incoerente costituito da ghiaia in matrice sabbiosa-argillosa di spessore pari a circa 3.0÷3.5 m.

Tabella I.3: Tabella caratteristiche meccaniche terreno di fondazione rilevato pk 1+525

Formazione	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
ec	16	0	22
a coesivo	17.9	8.6	24
a incoerente	20	0	35
Qa	18.6	22	26

La condizione di stabilità più gravosa si individua con il passaggio della superficie di scorrimento circolare passante alla base dello strato di bonifica (in tal caso pari a 100 cm con asportazione dello strato ec a scadenti proprietà meccaniche). In base alle risultanze della campagna di indagini in situ, nell'analisi di stabilità si considera la presenza della falda a circa 3.80 m da p.c.

Per quanto detto, il risultato ottenuto si può pertanto ritenere valido per il tratto compreso tra le progressive 0+990 e 1+840, ove le condizioni geotecniche risultano equivalenti o meno gravose del caso in esame.

Di seguito si riportano, mediante l'ausilio di schede sintetiche, i parametri meccanici e sismici utilizzati nel modello di calcolo e l'output grafico delle verifiche di stabilità.

Si rammenta che nel tratto di interesse, si prevede la realizzazione di rilevati con nucleo centrale in materiale da cava o tal quale e fasce laterali di larghezza pari a 2 metri in materiale stabilizzato.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura I.7: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

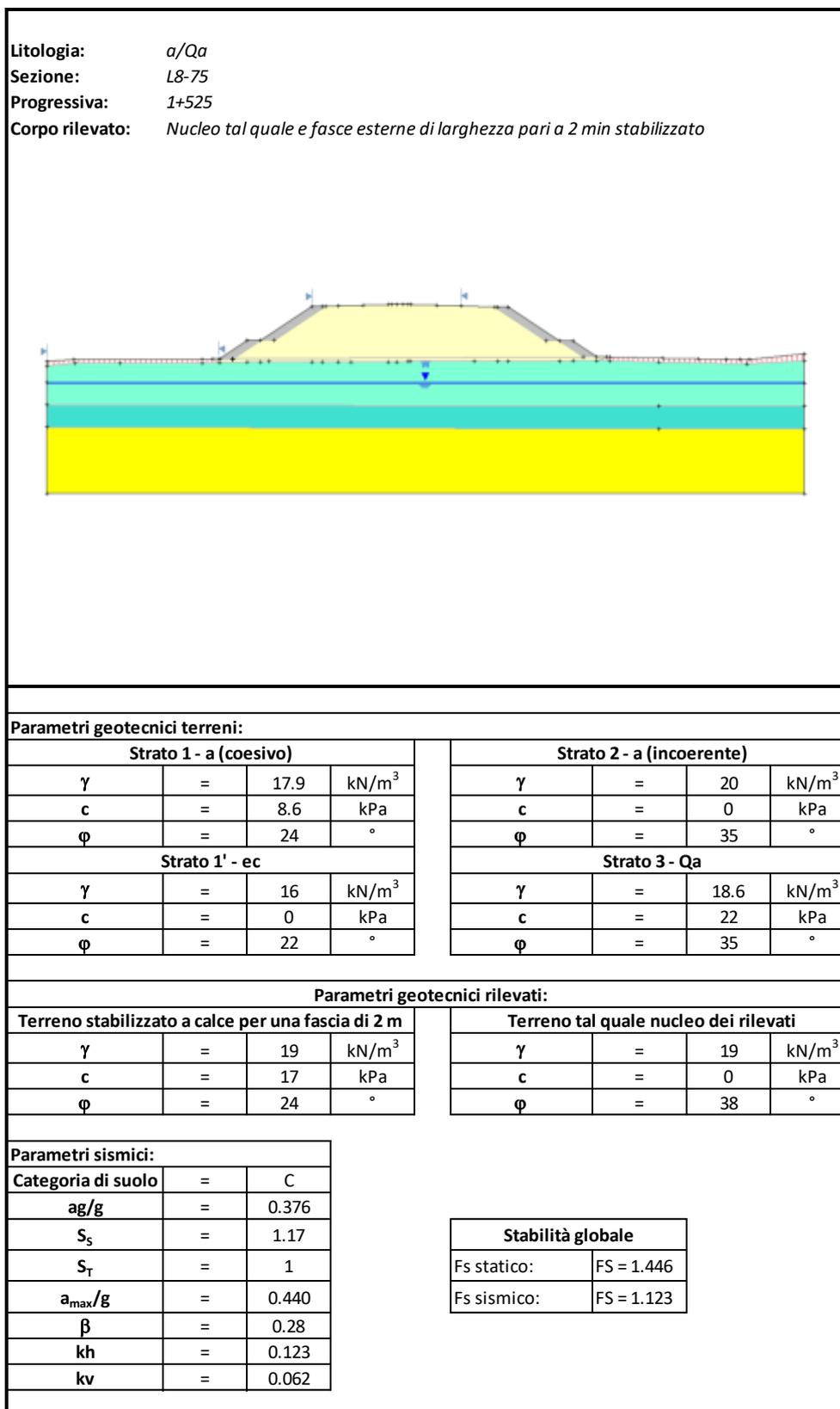
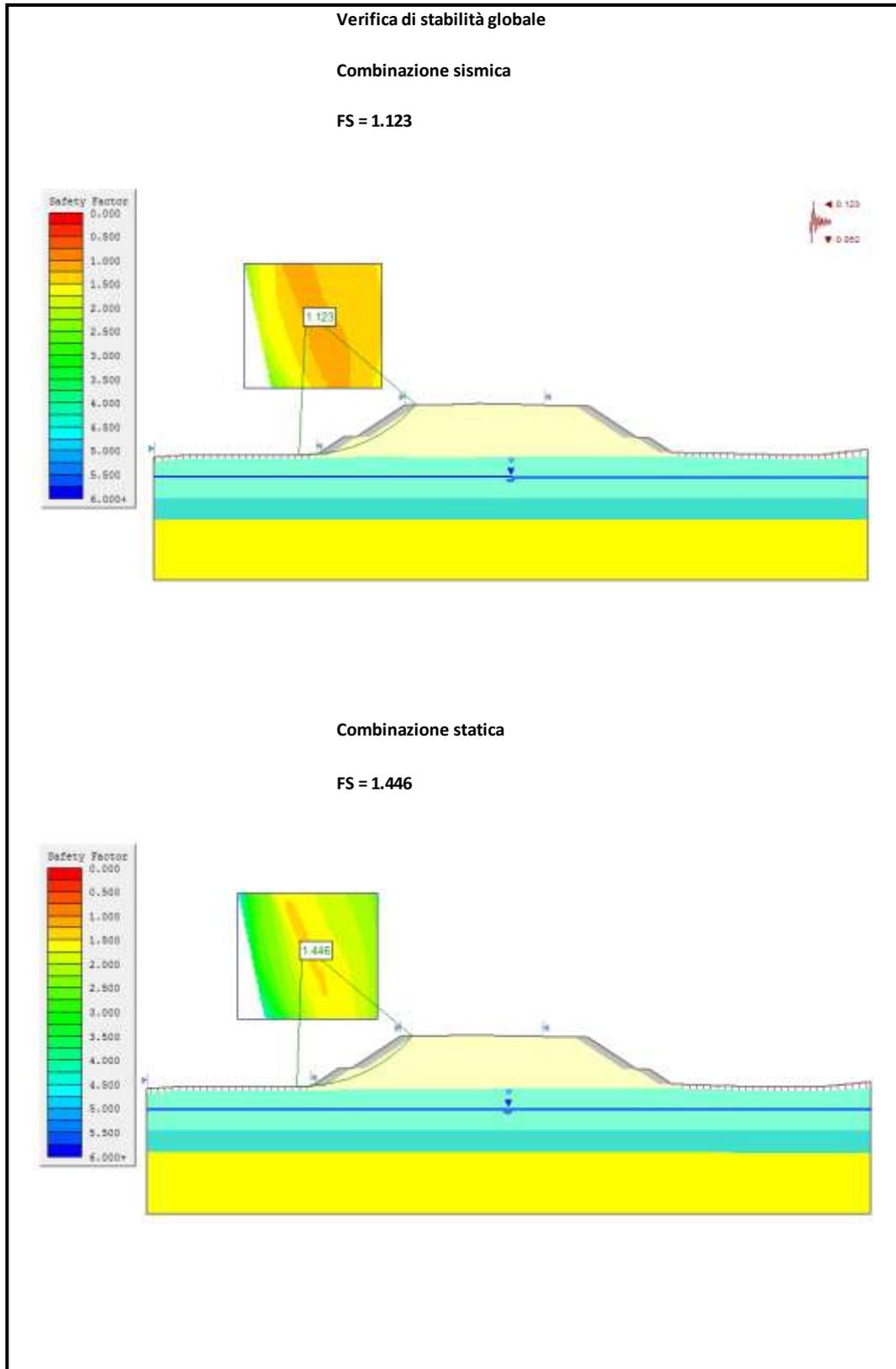


Figura I.8: Output grafico verifiche di stabilità globale



Come si evince dalle figure precedenti, sia in condizione statica che in condizione sismica, le verifiche risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza risulta maggiore del valore previsto dalla normativa (1.10).

I.5 Meccanismo di rottura generale pk 7+625

Il rilevato in oggetto presenta una piano di posa orizzontale sulla formazione a (alluvioni) con parametri di resistenza pari a $\varphi' = 17^\circ$ e $c' = 17.6$ kPa. Al di sotto di tale strato si rinvergono dei terreni prevalentemente argillosi, siltoso-marnosi (Qa) e più in profondità dei terreni di origine vulcanica frammentati a sabbie e limi (Pvs). I valori di resistenza meccanica sono stati desunti dalla caratterizzazione del sondaggio S229.

La condizione di stabilità più gravosa si individua con il passaggio della superficie di scorrimento circolare al di sotto della base dello strato di bonifica (in tal caso pari a 80 cm) per una profondità pari a 0.50 m. In base alle risultanze della campagna di indagini in situ, nell'analisi di stabilità si considera la presenza della falda a 6.10 m da p.c.

Per quanto detto, il risultato ottenuto si può pertanto ritenere valido per diversi tratti così come indicato nella Tabella I.1, ove le condizioni geotecniche risultano equivalenti o meno gravose del caso in esame.

Di seguito si riportano, mediante l'ausilio di schede sintetiche, i parametri meccanici e sismici utilizzati nel modello di calcolo e l'output grafico delle verifiche di stabilità.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura I.9: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

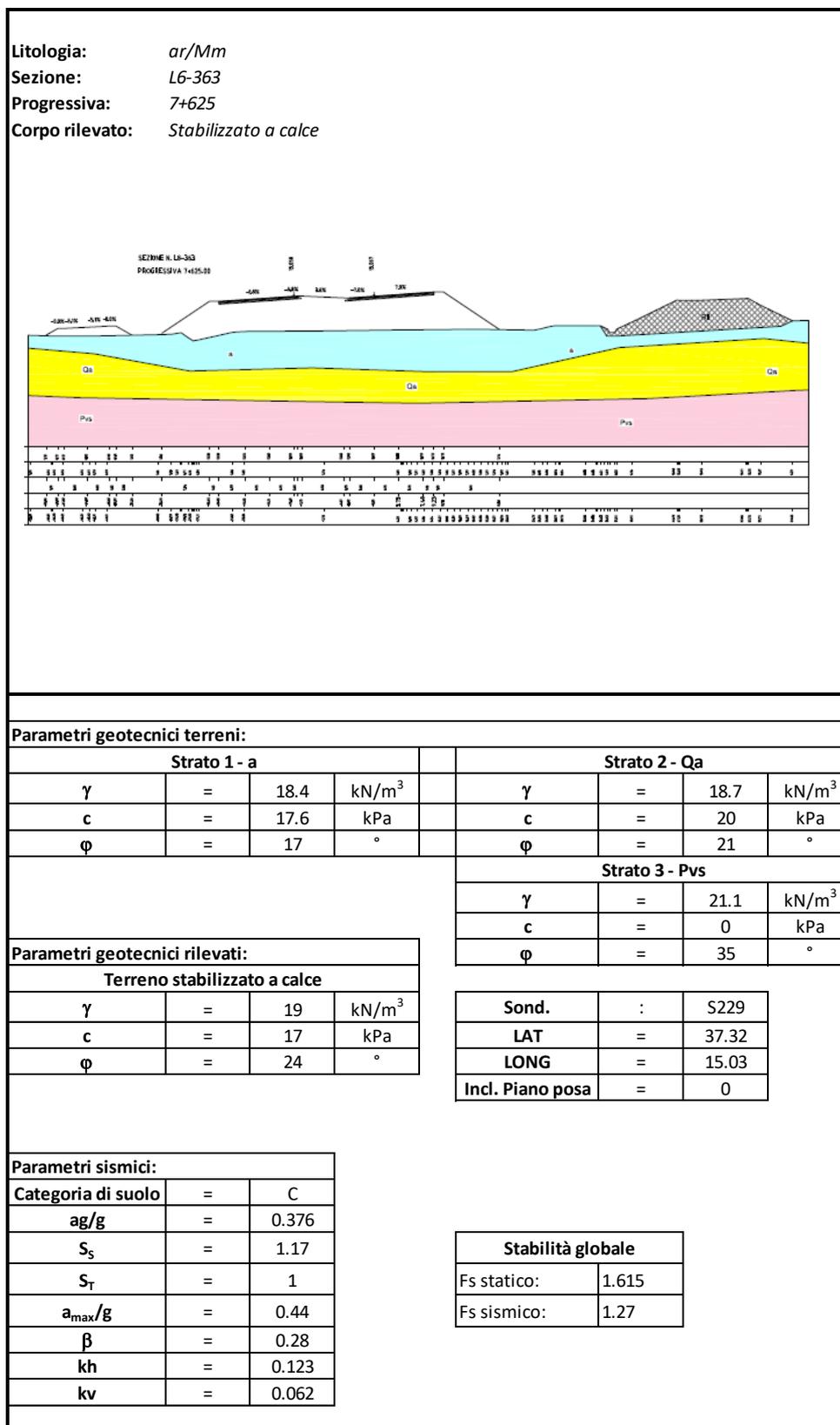
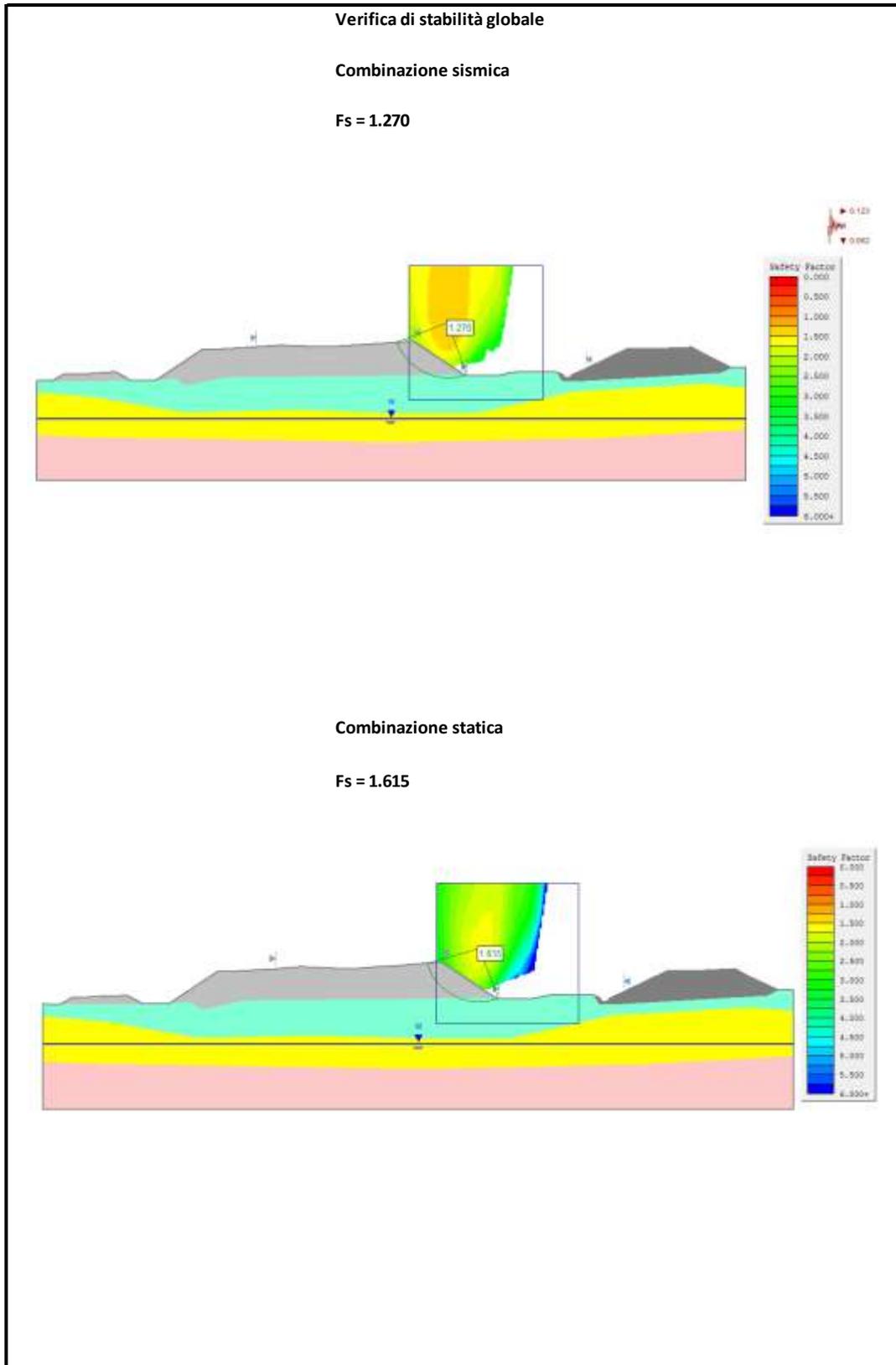


Figura I.10: Output grafico verifiche di stabilità globale



Come si evince dalle figure precedenti, sia in condizione statica che in condizione sismica, le verifiche risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza risulta maggiore del valore previsto dalla normativa (1.10).

I.6 Meccanismo di rottura generale pk 7+700

Il rilevato in oggetto presenta una piano di posa orizzontale sulla formazioni Qa (argille azzurre) e Qc(a) (sabbie e calcareniti) con parametri di resistenza rispettivamente pari a $\varphi' = 21^\circ$ e $c' = 20$ kPa e pari a $\varphi' = 35^\circ$ e $c' = 0$ kPa. Al di sotto di tale strati si rinvengono uno strato costituito da terreni di origine vulcanica (Pv, vulcaniti basiche) e uno strato di vulcaniti basiche frammiste a sabbie e limi (Pvs). I parametri utilizzati nel calcolo sono riferiti all'elaborazione dei risultati dei sondaggi S229 e S230.

La condizione di stabilità più gravosa si individua con il passaggio della superficie di scorrimento circolare al piede del rilevato. In base alle risultanze della campagna di indagini in situ, nell'analisi di stabilità si considera la presenza della falda a 7.20 m da p.c.

Per quanto detto, il risultato ottenuto si può pertanto ritenere valido per diversi tratti così come indicato nella Tabella I.1, ove le condizioni geotecniche risultano equivalenti o meno gravose del caso in esame.

Di seguito si riportano, mediante l'ausilio di schede sintetiche, i parametri meccanici e sismici utilizzati nel modello di calcolo e l'output grafico delle verifiche di stabilità.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati in allegato.

Figura I.11: Parametri di input modello e risultati delle verifiche

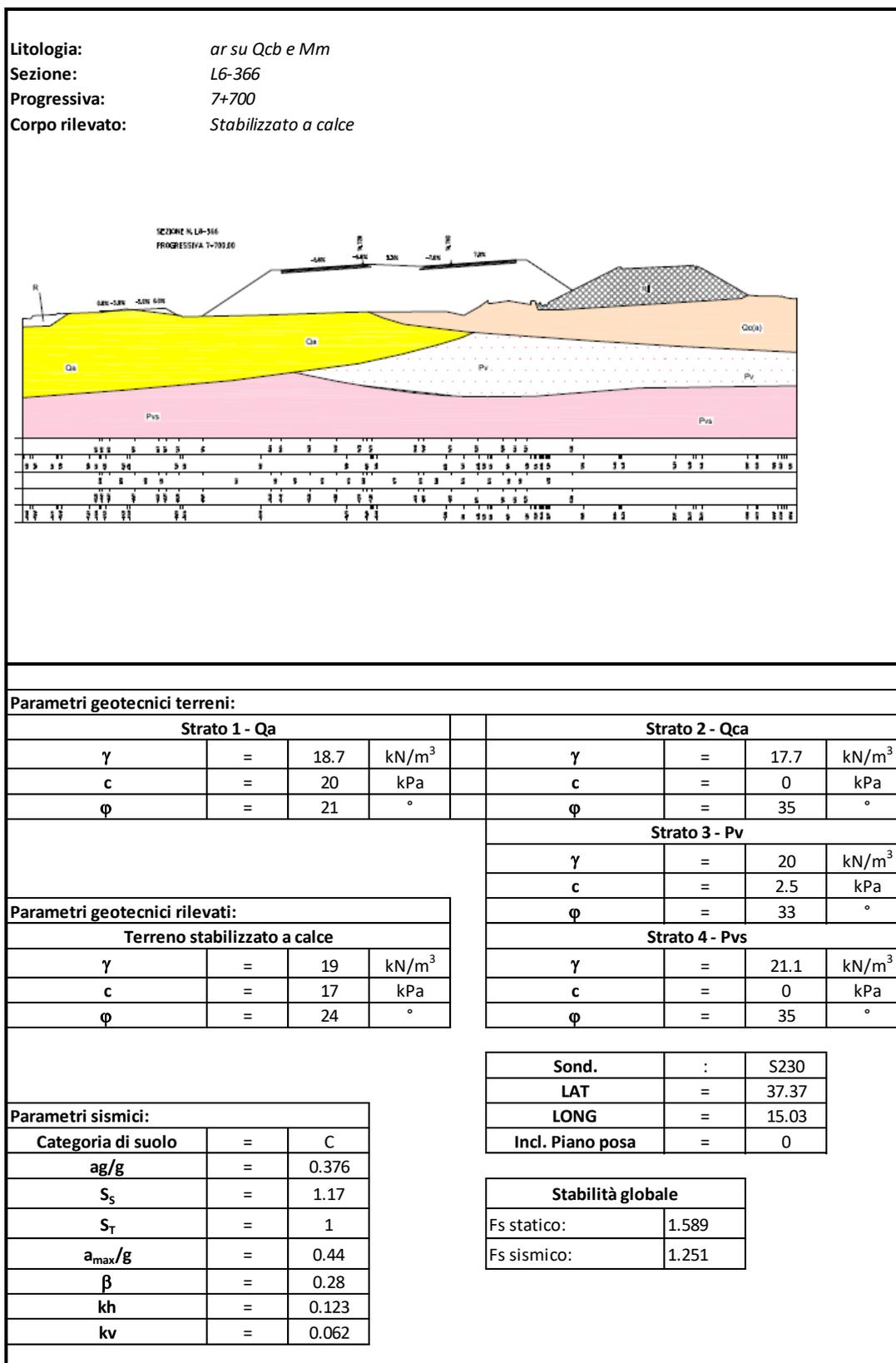
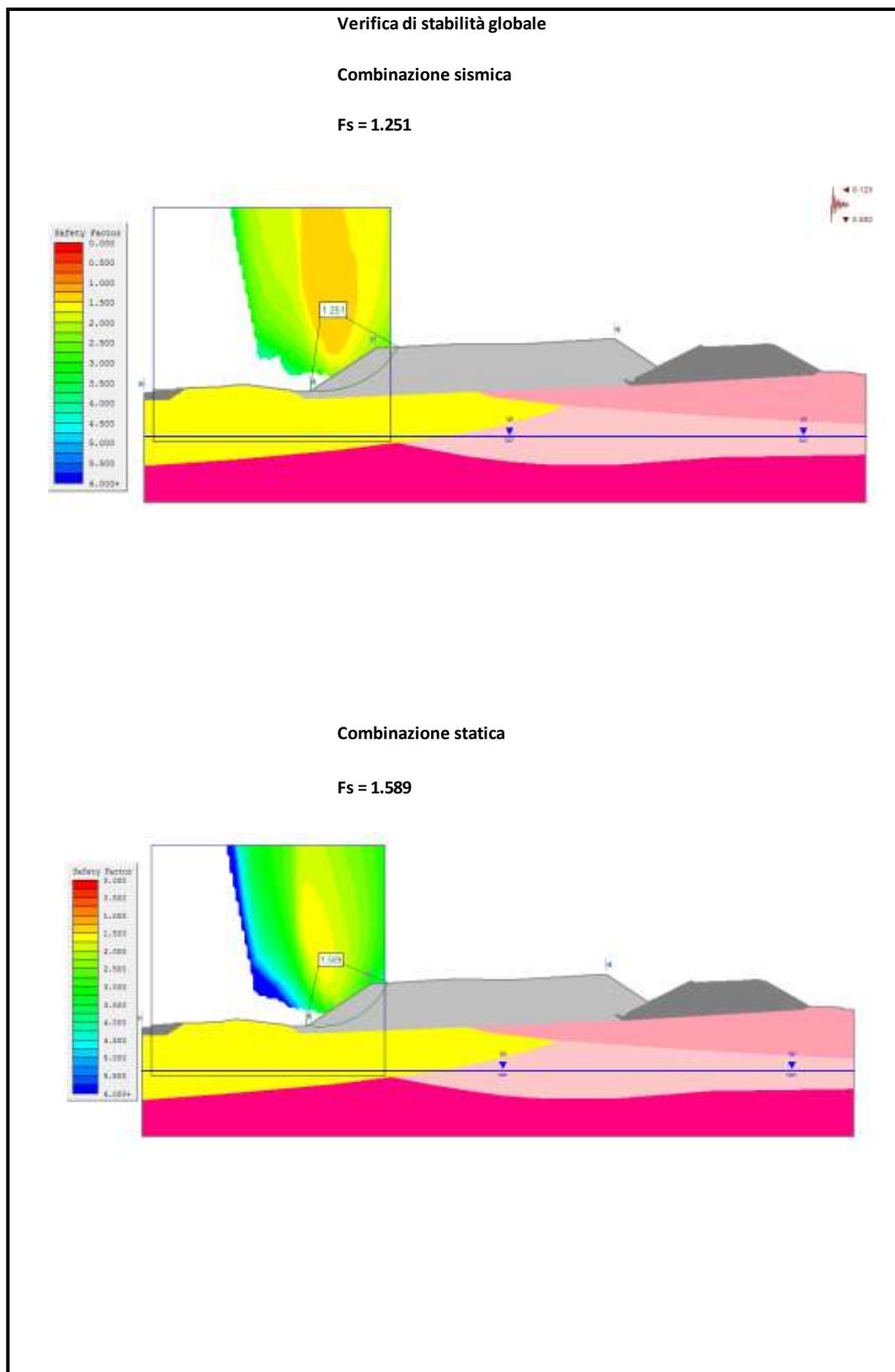


Figura I.12: Output grafico verifiche di stabilità globale



Come si evince dalle figure precedenti, sia in condizione statica che in condizione sismica, le verifiche risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza risulta maggiore del valore previsto dalla normativa (1.10).

I.7 Indicazioni progettuali viabilità secondarie svincoli

Dall'analisi delle sezioni significative relative alle viabilità secondarie e gli svincoli, tutti i casi sono riconducibili a quanto visto per l'asse principale e pertanto non si riportano verifiche specifiche. La pendenza delle scarpate di progetto delle secondarie e dello svincolo n°10 risulta pari a 2/3.5 (V/H) con materiale costituente il rilevato di tipo da cava o proveniente dagli scavi tal quale; la pendenza delle scarpate di progetto delle secondarie n°118 e N°120 e dello svincolo n°9 risulta pari a 2/3 (V/H), con materiale costituente il rilevato di tipo stabilizzato a calce.

J VERIFICA CEDIMENTI DEI RILEVATI

Nel presente capitolo si riporta lo studio dei cedimenti dei rilevati stradali.

Tali analisi sono state condotte su tutti i rilevati presenti nel lotto in esame, in relazione sia alla diversa altezza degli stessi che alla diversa geomorfologia dei terreni di base.

Per una maggiore comprensione, si è preferito riportare soltanto lo studio delle sezioni trasversali più rappresentative, ovvero le più gravose.

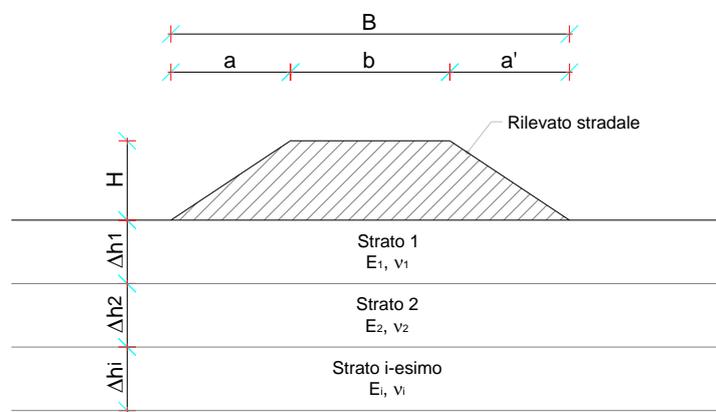
J.1 Criteri di verifica

Considerato che terreni incoerenti e terreni coesivi, sotto l'azione di carichi applicati, presentano un comportamento diverso, si espongono separatamente i metodi di calcolo utilizzati per le analisi dei cedimenti dei rilevati.

Terreni incoerenti

La valutazione dei cedimenti è stata effettuata attraverso la "Teoria dell'elasticità".

Figura J.1: Schema di calcolo del cedimento elastico in condizioni drenate



Tale teoria consiste nel suddividere il terreno di fondazione del rilevato in n strati di spessore Δh_i , quindi nel valutare il cedimento complessivo dalla somma dei cedimenti dei singoli strati secondo l'espressione seguente:

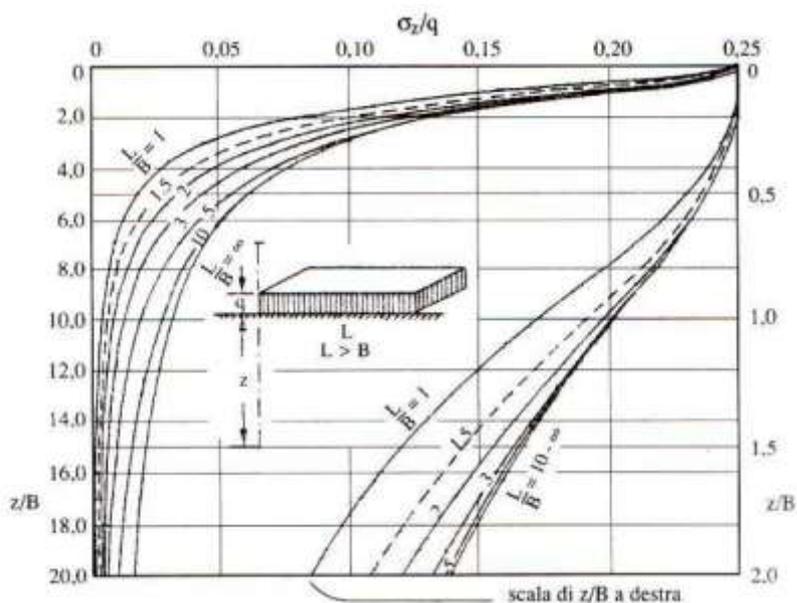
$$w_{tot} = \sum_i w_i = \sum_i \frac{\Delta \sigma_z^i}{E_i} \cdot \Delta H_i$$

dove:

- $\Delta\sigma_z$ = Incremento di tensione verticale indotto dal carico alla profondità z_i
- z_i = Profondità media dal piano di carico dello strato i -esimo considerato
- E_i = Modulo elastico dello strato i -esimo considerato
- ΔH_i = Spessore dello strato i -esimo considerato

L'incremento di tensione indotto dal carico $\Delta\sigma_z$ viene valutato mediante la teoria del semispazio elastico di Boussinesq, in particolare si fa uso dell'abaco di Steinbrenner (1934) valido per i casi generali di carico distribuito uniforme su di un'area rettangolare di lati B ed L ($L > B$) che consentono di valutare le tensioni lungo la verticale passante per il vertice dell'area di carico:

Figura J.2: Abaco di Steinbrenner



Da esse, con semplici operazioni di sovrapposizione degli effetti, è possibile risalire alle tensioni indotte lungo una verticale qualsiasi di un'area di carico rettangolare o comunque scomponibile in rettangoli. L'espressione analitica della tensione è la seguente:

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\arctan \frac{L \cdot B}{c \cdot z} + \frac{L \cdot B \cdot z}{c} \cdot \left(\frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2} \right) \right]$$

dove:

- q = carico distribuito uniforme:
- $m^2 = L^2 + z^2$

$$- \quad n^2 = B^2 + z^2$$

$$- \quad c = \sqrt{L^2 + B^2 + z^2}$$

Nei terreni incoerenti, per la loro elevata permeabilità, il processo di consolidazione è molto rapido per cui i cedimenti distorsionali e volumetrici avvengono contemporaneamente, all'atto di applicazione dei carichi. Per questo motivo tali cedimenti vengono definiti "immediati (w_{imm})".

Terreni coesivi

Nei terreni a grana fine soggetti all'applicazione di un carico, i cedimenti avvengono in parte all'atto stesso del carico, per deformazioni a volume costante dell'insieme scheletro solido-acqua (cedimento immediato o non drenato w_0), ed in parte gradualmente nel tempo a seguito dell'espulsione dell'acqua e della conseguente dissipazione delle sovrappressioni neutre (cedimento di consolidazione w_c). In corrispondenza di un generico tempo t può porsi:

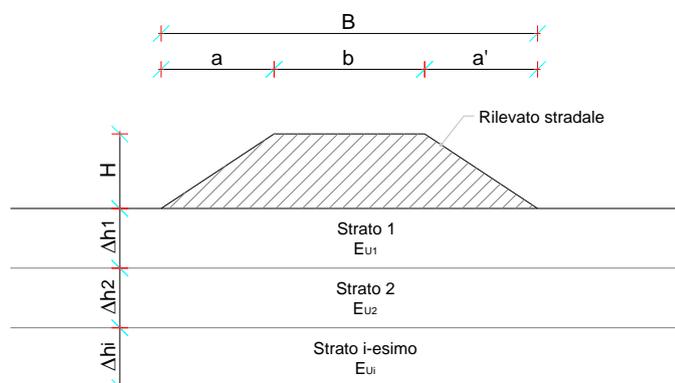
$$w_{tot} = w_0 + U \cdot w_c$$

dove U è il grado di consolidazione e varia nel tempo tra 0 e 1.

Per il calcolo di tale cedimento w_{tot} si applica la teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi.

Tale teoria si basa sulle determinazioni sperimentali di una prova ad espansione laterale impedita (prova edometrica) in cui le deformazioni avvengono solo in direzione verticale senza contrazioni o espansioni orizzontali. Tale ipotesi edometrica risulta tanto migliore quanto più ridotto è il valore del rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la larghezza dell'area di impronta del carico.

Figura J.3: Schema di calcolo del cedimento in condizioni non drenate ed edometrico



Il terreno di fondazione del rilevato viene suddiviso in n strati di spessore Δh_i ed il cedimento complessivo è pari alla somma dei cedimenti dei singoli strati:

$$w_{ed} = \sum_i w_{edi}$$

La relazione si presenta in forma diversa in relazione ai parametri di deformabilità noti. In particolare, noto il modulo edometrico del terreno di fondazione, risulta:

$$w_{edi} = \frac{\Delta \sigma_{zi}}{E_{ed}} \cdot \Delta H_i$$

dove:

- $\Delta \sigma_{zi}$ = Incremento di tensione verticale indotto dal carico alla profondità z_i
- z_i = Profondità media dal piano di carico dello strato i-esimo considerato
- E_{ed} = Modulo edometrico dello strato i-esimo considerato
- ΔH_i = Spessore dello strato i-esimo considerato
- w_{ed} = cedimento edometrico

L'incremento di tensione verticale indotta dal carico $\Delta \sigma_{zi}$ viene valutato mediante gli abachi di Steinbrenner (1934), come descritto al punto precedente.

Padfield e Sharrock (1983), dopo un ampio esame delle evidenze sperimentali, forniscono le seguenti indicazioni:

per terreni sovraconsolidati:

$$w_o = (0.5 \div 0.6) \cdot w_{ed}$$

$$w_c = (0.4 \div 0.5) \cdot w_{ed}$$

$$w_{tot} = w_{ed}$$

per terreni normalconsolidati:

$$w_0 = 0.1 \cdot w_{ed}$$

$$w_c = w_{ed}$$

$$w_{tot} = 1.1 \cdot w_{ed}$$

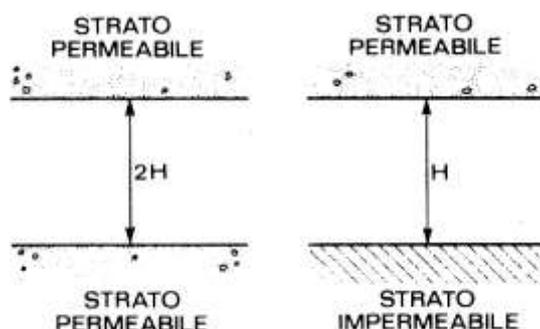
Noto il cedimento totale w_{tot} è possibile risalire al valore del cedimento al tempo t $w(t)$ attraverso la relazione già descritta $w_{tot} = w_0 + w(t) = w_0 + U_v \cdot w_c$.

Il grado di consolidazione è funzione del fattore di tempo adimensionale T_v , che assume la seguente espressione:

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

funzione del tempo t , del coefficiente di consolidazione primaria e del massimo percorso di drenaggio H che dipende dalle condizioni al contorno:

Figura J.4: Condizioni di drenaggio al contorno



Infatti, nel caso in cui lo strato oggetto del processo di consolidazione presenti un singolo contorno drenante, il massimo percorso di drenaggio H coincide con l'intero spessore dello strato. Nei casi, invece, in cui lo strato presenti due contorni drenanti, sia a tetto che a letto dello strato in consolidazione, allora il massimo percorso di drenaggio H è pari alla metà dello spessore dello strato.

Per valutare il valore del grado di consolidazione si fa uso della relazione di Sivaram e Swamee (1977):

$$U_v = \frac{(4 \cdot T_v / \pi)^{0.5}}{\left[1 + \left(\frac{4 \cdot T_v}{\pi} \right)^{2.8} \right]^{0.179}}$$

dove U_v è il grado di consolidazione verticale medio.

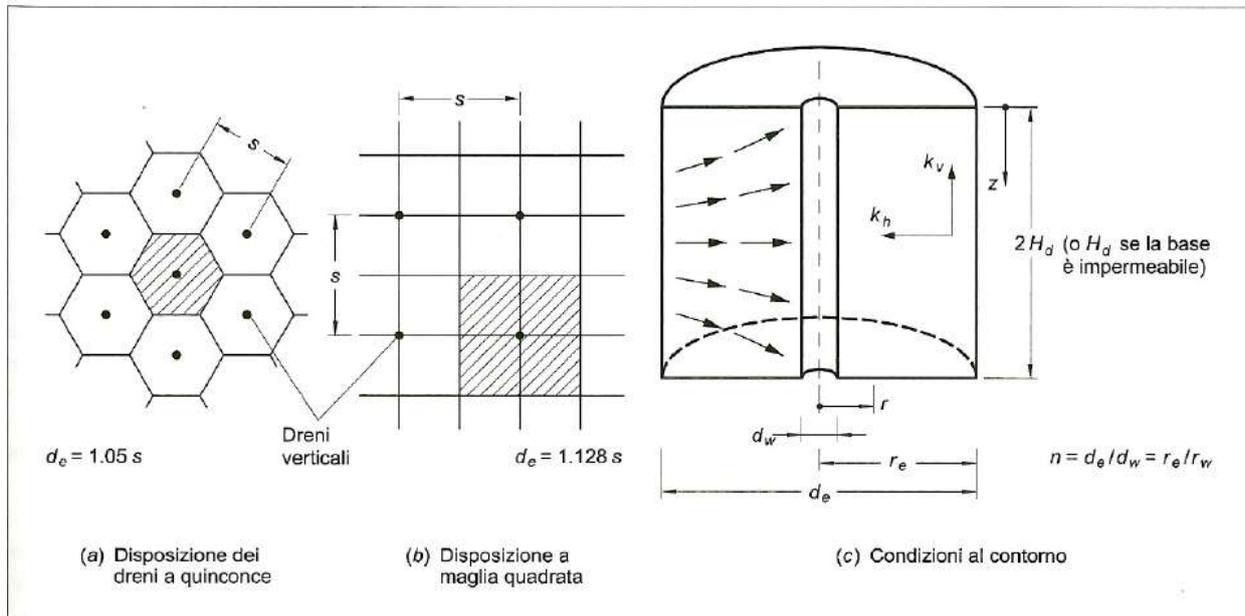
Terreni coesivi con geodreni verticali

Nei casi in cui i tempi di consolidazione risultino eccessivamente lunghi e non gestibili all'interno della tempistica generale del cantiere, si ricorre all'impiego di geodreni verticali che consentano di ridurre il percorso di drenaggio; in aggiunta, poiché la maggior parte dei depositi naturali presenta caratteristiche di anisotropia in termini di conducibilità idraulica ($K_{xx} = K_{yy} \gg K_{zz}$), il flusso in direzione radiale, oltre a essere caratterizzato da gradienti idraulici più pronunciati di quelli che competono al flusso in direzione verticale, beneficia di tale comportamento anisotropo.

Il dimensionamento dei dreni si effettua studiando il processo di consolidazione assialsimmetrico che si verifica in un cilindro equivalente con superficie esterna considerata impermeabile (per simmetria) ed asse coincidente con l'asse del dreno (vedi Figura J.5).

Il processo può essere studiato sovrapponendo la consolidazione verticale verso la (le) superficie limite dello strato, alla consolidazione radiale verso il dreno. Per la prima si rimanda a quanto descritto in precedenza. Il processo di consolidazione radiale è studiato nelle stesse ipotesi della teoria di Terzaghi-Rendulic adottate per il processo di consolidazione verticale.

Figura J.5: Disposizione dei dreni e schema del cilindro equivalente in condizioni di drenaggio assialsimmetriche.



Il grado di consolidazione medio del processo radiale si esprime tramite la seguente espressione (Barron, 1948):

$$U_h = 1 - \exp \left\{ - \frac{8}{F(n)} \cdot T_h \right\}$$

nella quale:

$$T_h = \frac{c_h \cdot t}{d_e^2}$$

funzione del tempo t , del coefficiente di consolidazione in direzione orizzontale c_h e del diametro equivalente d_e del cilindro di terreno interessato dal dreno.

In genere $c_h > c_v$ a causa dell'anisotropia della permeabilità e della struttura stratificata in direzione orizzontale dei terreni naturali, ma spesso, sia per la maggiore difficoltà di determinazione sperimentale di c_h , sia perché il disturbo dovuto alla messa in opera dei dreni prefabbricati riduce la permeabilità orizzontale e quindi c_h , si assume $c_h = c_v$.

Il diametro equivalente del cilindro di terreno che drena, d_e , è assunto pari al diametro del cerchio di area uguale all'area di influenza del dreno per cui:

1. per disposizione a quinconce, con maglia triangolare equilatera di lato s (vedi Figura J.5a):

$$d_e = \sqrt{\frac{6}{\pi \cdot \sqrt{3}}} \cdot s \cong 1.05 \cdot s$$

2. per disposizione a maglia quadrata di lato s (vedi Figura J.5b):

$$d_e = \sqrt{\frac{4}{\pi}} \cdot s \cong 1.13 \cdot s$$

Il fattore $F(n)$ che compare nella formula del grado di consolidazione radiale medio U_h può essere valutato con la seguente espressione:

$$F(n) = \ln(n) - 0.75$$

in cui $n = \frac{d_e}{d_w}$ è il rapporto tra il diametro del cilindro d_e e il diametro del dreno, d_w .

Per il progetto in essere, si impiegheranno geodreni prefabbricati installati per infissione che presentano una sezione lamellare di larghezza $a = 100$ mm ed uno spessore $b = 4$ mm: il diametro equivalente del dreno può essere quindi calcolato tramite la seguente equazione:

$$d_w = \frac{2 \cdot (a + b)}{\pi}$$

Carillo (1942) ha dimostrato che il grado di consolidazione medio U_m del processo combinato di consolidazione verticale e radiale può essere espresso come segue:

$$U_m = 1 - (1 - U_v) \cdot (1 - U_h)$$

nella quale con U_v ed U_h si sono indicati rispettivamente i gradi di consolidazione dei processi verticale e radiale. Tale formula si applica in corrispondenza di un determinato valore del tempo t , cui corrispondono due diversi valori di T_h e T_v . Calcolati i due valori di T , i corrispondenti valori di U si ottengono tramite le espressioni riportate in precedenza.

La verifica dei cedimenti di un rilevato consiste nel valutare i cedimenti residui a partire dalla fine della fase di costruzione del rilevato, in modo da evitare in fase di esercizio abbassamenti dannosi per l'opera infrastrutturale presente.

In sede di analisi, si è stabilito un cedimento massimo totale di 5 cm. Tale limite è stato fissato per i cedimenti residui a fine costruzione del rilevato stradale, il cui periodo in fase di progettazione è stato stimato pari a 6 mesi.

Infine, quale profondità d'influenza del carico in fondazione è stata considerata quella entro la quale la tensione verticale indotta dal carico in fondazione risulta superiore a una data percentuale della tensione litostatica.

J.2 Risultati verifiche dei cedimenti

Le analisi sono state condotte su tutti i rilevati stradali presenti, in relazione sia all'altezza degli stessi che alla geomorfologia dei terreni di base; per semplicità di trattazione, di seguito si riporta la descrizione e le verifiche soltanto delle sezioni trasversali più rappresentative che risultano essere le più gravose in termini di cedimento.

Tabella J.1: Sezioni trasversali dei rilevati più rappresentativi analizzate nelle verifiche dei cedimenti

SEZIONE	PROGRESSIVA
48	1+025
75	1+525
79	1+625
208	3+860
363	7+625
366	7+700

J.2.1 Rilevato da inizio lotto a pk 3+560 circa

Il tratto stradale compreso tra l'inizio del Lotto 8 e la pk 3+560 circa prevede la realizzazione di un rilevato che raggiunge, tra la pk 0+350 circa e la pk 1+700 altezze fino a 8.0 m.

In accordo con quanto riportato nei Profili Geotecnici, il tratto in esame presenta il terreno di fondazione con una stratigrafia omogenea con strati coesivi caratterizzati da bassi valori della permeabilità e giacenti ad una profondità mediamente compresa tra 10÷13 m dal p.c. mentre la falda superficiale si attesta ad una profondità compresa tra 4÷6 m dal p.c.: in tali condizioni diventa pertanto significativo il cedimento di consolidazione che deve essere valutato con attenzione per rispettare il valore limite di cedimento previsto dal capitolato.

Dal momento che il rilevato nel tratto in esame presenta una variabilità di altezza non omogenea lungo lo sviluppo con maggiori altezze in prossimità di opere minori di attraversamento, le verifiche di calcolo dei cedimenti e del loro sviluppo nel tempo sono state eseguite in tutte le sezioni riportate nella tabella seguente

Tabella J.2: Sezioni trasversali di calcolo dei rilevati tra inizio Lotto e pk 3+560

SEZIONE	PROGRESSIVA	H _{media} rilevato [m]
16	0+375	5.5
17	0+400	5.8
19	0+450	6.5
23	0+550	7.0
31	0+750	6.3
34	0+775	6.3
48	1+020	5.5
75	1+525	8.0
79	1+625	7.0

Tutte le verifiche sono disponibili in brogliacci di studio; per brevità di trattazione nel seguito verranno riportate le verifiche delle sole sezioni più significative che risultano essere la sezione L8_55, L8_75 e L8_79, e che possono essere assunte come rappresentative. La valutazione dei cedimenti nel tempo e le azioni da intraprendere per il controllo dei medesimi all'interno delle tempistiche di cantiere sono state distinte in funzione dell'altezza del rilevato in accordo ai seguenti valori:

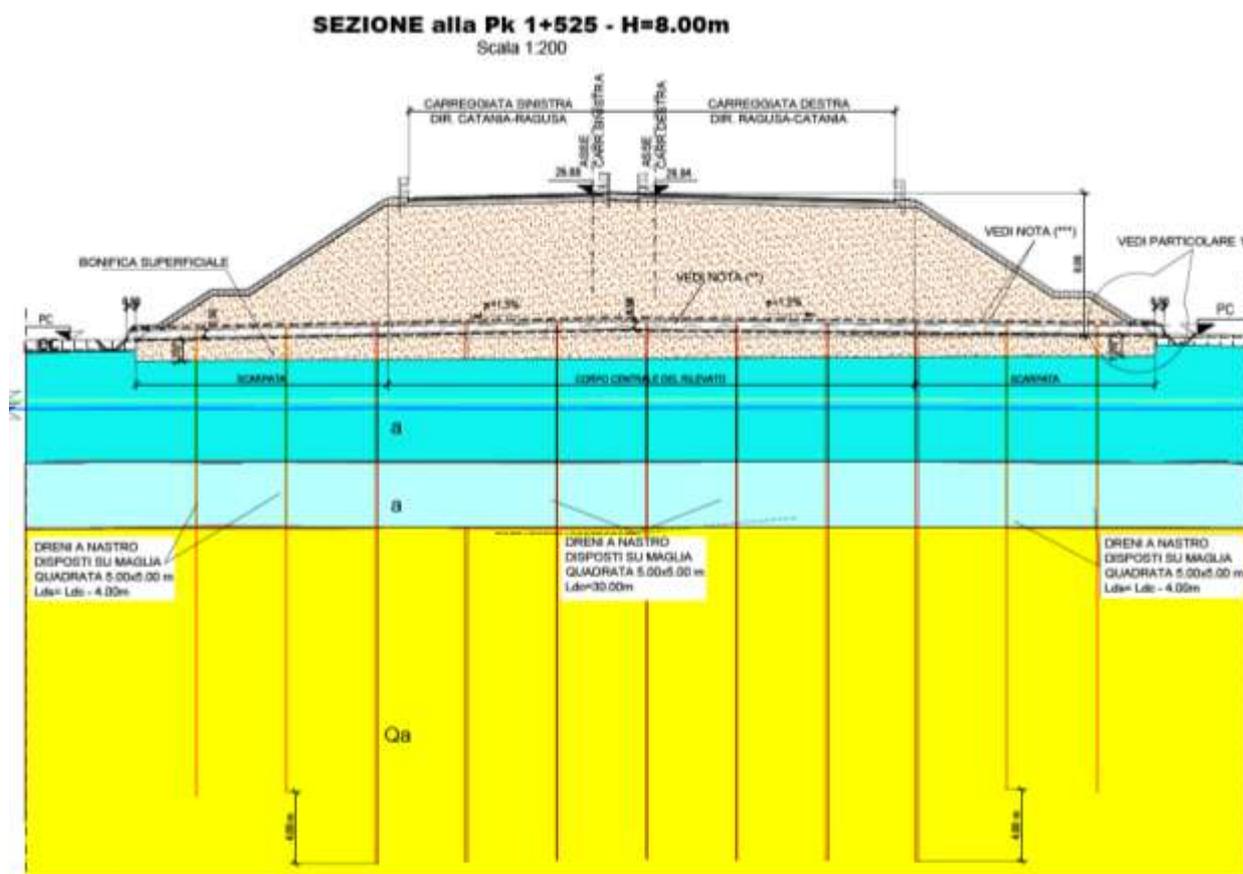
1. Rilevato di altezza $h \leq 5.5$ m (sezione rappresentativa L8_48, pk 1+025). Tale condizione è rappresentativa dei tratti in cui il rilevato presenta un'altezza massima inferiore a 5.5 m. Il rilevato in esame non necessita di interventi di drenaggio in quanto la manifestazione del cedimento di consolidazione può essere trattata, rispettando i valori limite previsti dal capitolato, con una corretta tempistica di cantiere: la sua realizzazione dovrà essere inserita nella prima fase dei lavori relativi al lotto in esame, così da permettere, nell'intervallo di tempo valutato pari a 22 mesi, l'esplicazione di parte del cedimento secondario e assicurare che, dal momento della messa in essere fino al momento degli interventi di manutenzione (ipotizzati a 10 anni), il rilevato ceda di una quantità inferiore a 5 cm (valore limite previsto da capitolato).
2. Rilevato di altezza $5.5 < h \leq 7.0$ m (sezione rappresentativa L8_79, pk 1+625). Tale condizione è rappresentativa dei tratti in cui il rilevato presenta un'altezza media compresa tra 5.5 m e 7.0 m. Il rilevato in esame, pur rispettando il tempo di attesa pari a 22 mesi indicato per il rilevato di altezza paria 5.5 m, presenta un cedimento tra il

momento della messa in essere fino al momento degli interventi di manutenzione superiore al valore limite indicato dal capitolato. Necessita pertanto di un intervento di drenaggio che, sfruttando il tempo di attesa di 22 mesi, può essere limitato ai primi 22 m dal p.c., senza interessare completamente la profondità di influenza del carico in fondazione che raggiunge, per il caso in esame, il valore di circa 47 m. Il drenaggio viene realizzato tramite geodreni prefabbricati verticali a nastro installati per infissione, che presentano una sezione lamellare di larghezza $a = 100$ mm ed uno spessore $b = 4$ mm, disposti a maglia quadrata con dimensioni 5×5 m. Con tale intervento dal momento della messa in essere fino al momento degli interventi di manutenzione il rilevato cede di una quantità inferiore a 5 cm, valore limite previsto da capitolato, come mostrato nelle analisi di calcolo riportate nel seguito.

3. Rilevato di altezza media $7.0 < h \leq 8.0$ m (sezione rappresentativa L8_75, pk 1+525). Tale condizione, riferita all'altezza massima raggiunta dal rilevato nel tratto di Lotto in esame, è rappresentativa dei tratti in cui il rilevato presenta un'altezza media compresa tra 7.0 e 8.0 m. Analogamente al rilevato di altezza pari a 7.0 m, il rilevato in esame necessita di un intervento di drenaggio che, sfruttando il tempo di attesa di 22 mesi, può essere limitato ai primi 30 m dal p.c., senza interessare completamente la profondità di influenza del carico in fondazione che raggiunge il valore di circa 51.0 m. Anche in tal caso il drenaggio è realizzato tramite geodreni prefabbricati verticali a nastro installati per infissione, con sezione lamellare di larghezza $a = 100$ mm ed uno spessore $b = 4$ mm, disposti a maglia quadrata con dimensioni 5×5 m. Con tale intervento dal momento della messa in essere fino al momento degli interventi di manutenzione il rilevato cede di una quantità inferiore a 5 cm, valore limite previsto da capitolato.

Laddove sono previsti interventi di drenaggio, la lunghezza dei geodreni verticali a nastro previsti in progetto è stata definita in accordo allo schema trasversale riportato nella Figura seguente. In ragione dell'andamento trasversale dei cedimenti, che presentano valori massimi al di sotto del corpo centrale del rilevato per poi diminuire in corrispondenza delle scarpate laterali, è possibile, nel rispetto del valore limite di cedimento previsto da capitolato, adottare una lunghezza di progetto dei geodreni al di sotto delle scarpate laterali ridotta di 4 m rispetto a quella ottenuta al di sotto del corpo centrale del rilevato.

Figura J.6: Schema trasversale dei geodreni verticali a nastro



Si riportano nei paragrafi seguenti i dettagli delle verifiche di cedimento per ciascuno dei tre casi significativi.

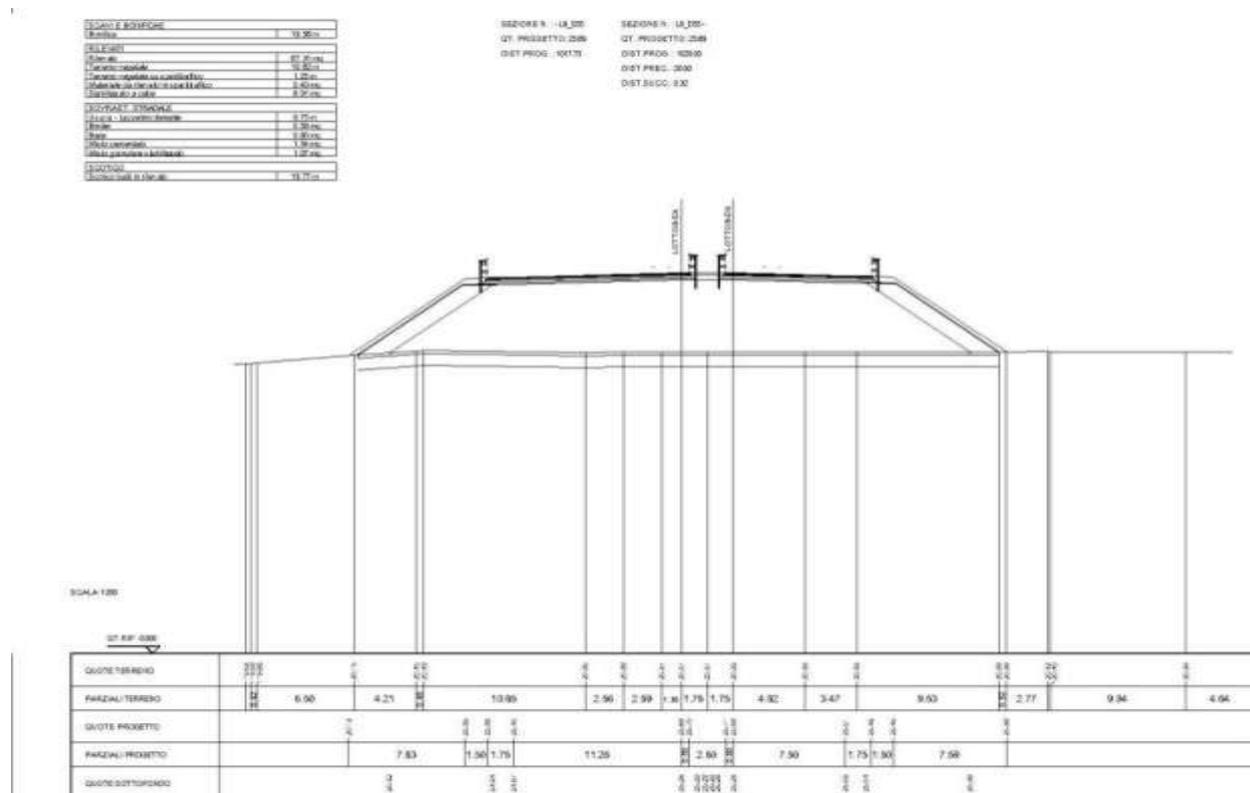
J.2.1.1 Rilevato $h = 5.5$ m, Sez. L8_48 (pk 1+025)

La sezione rappresentativa impiegata nelle analisi di calcolo, è ubicata lungo l'asse principale alla progressiva 1+025.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza trasversale media di circa 5.50 m con la seguente successione stratigrafica:

- bonifica da 0.00÷1.00 m dal p.c.
- limo con argilla sabbioso (LAS) da 1.00÷7.80 m dal p.c.
- ghiaiose sabbiose (GsA) da 7.80÷10.30 m dal p.c.
- argille con limo (A) da 10.30÷39.80 m dal p.c.

Tali informazioni insieme ai parametri geotecnici utilizzati per il calcolo dei cedimenti sono stati ricavati dal sondaggio S212 riportato nella Relazione Geotecnica Generale e illustrata graficamente nei Profili Geotecnici.

Figura J.7: Sezione stradale L8_48



Il livello di falda è stato desunto dalle letture piezometriche effettuate nel sondaggio S212 dalle quali si evince un livello di falda di quasi 4.00m dal p.c.

Ciò premesso, è stata eseguita un'analisi in condizioni drenate negli strati soprafalda e in condizioni non drenate in corrispondenza degli strati coesivi sottofalda. In particolare, per lo strato A è stato utilizzato un valore del coefficiente di permeabilità pari a $k = 2.72E-07$ cm/s, intermedio tra il coefficiente di permeabilità desumibile dal certificato di laboratorio della prova S214-CI2, ovvero $k = 2.71E-09$ cm/s, e il valore di k presente nella prova Le Franc S203, ovvero $k=2.72E-05$ cm/s.

Dalle analisi effettuate si è ottenuto un cedimento residuo a 6 mesi pari a 8.91 cm, superiore ai limiti previsti da capitolato. Pertanto, la sua realizzazione dovrà essere inserita nella prima fase dei lavori relativi al lotto in esame, così da permettere, nell'intervallo di tempo valutato pari a 22 mesi, l'esplicazione di parte del cedimento secondario e assicurare che, dal momento della messa in essere fino al momento degli interventi di manutenzione (ipotizzati a 10 anni), il rilevato ceda di una quantità inferiore a 5 cm, valore limite previsto da capitolato.

Per il rilevato in esame, nell'intervallo temporale anzidetto, è stato riscontrato un cedimento pari a 4.94 cm, ottenuto dalla differenza tra il cedimento a 10 anni pari a 12.61 cm (vedi Figura J.11) e il cedimento a 22 mesi di 7.67 cm (vedi Figura J.12).

Nelle figure seguenti si riportano gli input di calcolo del modello e le relative verifiche.

Figura J.8: Input geotecnico terreno di base rilevato stradale (sez. L8_48)

<i>N° Strato: 1</i>	
Denominazione:	Bonifica
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 0.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 1.00 m
Spessore strato:	$\Delta z = 1.00$ m
Peso specifico:	$\gamma = 19.00$ kN/m ³
Modulo elastico:	E = 30000 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
<i>N° Strato: 2</i>	
Denominazione:	LAS
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 1.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 7.80 m
Spessore strato:	$\Delta z = 6.80$ m
Peso specifico:	$\gamma = 17.90$ kN/m ³
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat} = 17.90$ kN/m ³
Modulo elastico:	E = 13100 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
<i>N° Strato: 3</i>	
Denominazione:	GS
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 7.80 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 10.30 m
Spessore strato:	$\Delta z = 2.50$ m
Peso specifico saturo:	$\gamma_{sat} = 20.00$ kN/m ³
Modulo elastico:	E = 13100 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0

N° Strato: 4

Denominazione:

A

Tipologia stratigrafica:

Non Drenato (E ed)

Profondità iniziale dal p.c.:

ZI = **10.30 m**

Profondità finale dal p.c.:

ZF = **39.80 m**

Spessore strato:

Δz = **29.50 m**

Peso specifico saturo:

ρ_{sat} = **18.60 kN/m³**

Modulo edometrico:

Eed = **15800 kN/m²**

Coefficiente di consolidazione primaria:

cv = **4.3E-06 m²/s**

Grado di sovraconsolidazione:

OCR = **1.0**

Relativamente alla suddivisione dello strato di terreno compressibile in piccoli strati di modesto spessore, come profondità d'influenza del carico in fondazione è stata considerata quella entro la quale la tensione verticale indotta dal carico in fondazione risulta superiore al 15% della tensione litostatica. Tale valore della profondità di influenza nel caso in esame risulta pari a 39.80 m.

Figura J.9: Tabella di calcolo dei cedimenti rilevato stradale (sez. L8_48)

N° strato	zfin con. dal p.p. (m)	zmi con. dal p.p. (m)	n° strato	σ _z (kN/m ²)	σ _z (kN/m ²)	σ _z (kN/m ²)	σ _z +σ _z (kN/m ²)	σ _z (kN/m ²)	Drenato		Non drenato	
									σ _z (kN/m ²)			
1	1.99	1.00	1	19.00	18.91	88.53	105.44	18.91	0.57	-	-	-
2	3.98	2.99	2	17.90	54.53	88.35	140.88	54.53	1.31	-	-	-
3	5.97	4.98	2	7.90	70.25	88.17	158.42	70.25	1.31	-	-	-
4	7.96	6.97	2	7.90	85.97	85.44	171.41	85.97	1.30	-	-	-
5	9.95	8.98	3	10.00	105.87	84.40	190.27	105.87	1.28	-	-	-
6	11.94	10.95	4	8.00	122.98	83.38	208.35	122.98	-	0.10	1.05	1.15
7	13.93	12.94	4	8.00	140.10	81.84	221.74	140.10	-	0.10	1.03	1.13
8	15.92	14.93	4	8.00	157.21	79.72	238.93	157.21	-	0.10	1.00	1.10
9	17.91	16.92	4	8.00	174.32	77.79	252.12	174.32	-	0.10	0.98	1.08
10	19.90	18.91	4	8.00	191.44	75.49	268.93	191.44	-	0.10	0.95	1.05
11	21.89	20.90	4	8.00	208.55	73.14	281.69	208.55	-	0.09	0.92	1.01
12	23.88	22.89	4	8.00	225.67	70.80	298.48	225.67	-	0.09	0.89	0.98
13	25.87	24.88	4	8.00	242.78	68.52	311.30	242.78	-	0.09	0.88	0.95
14	27.86	26.87	4	8.00	259.89	66.25	328.14	259.89	-	0.08	0.83	0.92
15	29.85	28.86	4	8.00	277.01	63.97	340.98	277.01	-	0.08	0.81	0.89
16	31.84	30.85	4	8.00	294.12	61.70	355.82	294.12	-	0.08	0.78	0.85
17	33.83	32.84	4	8.00	311.24	59.43	370.66	311.24	-	0.07	0.75	0.82
18	35.82	34.83	4	8.00	328.35	57.30	385.65	328.35	-	0.07	0.72	0.79
19	37.81	36.82	4	8.00	345.46	55.51	400.98	345.46	-	0.07	0.70	0.77
20	39.80	38.81	4	8.00	362.58	53.72	418.30	362.58	-	0.07	0.68	0.74

Cedimento finale del terreno: $w_f = 20.02$ cm

Legenda:

zfin = Profondità finale del tratto dal p.p.

σ_z = Tensione di carico

Δw_{ed} = Cedimento edometrico

zmi = Profondità media del tratto dal p.p.

σ'_z = Tensione di preconsolidamento

Δw_{nd} = Cedimento totale

ρ^* = peso specifico effettivo del tratto

Δw_{med} = Cedimento immediato

wf = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

σ'_z = Tensione verticale efficace

Figura J.10: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a $t = 6$ mesi (sez. L8_48)

Tempo di riferimento = $t = 6.0$ mesi
 $1.56E+07$ sec

N° strato	Tipo strato	wc (cm)	wimm (cm)	wtot (cm)	Drenaggio (t, 2)	Tv	Um	w(t) (cm)	wres (cm)
1	Drenato	0.00	0.57	0.57	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.31	1.31	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.31	1.31	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.30	1.30	1	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	1.28	1.28	1	-	-	-	-
4	ND + consolidazione	1.05	0.10	1.15	1	0.08	0.31	0.33	0.72
4	ND + consolidazione	1.03	0.10	1.13	1	0.08	0.31	0.32	0.71
4	ND + consolidazione	1.00	0.10	1.10	1	0.08	0.31	0.31	0.69
4	ND + consolidazione	0.98	0.10	1.08	1	0.08	0.31	0.31	0.67
4	ND + consolidazione	0.95	0.10	1.05	1	0.08	0.31	0.30	0.65
4	ND + consolidazione	0.92	0.09	1.01	1	0.08	0.31	0.29	0.63
4	ND + consolidazione	0.89	0.09	0.98	1	0.08	0.31	0.28	0.61
4	ND + consolidazione	0.86	0.09	0.95	1	0.08	0.31	0.27	0.59
4	ND + consolidazione	0.83	0.08	0.92	1	0.08	0.31	0.26	0.57
4	ND + consolidazione	0.81	0.08	0.89	1	0.08	0.31	0.25	0.55
4	ND + consolidazione	0.78	0.08	0.85	1	0.08	0.31	0.24	0.53
4	ND + consolidazione	0.75	0.07	0.82	1	0.08	0.31	0.23	0.51
4	ND + consolidazione	0.72	0.07	0.79	1	0.08	0.31	0.23	0.50
4	ND + consolidazione	0.70	0.07	0.77	1	0.08	0.31	0.22	0.48
4	ND + consolidazione	0.68	0.07	0.74	1	0.08	0.31	0.21	0.47
Somma =		12.95	7.07	20.02				4.05	8.91

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

wc = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

wres = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.11: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a $t = 10$ anni (sez. L8_48)

Tempo di riferimento = $t = 120.0$ mesi
 $3.11E+08$ sec

N° strato	Tipo strato	wc (cm)	wimm (cm)	wtot (cm)	Drenaggio (t, 2)	Tv	Um	w(t) (cm)	wres (cm)
1	Drenato	0.00	0.57	0.57	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.31	1.31	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.31	1.31	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.30	1.30	1	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	1.28	1.28	1	-	-	-	-
4	ND + consolidazione	1.05	0.10	1.15	1	1.53	0.97	1.02	0.03
4	ND + consolidazione	1.03	0.10	1.13	1	1.53	0.97	1.00	0.03
4	ND + consolidazione	1.00	0.10	1.10	1	1.53	0.97	0.98	0.03
4	ND + consolidazione	0.98	0.10	1.08	1	1.53	0.97	0.95	0.03
4	ND + consolidazione	0.95	0.10	1.05	1	1.53	0.97	0.93	0.02
4	ND + consolidazione	0.92	0.09	1.01	1	1.53	0.97	0.90	0.02
4	ND + consolidazione	0.89	0.09	0.98	1	1.53	0.97	0.87	0.02
4	ND + consolidazione	0.86	0.09	0.95	1	1.53	0.97	0.84	0.02
4	ND + consolidazione	0.83	0.08	0.92	1	1.53	0.97	0.81	0.02
4	ND + consolidazione	0.81	0.08	0.89	1	1.53	0.97	0.78	0.02
4	ND + consolidazione	0.78	0.08	0.85	1	1.53	0.97	0.76	0.02
4	ND + consolidazione	0.75	0.07	0.82	1	1.53	0.97	0.73	0.02
4	ND + consolidazione	0.72	0.07	0.79	1	1.53	0.97	0.70	0.02
4	ND + consolidazione	0.70	0.07	0.77	1	1.53	0.97	0.68	0.02
4	ND + consolidazione	0.68	0.07	0.74	1	1.53	0.97	0.66	0.02
Somma =		12.95	7.07	20.02				12.61	0.34

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

wc = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo *t*

wres = Cedimento residuo dello strato al tempo *t*

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.12: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a $t = 22$ mesi (sez. L8_48)

Tempo di riferimento = $t = 22.0$ mesi
5.70E+07 sec

N° strato	Tipo strato	wc (cm)	wimm (cm)	wtot (cm)	Drenaggio (t, 2)	Tv	Um	w(t) (cm)	wres (cm)
1	Drenato	0.00	0.57	0.57	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.31	1.31	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.31	1.31	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.30	1.30	1	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	1.28	1.28	1	-	-	-	-
4	ND + consolidazione	1.05	0.10	1.15	1	0.28	0.59	0.62	0.43
4	ND + consolidazione	1.03	0.10	1.13	1	0.28	0.59	0.61	0.42
4	ND + consolidazione	1.00	0.10	1.10	1	0.28	0.59	0.59	0.41
4	ND + consolidazione	0.98	0.10	1.08	1	0.28	0.59	0.58	0.40
4	ND + consolidazione	0.95	0.10	1.05	1	0.28	0.59	0.56	0.39
4	ND + consolidazione	0.92	0.09	1.01	1	0.28	0.59	0.55	0.38
4	ND + consolidazione	0.89	0.09	0.98	1	0.28	0.59	0.53	0.36
4	ND + consolidazione	0.86	0.09	0.95	1	0.28	0.59	0.51	0.35
4	ND + consolidazione	0.83	0.08	0.92	1	0.28	0.59	0.49	0.34
4	ND + consolidazione	0.81	0.08	0.89	1	0.28	0.59	0.48	0.33
4	ND + consolidazione	0.78	0.08	0.85	1	0.28	0.59	0.46	0.32
4	ND + consolidazione	0.75	0.07	0.82	1	0.28	0.59	0.44	0.31
4	ND + consolidazione	0.72	0.07	0.79	1	0.28	0.59	0.43	0.29
4	ND + consolidazione	0.70	0.07	0.77	1	0.28	0.59	0.41	0.28
4	ND + consolidazione	0.68	0.07	0.74	1	0.28	0.59	0.40	0.28
Somma =		12.95	7.07	20.02				7.67	5.28

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

wc = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

wres = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

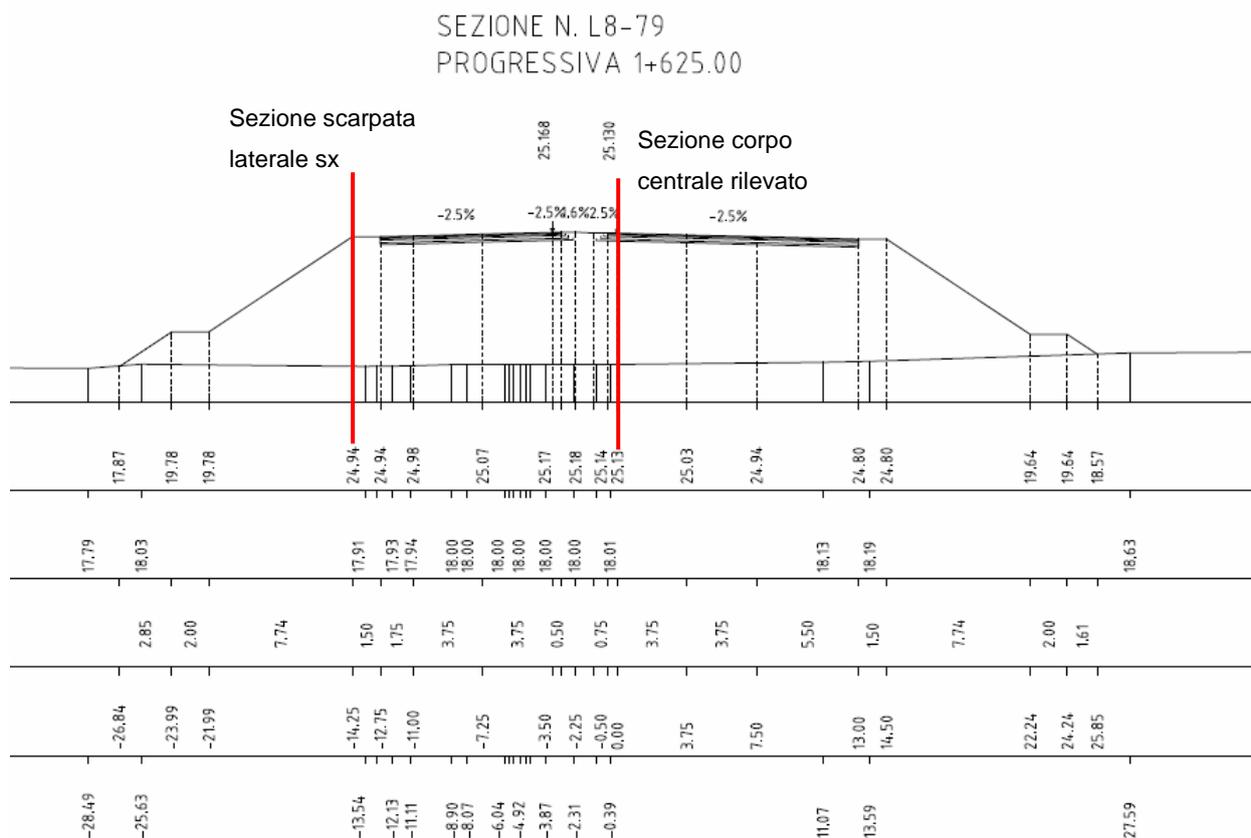
J.2.1.2 Rilevato $h = 7.0$ m Sez. L8_79 (pk 1+625)

La sezione presa a riferimento per le analisi geotecniche è localizzata alla progressiva 1+625.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza media trasversale di circa 7.00 m con la seguente successione stratigrafica che, considerando l'omogeneità del Profilo Geotecnico per il tratto di lotto in esame, risulta, a meno degli spessori dei singoli strati, analoga a quella indicata per il rilevato alla pk 1+025 (sez. L8_48):

- bonifica da 0.00÷1.00 m dal p.c.
- limo con argilla sabbioso (LAS) da 1.00÷7.00 m dal p.c.
- ghiaie sabbiose (GsA) da 7.00÷10.70 m dal p.c.
- argille con limo (A) da 10.70÷52.00 m dal p.c.

I parametri geotecnici utilizzati per il calcolo dei cedimenti dei singoli strati sono stati ricavati dal sondaggio S212 riportato nella Relazione Geotecnica Generale e illustrato graficamente nei Profili Geotecnici.

Figura J.13: Sezione stradale L8_79



Il livello di falda è stato desunto dalle letture piezometriche effettuate nel sondaggio S212 dalle quali si evince un livello di falda di quasi 4.00m dal p.c.

Ciò premesso, è stata eseguita un'analisi in condizioni drenate negli strati soprafalda e in condizioni non drenate in corrispondenza degli strati coesivi sottofalda. Così come già indicato per la sezione L8_48, per lo strato A è stato utilizzato un valore del coefficiente di permeabilità pari a $k = 2.72E-07$ cm/s, intermedio tra il coefficiente di permeabilità desumibile dal certificato di laboratorio della prova S214-CI2 e il valore di k presente nella prova Le Franc S203.

Ipotizzando, in analogia a quanto indicato per il rilevato di altezza 5.5 m (sez. L8_48), la realizzazione del rilevato nella prima fase dei lavori relativi al lotto in esame, si permette,

nell'intervallo di tempo valutato pari a 22 mesi, l'esplicazione di parte del cedimento secondario. Dal momento della messa in opera fino al momento degli interventi di manutenzione (ipotizzati a 10 anni), il rilevato cede tuttavia di una quantità superiore a 5 cm, valore limite previsto da capitolato. Infatti nell'intervallo temporale anzidetto è stato riscontrato un cedimento pari a 7.85 cm, ottenuto dalla differenza tra il cedimento a 10 anni pari a 14.34 cm (Figura J.16) e il cedimento a 22 mesi di 6.49 cm (Figura J.17).

Nelle figure seguenti si riportano gli input di calcolo del modello e i risultati ottenuti in assenza di interventi di drenaggio.

Figura J.14: Input geotecnico terreno di base rilevato stradale (sez. L8_79)

N° Strato: 1

Denominazione:		Bonifica
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	0.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	1.00 m
Spessore strato:	ΔZ =	1.00 m
Peso specifico:	γ =	19.00 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	19.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	30000 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

N° Strato: 2

Denominazione:		LAS
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	1.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	7.00 m
Spessore strato:	ΔZ =	6.00 m
Peso specifico:	γ =	17.90 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	17.90 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	13100 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

N° Strato: 3

Denominazione:		GD
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	7.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	10.70 m
Spessore strato:	ΔZ =	3.70 m
Peso specifico:	γ =	20.00 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	20.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	13100 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

N° Strato: 4

Denominazione:		A
Tipologia stratigrafica:		Non Drenato (Eed)
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	10.70 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	52.00 m
Spessore strato:	ΔZ =	41.30 m
Peso specifico:	γ =	18.60 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	18.60 kN/m ³
Modulo edometrico:	Eed =	15800 kN/m ²
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv =	4.3E-06 m ² /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

Relativamente alla suddivisione dello strato di terreno compressibile in piccoli strati di modesto spessore, come profondità d'influenza del carico in fondazione è stata considerata quella entro la quale la tensione verticale indotta dal carico in fondazione risulta superiore al 15% della tensione litostatica. Tale valore della profondità di influenza nel caso in esame risulta pari a 46.90 m.

Figura J.15: Tabella di calcolo dei cedimenti rilevato stradale (sez. L8_79)

N° tratto	zfin con. dal p.p. (m)	zm con. dal p.p. (m)	n° strato	γ^* (kN/m ³)	σ'_{v0} (kN/m ²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	σ'_p (kN/m ²)	Drenato	Non drenato		
									Δw_{imm} (cm)	Δw_{ed} (cm)	Δw_{imm} (cm)	Δw_{tot} (cm)
1	2.35	1.17	2	17.90	20.99	102.73	123.72	20.99	1.84	-	-	-
2	4.69	3.52	2	17.90	62.96	102.52	165.48	62.96	1.84	-	-	-
3	7.04	5.86	2	7.90	81.49	102.30	183.79	81.49	1.83	-	-	-
4	9.38	8.21	3	10.00	104.94	101.44	206.38	104.94	1.82	-	-	-
5	11.73	10.55	3	10.00	128.39	100.21	228.60	128.39	1.79	-	-	-
6	14.07	12.90	4	8.60	148.56	98.98	247.53	148.56	-	1.47	0.15	1.62
7	16.42	15.24	4	8.60	168.72	96.94	265.66	168.72	-	1.44	0.14	1.58
8	18.76	17.59	4	8.60	188.89	94.66	283.55	188.89	-	1.40	0.14	1.55
9	21.11	19.93	4	8.60	209.06	92.38	301.44	209.06	-	1.37	0.14	1.51
10	23.45	22.28	4	8.60	229.22	89.65	318.87	229.22	-	1.33	0.13	1.46
11	25.80	24.62	4	8.60	249.39	86.87	336.26	249.39	-	1.29	0.13	1.42
12	28.14	26.97	4	8.60	269.56	84.09	353.64	269.56	-	1.25	0.12	1.37
13	30.49	29.31	4	8.60	289.72	81.39	371.11	289.72	-	1.21	0.12	1.33
14	32.83	31.66	4	8.60	309.89	78.69	388.59	309.89	-	1.17	0.12	1.28
15	35.18	34.00	4	8.60	330.06	76.00	406.06	330.06	-	1.13	0.11	1.24
16	37.52	36.35	4	8.60	350.23	73.30	423.53	350.23	-	1.09	0.11	1.20
17	39.87	38.69	4	8.60	370.39	70.60	441.00	370.39	-	1.05	0.10	1.15
18	42.21	41.04	4	8.60	390.56	68.07	458.63	390.56	-	1.01	0.10	1.11
19	44.56	43.38	4	8.60	410.73	65.95	476.68	410.73	-	0.98	0.10	1.08
20	46.90	45.73	4	8.60	430.89	63.83	494.72	430.89	-	0.95	0.09	1.04

Cedimento finale del terreno:

$$w_f = 29.06 \text{ cm}$$

Legenda:

zfin = Profondità finale del tratto dal p.p.

zm = Profondità media del tratto dal p.p.

γ^* = peso specifico effettivo del tratto

σ'_{v0} = Tensione verticale efficace

$\Delta\sigma_z$ = Variazione di carico

σ'_p = Tensione di preconsolidamento

Δw_{imm} = Cedimento immediato

Δw_{ed} = Cedimento edometrico

Δw_{tot} = Cedimento totale

wf = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

Figura J.16: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a $t = 10$ anni (sez. L8_79) senza dreni

Tempo di riferimento = $t = 120.0$ mesi
3.11E+08 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w_c (cm)	w_{imm} (cm)	w_{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	T_v	U_v	T_h	U_h	U_m	$w(t)$ (cm)	w_{res} (cm)
2	1.17	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.52	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	5.86	Drenato	0.00	1.83	1.83	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.21	Drenato	0.00	1.82	1.82	1	-	-	-	-	-	-	-
3	10.55	Drenato	0.00	1.79	1.79	1	-	-	-	-	-	-	-
4	12.90	Non Drenato (Eed)	1.47	0.15	1.62	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.16	0.31
4	15.24	Non Drenato (Eed)	1.44	0.14	1.58	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.14	0.30
4	17.59	Non Drenato (Eed)	1.40	0.14	1.55	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.11	0.29
4	19.93	Non Drenato (Eed)	1.37	0.14	1.51	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.08	0.29
4	22.28	Non Drenato (Eed)	1.33	0.13	1.46	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.05	0.28
4	24.62	Non Drenato (Eed)	1.29	0.13	1.42	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.02	0.27
4	26.97	Non Drenato (Eed)	1.25	0.12	1.37	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.99	0.26
4	29.31	Non Drenato (Eed)	1.21	0.12	1.33	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.96	0.25
4	31.66	Non Drenato (Eed)	1.17	0.12	1.28	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.92	0.24
4	34.00	Non Drenato (Eed)	1.13	0.11	1.24	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.89	0.24
4	36.35	Non Drenato (Eed)	1.09	0.11	1.20	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.86	0.23
4	38.69	Non Drenato (Eed)	1.05	0.10	1.15	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.83	0.22
4	41.04	Non Drenato (Eed)	1.01	0.10	1.11	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.80	0.21
4	43.38	Non Drenato (Eed)	0.98	0.10	1.08	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.77	0.20
4	45.73	Non Drenato (Eed)	0.95	0.09	1.04	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.75	0.20
Somma =			18.13	10.93	29.06							14.34	3.78

Legenda:

T_v = Fattore di tempo adimensionalizzato

U_m = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

$w(t)$ = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.17: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 22 mesi (sez. L8_79) senza dreni

Tempo di riferimento = t = **22.0** mesi
5.70E+07 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.17	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.52	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	5.86	Drenato	0.00	1.83	1.83	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.21	Drenato	0.00	1.82	1.82	1	-	-	-	-	-	-	-
3	10.55	Drenato	0.00	1.79	1.79	1	-	-	-	-	-	-	-
4	12.90	Non Drenato (Eed)	1.47	0.15	1.62	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.53	0.94
4	15.24	Non Drenato (Eed)	1.44	0.14	1.58	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.52	0.92
4	17.59	Non Drenato (Eed)	1.40	0.14	1.55	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.50	0.90
4	19.93	Non Drenato (Eed)	1.37	0.14	1.51	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.49	0.88
4	22.28	Non Drenato (Eed)	1.33	0.13	1.46	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.48	0.85
4	24.62	Non Drenato (Eed)	1.29	0.13	1.42	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.46	0.83
4	26.97	Non Drenato (Eed)	1.25	0.12	1.37	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.45	0.80
4	29.31	Non Drenato (Eed)	1.21	0.12	1.33	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.43	0.78
4	31.66	Non Drenato (Eed)	1.17	0.12	1.28	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.42	0.75
4	34.00	Non Drenato (Eed)	1.13	0.11	1.24	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.40	0.72
4	36.35	Non Drenato (Eed)	1.09	0.11	1.20	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.39	0.70
4	38.69	Non Drenato (Eed)	1.05	0.10	1.15	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.38	0.67
4	41.04	Non Drenato (Eed)	1.01	0.10	1.11	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.36	0.65
4	43.38	Non Drenato (Eed)	0.98	0.10	1.08	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.35	0.63
4	45.73	Non Drenato (Eed)	0.95	0.09	1.04	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.34	0.61
Somma =			18.13	10.93	29.06							6.49	11.63

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Considerando che, dal momento della messa in essere fino al momento degli interventi di manutenzione (a 10 anni), il rilevato cede di una quantità superiore al valore limite previsto da capitolato, occorre prevedere degli interventi di drenaggio che possano accelerare il processo di consolidazione nei primi 22 mesi di vita dell'opera assunti come riferimento.

A tal fine si prevede di realizzare geodreni verticali a nastro di dimensioni 100x4 mm, con una profondità di drenaggio pari a 22 m e una disposizione a maglia quadrata di dimensioni 5x5 m. Considerando che il terreno di fondazione del rilevato è stato suddiviso in 20 sottostrati, nel foglio di calcolo dei cedimenti di consolidazione è stata inserita, per ragioni numeriche, una profondità di calcolo pari a 22.3 m, necessaria per poter valutare una profondità di drenaggio pari a 22 m ipotizzata in fase di progettazione dei dreni verticali.

Per il rilevato in esame, con tali interventi si riscontra nel periodo compreso tra 22 mesi e 10 anni un cedimento pari a 4.81 cm, ottenuto dalla differenza tra il cedimento a 10 anni pari a 15.81 cm (Figura J.18) e il cedimento a 22 mesi di 11.00 cm (Figura J.19), che risulta così inferiore a 5 cm, valore limite previsto nel capitolato.

Nelle figure seguenti si riportano i cedimenti di consolidazione ottenuti per i due intervalli temporali considerati.

Figura J.18: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 10 anni (sez. L8_79) con dreni verticali

Tempo di riferimento =

t = 120.0 mesi
3.11E+08 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.17	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.52	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	5.86	Drenato	0.00	1.83	1.83	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.21	Drenato	0.00	1.82	1.82	1	-	-	-	-	-	-	-
3	10.55	Drenato	0.00	1.79	1.79	1	-	-	-	-	-	-	-
4	12.90	Non Drenato (Eed)	1.47	0.15	1.62	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.47	0.00
4	15.24	Non Drenato (Eed)	1.44	0.14	1.58	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.44	0.00
4	17.59	Non Drenato (Eed)	1.40	0.14	1.55	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.40	0.00
4	19.93	Non Drenato (Eed)	1.37	0.14	1.51	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.37	0.00
4	22.28	Non Drenato (Eed)	1.33	0.13	1.46	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.33	0.00
4	24.62	Non Drenato (Eed)	1.29	0.13	1.42	1	0.55	0.79	-	-	0.79	1.02	0.27
4	26.97	Non Drenato (Eed)	1.25	0.12	1.37	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.99	0.26
4	29.31	Non Drenato (Eed)	1.21	0.12	1.33	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.96	0.25
4	31.66	Non Drenato (Eed)	1.17	0.12	1.28	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.92	0.24
4	34.00	Non Drenato (Eed)	1.13	0.11	1.24	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.89	0.24
4	36.35	Non Drenato (Eed)	1.09	0.11	1.20	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.86	0.23
4	38.69	Non Drenato (Eed)	1.05	0.10	1.15	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.83	0.22
4	41.04	Non Drenato (Eed)	1.01	0.10	1.11	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.80	0.21
4	43.38	Non Drenato (Eed)	0.98	0.10	1.08	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.77	0.20
4	45.73	Non Drenato (Eed)	0.95	0.09	1.04	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.75	0.20
Somma =			18.13	10.93	29.06							15.81	2.32

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.19: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 22 mesi (sez. L8_79) con dreni verticali

Tempo di riferimento = t = **22.0** mesi
5.70E+07 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.17	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.52	Drenato	0.00	1.84	1.84	1	-	-	-	-	-	-	-
2	5.86	Drenato	0.00	1.83	1.83	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.21	Drenato	0.00	1.82	1.82	1	-	-	-	-	-	-	-
3	10.55	Drenato	0.00	1.79	1.79	1	-	-	-	-	-	-	-
4	12.90	Non Drenato (Eed)	1.47	0.15	1.62	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.47	0.00
4	15.24	Non Drenato (Eed)	1.44	0.14	1.58	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.44	0.00
4	17.59	Non Drenato (Eed)	1.40	0.14	1.55	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.40	0.00
4	19.93	Non Drenato (Eed)	1.37	0.14	1.51	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.37	0.00
4	22.28	Non Drenato (Eed)	1.33	0.13	1.46	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.33	0.00
4	24.62	Non Drenato (Eed)	1.29	0.13	1.42	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.46	0.83
4	26.97	Non Drenato (Eed)	1.25	0.12	1.37	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.45	0.80
4	29.31	Non Drenato (Eed)	1.21	0.12	1.33	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.43	0.78
4	31.66	Non Drenato (Eed)	1.17	0.12	1.28	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.42	0.75
4	34.00	Non Drenato (Eed)	1.13	0.11	1.24	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.40	0.72
4	36.35	Non Drenato (Eed)	1.09	0.11	1.20	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.39	0.70
4	38.69	Non Drenato (Eed)	1.05	0.10	1.15	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.38	0.67
4	41.04	Non Drenato (Eed)	1.01	0.10	1.11	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.36	0.65
4	43.38	Non Drenato (Eed)	0.98	0.10	1.08	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.35	0.63
4	45.73	Non Drenato (Eed)	0.95	0.09	1.04	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.34	0.61
Somma =			18.13	10.93	29.06							11.00	7.13

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Un'analoga verifica è stata condotta sul valore del cedimento al di sotto della scarpata laterale del rilevato: in accordo con l'abaco di Steinbrenner (vedi par. J.1) sono stati aggiornati i valori dell'incremento di tensione verticale indotto dal carico alla profondità zi in corrispondenza della scarpata e, quindi, la corrispondente profondità di influenza. Il cedimento totale in corrispondenza della scarpata di sinistra (la più gravosa) risulta pertanto ridotto a 25.10 cm rispetto al valore di 29.06 cm ottenuto al centro del corpo del rilevato.

In accordo con quanto riportato nel par. J.2.1 (vedi Figura J.6) è stata adottata una lunghezza di progetto dei geodreni al di sotto delle scarpate laterali ridotta di 4 m rispetto a quella ottenuta al di sotto del corpo centrale del rilevato.

Per la scarpata laterale del rilevato in esame, con i geodreni di lunghezza di progetto pari a 18 m, si riscontra nel periodo compreso tra 22 mesi e 10 anni un cedimento pari a 4.98 cm, ottenuto dalla differenza tra il cedimento a 10 anni pari a 12.80 cm (Figura J.20) e il cedimento a 22 mesi di 7.82 cm (Figura J.21), che risulta così inferiore a 5 cm, valore limite previsto nel capitolato.

Nelle figure seguenti si riportano i cedimenti di consolidazione ottenuti per i due intervalli temporali considerati.

Figura J.20: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 10 anni (sez. L8_79) con dreni verticali – Scarpata laterale (sx).

Tempo di riferimento = t = 120.0 mesi
3.11E+08 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.10	Drenato	0.00	1.72	1.72	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.29	Drenato	0.00	1.71	1.71	1	-	-	-	-	-	-	-
2	5.49	Drenato	0.00	1.69	1.69	1	-	-	-	-	-	-	-
3	7.68	Drenato	0.00	1.65	1.65	1	-	-	-	-	-	-	-
3	9.88	Drenato	0.00	1.60	1.60	1	-	-	-	-	-	-	-
4	12.07	Non Drenato (Eed)	1.28	0.13	1.41	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.28	0.00
4	14.27	Non Drenato (Eed)	1.23	0.12	1.36	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.23	0.00
4	16.46	Non Drenato (Eed)	1.19	0.12	1.31	1	0.55	0.79	42.02	1.00	1.00	1.19	0.00
4	18.66	Non Drenato (Eed)	1.15	0.11	1.26	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.91	0.24
4	20.85	Non Drenato (Eed)	1.11	0.11	1.22	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.87	0.23
4	23.05	Non Drenato (Eed)	1.06	0.11	1.17	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.84	0.22
4	25.24	Non Drenato (Eed)	1.03	0.10	1.13	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.82	0.22
4	27.44	Non Drenato (Eed)	1.00	0.10	1.10	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.79	0.21
4	29.63	Non Drenato (Eed)	0.97	0.10	1.07	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.77	0.20
4	31.83	Non Drenato (Eed)	0.94	0.09	1.03	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.74	0.20
4	34.02	Non Drenato (Eed)	0.90	0.09	0.99	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.71	0.19
4	36.22	Non Drenato (Eed)	0.87	0.09	0.96	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.69	0.18
4	38.41	Non Drenato (Eed)	0.85	0.08	0.93	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.67	0.18
4	40.61	Non Drenato (Eed)	0.83	0.08	0.91	1	0.55	0.79	-	-	0.79	0.65	0.17
Somma =			15.20	9.89	25.10							12.80	2.40

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.21: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 22 mesi (sez. L8_79) con dreni verticali- Scarpata laterale (sx).

Tempo di riferimento = t = 22.0 mesi
5.70E+07 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.10	Drenato	0.00	1.72	1.72	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.29	Drenato	0.00	1.71	1.71	1	-	-	-	-	-	-	-
2	5.49	Drenato	0.00	1.69	1.69	1	-	-	-	-	-	-	-
3	7.68	Drenato	0.00	1.65	1.65	1	-	-	-	-	-	-	-
3	9.88	Drenato	0.00	1.60	1.60	1	-	-	-	-	-	-	-
4	12.07	Non Drenato (Eed)	1.28	0.13	1.41	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.28	0.00
4	14.27	Non Drenato (Eed)	1.23	0.12	1.36	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.23	0.00
4	16.46	Non Drenato (Eed)	1.19	0.12	1.31	1	0.10	0.36	7.70	1.00	1.00	1.19	0.00
4	18.66	Non Drenato (Eed)	1.15	0.11	1.26	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.41	0.74
4	20.85	Non Drenato (Eed)	1.11	0.11	1.22	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.40	0.71
4	23.05	Non Drenato (Eed)	1.06	0.11	1.17	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.38	0.68
4	25.24	Non Drenato (Eed)	1.03	0.10	1.13	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.37	0.66
4	27.44	Non Drenato (Eed)	1.00	0.10	1.10	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.36	0.64
4	29.63	Non Drenato (Eed)	0.97	0.10	1.07	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.35	0.62
4	31.83	Non Drenato (Eed)	0.94	0.09	1.03	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.34	0.60
4	34.02	Non Drenato (Eed)	0.90	0.09	0.99	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.32	0.58
4	36.22	Non Drenato (Eed)	0.87	0.09	0.96	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.31	0.56
4	38.41	Non Drenato (Eed)	0.85	0.08	0.93	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.30	0.55
4	40.61	Non Drenato (Eed)	0.83	0.08	0.91	1	0.10	0.36	-	-	0.36	0.30	0.53
Somma =			15.20	9.89	25.10							7.82	7.38

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

J.2.1.3 Rilevato h = 8.0 m Sez. L8_75 (pk 1+525.00)

La sezione rappresentativa si trova lungo l'asse principale alla progressiva 1+525.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza media di circa 8.00 m. Considerando l'omogeneità stratigrafica indicata dai Profili Geotecnici di riferimento può essere assunta la stessa successione stratigrafica indicata per il rilevato di altezza 7.0 m (sez. L8_79) e riportata nel seguito:

- bonifica da 0.00÷1.00 m dal p.c.
- limo con argilla sabbioso (LAS) da 1.00÷7.00 m dal p.c.
- ghiaie sabbiose (GsA) da 7.00÷10.70 m dal p.c.
- argille con limo (A) da 10.70÷52.00 m dal p.c.

I parametri geotecnici utilizzati per il calcolo dei cedimenti sono gli stessi indicati nel paragrafo precedente per il rilevato di altezza pari a 7.0 m (L8_79), cui si rimanda.

10.15 cm. Occorrerà pertanto prevedere un intervento che acceleri il processo di consolidazione nei primi 22 mesi di vita dell'opera per garantire il rispetto dei limiti di capitolato.

A tal fine, si prevede di realizzare geodreni verticali a nastro di dimensioni 100x4 mm, con una profondità di drenaggio pari a 30 m e una disposizione a maglia quadrata di dimensioni 5x5 m.

Per il rilevato in esame, con tali interventi si riscontra nel periodo compreso tra 22 mesi e 10 anni un cedimento pari a 4.69 cm, ottenuto dalla differenza tra il cedimento a 10 anni pari a 22.54 cm (Figura J.23) e il cedimento a 22 mesi di 17.85 cm (Figura J.24), che risulta così inferiore ai valori limite previsti.

Nelle figure seguenti si riportano i risultati ottenuti per i due intervalli temporali considerati.

Figura J.23: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 10 anni (sez. L8_75) con dreni verticali

Tempo di riferimento = $t = 120.0$ mesi
3.11E+08 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	T _v	U _v	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.28	Drenato	0.00	2.26	2.26	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.85	Drenato	0.00	2.25	2.25	1	-	-	-	-	-	-	-
2	6.41	Drenato	0.00	2.25	2.25	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.98	Drenato	0.00	2.23	2.23	1	-	-	-	-	-	-	-
4	11.54	Non Drenato (Eed)	1.82	0.18	2.00	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.82	0.00
4	14.10	Non Drenato (Eed)	1.80	0.18	1.98	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.80	0.00
4	16.67	Non Drenato (Eed)	1.76	0.18	1.93	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.76	0.00
4	19.23	Non Drenato (Eed)	1.71	0.17	1.88	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.71	0.00
4	21.80	Non Drenato (Eed)	1.67	0.17	1.83	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.67	0.00
4	24.36	Non Drenato (Eed)	1.61	0.16	1.78	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.61	0.00
4	26.93	Non Drenato (Eed)	1.56	0.16	1.72	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.56	0.00
4	29.49	Non Drenato (Eed)	1.51	0.15	1.66	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.51	0.00
4	32.06	Non Drenato (Eed)	1.46	0.15	1.60	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.29	0.17
4	34.62	Non Drenato (Eed)	1.41	0.14	1.55	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.24	0.16
4	37.19	Non Drenato (Eed)	1.36	0.14	1.49	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.20	0.16
4	39.75	Non Drenato (Eed)	1.31	0.13	1.44	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.15	0.15
4	42.31	Non Drenato (Eed)	1.25	0.13	1.38	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.11	0.15
4	44.88	Non Drenato (Eed)	1.21	0.12	1.34	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.07	0.14
4	47.44	Non Drenato (Eed)	1.17	0.12	1.29	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.04	0.14
4	50.01	Non Drenato (Eed)	1.13	0.11	1.25	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.00	0.13
Somma =			23.75	11.36	35.11							22.54	1.21

Legenda:

T_v = Fattore di tempo adimensionalizzato

U_m = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.24: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a $t = 22$ mesi (sez. L8_75) con dreni verticali

Tempo di riferimento = $t = 22.0$ mesi
5.70E+07 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w_c (cm)	w_{imm} (cm)	w_{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	T_v	U_v	T_h	U_h	U_m	$w(t)$ (cm)	w_{res} (cm)
2	1.28	Drenato	0.00	2.26	2.26	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.85	Drenato	0.00	2.25	2.25	1	-	-	-	-	-	-	-
2	6.41	Drenato	0.00	2.25	2.25	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.98	Drenato	0.00	2.23	2.23	1	-	-	-	-	-	-	-
4	11.54	Non Drenato (Eed)	1.82	0.18	2.00	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.82	0.00
4	14.10	Non Drenato (Eed)	1.80	0.18	1.98	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.80	0.00
4	16.67	Non Drenato (Eed)	1.76	0.18	1.93	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.76	0.00
4	19.23	Non Drenato (Eed)	1.71	0.17	1.88	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.71	0.00
4	21.80	Non Drenato (Eed)	1.67	0.17	1.83	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.67	0.00
4	24.36	Non Drenato (Eed)	1.61	0.16	1.78	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.61	0.00
4	26.93	Non Drenato (Eed)	1.56	0.16	1.72	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.56	0.00
4	29.49	Non Drenato (Eed)	1.51	0.15	1.66	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.51	0.00
4	32.06	Non Drenato (Eed)	1.46	0.15	1.60	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.62	0.84
4	34.62	Non Drenato (Eed)	1.41	0.14	1.55	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.60	0.81
4	37.19	Non Drenato (Eed)	1.36	0.14	1.49	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.58	0.78
4	39.75	Non Drenato (Eed)	1.31	0.13	1.44	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.56	0.75
4	42.31	Non Drenato (Eed)	1.25	0.13	1.38	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.54	0.72
4	44.88	Non Drenato (Eed)	1.21	0.12	1.34	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.52	0.70
4	47.44	Non Drenato (Eed)	1.17	0.12	1.29	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.50	0.67
4	50.01	Non Drenato (Eed)	1.13	0.11	1.25	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.48	0.65
Somma =			23.75	11.36	35.11							17.85	5.90

Legenda:

T_v = Fattore di tempo adimensionalizzato

U_m = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

$w(t)$ = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Così come già riportato per il rilevato di altezza 7.0 m (par. J.2.1.2), un'analoga verifica è stata condotta sul valore del cedimento al di sotto della scarpata laterale del rilevato: in accordo con l'abaco di Steinbrenner (vedi par. J.1) sono stati aggiornati i valori dell'incremento di tensione verticale indotto dal carico alla profondità z_i in corrispondenza della scarpata e, quindi, la corrispondente profondità di influenza. Il cedimento totale in corrispondenza della scarpata di sinistra (la più gravosa) risulta pertanto ridotto a 31.58 cm rispetto al valore di 35.11 cm ottenuto al centro del corpo del rilevato.

In accordo con quanto riportato nel par. J.2.1 (vedi Figura J.6) è stata adottata una lunghezza di progetto dei geodreni al di sotto delle scarpate laterali ridotta di 4 m rispetto a quella ottenuta al di sotto del corpo centrale del rilevato.

Per la scarpata laterale del rilevato in esame, con i geodreni di lunghezza di progetto pari a 26 m, si riscontra nel periodo compreso tra 22 mesi e 10 anni un cedimento pari a 4.70 cm, ottenuto dalla differenza tra il cedimento a 10 anni pari a 19.70 cm (Figura J.25) e il cedimento a 22 mesi di 15.00 cm (Figura J.26), che risulta così inferiore a 5 cm, valore limite previsto nel capitolato.

Nelle figure seguenti si riportano i cedimenti di consolidazione ottenuti per i due intervalli temporali considerati.

Figura J.25: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 10 anni (sez. L8_75) con dreni verticali – Scarpata laterale (sx).

Tempo di riferimento = t = 120.0 mesi
3.11E+08 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.24	Drenato	0.00	2.18	2.18	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.71	Drenato	0.00	2.17	2.17	1	-	-	-	-	-	-	-
2	6.19	Drenato	0.00	2.14	2.14	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.66	Drenato	0.00	2.09	2.09	1	-	-	-	-	-	-	-
4	11.14	Non Drenato (Eed)	1.68	0.17	1.85	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.68	0.00
4	13.62	Non Drenato (Eed)	1.63	0.16	1.79	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.63	0.00
4	16.09	Non Drenato (Eed)	1.57	0.16	1.72	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.57	0.00
4	18.57	Non Drenato (Eed)	1.51	0.15	1.66	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.51	0.00
4	21.04	Non Drenato (Eed)	1.46	0.15	1.60	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.46	0.00
4	23.52	Non Drenato (Eed)	1.40	0.14	1.54	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.40	0.00
4	25.99	Non Drenato (Eed)	1.35	0.13	1.48	1	0.78	0.88	42.02	1.00	1.00	1.35	0.00
4	28.47	Non Drenato (Eed)	1.30	0.13	1.44	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.15	0.15
4	30.94	Non Drenato (Eed)	1.27	0.13	1.39	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.12	0.15
4	33.42	Non Drenato (Eed)	1.22	0.12	1.34	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.08	0.14
4	35.89	Non Drenato (Eed)	1.18	0.12	1.30	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.04	0.14
4	38.37	Non Drenato (Eed)	1.14	0.11	1.25	1	0.78	0.88	-	-	0.88	1.00	0.13
4	40.85	Non Drenato (Eed)	1.10	0.11	1.21	1	0.78	0.88	-	-	0.88	0.97	0.13
4	43.32	Non Drenato (Eed)	1.07	0.11	1.17	1	0.78	0.88	-	-	0.88	0.94	0.12
4	45.80	Non Drenato (Eed)	1.03	0.10	1.14	1	0.78	0.88	-	-	0.88	0.91	0.12
4	48.27	Non Drenato (Eed)	1.00	0.10	1.10	1	0.78	0.88	-	-	0.88	0.89	0.12
Somma =			20.91	10.67	31.58							19.70	1.21

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

Figura J.26: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione a t = 22 mesi (sez. L8_75) con dreni verticali- Scarpata laterale (sx).

Tempo di riferimento = t = 22.0 mesi
5.70E+07 sec

N° strato	zm con. dal p.p. (m)	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	Tv	Uv	Th	Uh	Um	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	1.24	Drenato	0.00	2.18	2.18	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3.71	Drenato	0.00	2.17	2.17	1	-	-	-	-	-	-	-
2	6.19	Drenato	0.00	2.14	2.14	1	-	-	-	-	-	-	-
3	8.66	Drenato	0.00	2.09	2.09	1	-	-	-	-	-	-	-
4	11.14	Non Drenato (Eed)	1.68	0.17	1.85	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.68	0.00
4	13.62	Non Drenato (Eed)	1.63	0.16	1.79	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.63	0.00
4	16.09	Non Drenato (Eed)	1.57	0.16	1.72	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.57	0.00
4	18.57	Non Drenato (Eed)	1.51	0.15	1.66	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.51	0.00
4	21.04	Non Drenato (Eed)	1.46	0.15	1.60	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.46	0.00
4	23.52	Non Drenato (Eed)	1.40	0.14	1.54	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.40	0.00
4	25.99	Non Drenato (Eed)	1.35	0.13	1.48	1	0.14	0.43	7.70	1.00	1.00	1.35	0.00
4	28.47	Non Drenato (Eed)	1.30	0.13	1.44	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.56	0.75
4	30.94	Non Drenato (Eed)	1.27	0.13	1.39	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.54	0.72
4	33.42	Non Drenato (Eed)	1.22	0.12	1.34	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.52	0.70
4	35.89	Non Drenato (Eed)	1.18	0.12	1.30	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.50	0.68
4	38.37	Non Drenato (Eed)	1.14	0.11	1.25	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.49	0.65
4	40.85	Non Drenato (Eed)	1.10	0.11	1.21	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.47	0.63
4	43.32	Non Drenato (Eed)	1.07	0.11	1.17	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.46	0.61
4	45.80	Non Drenato (Eed)	1.03	0.10	1.14	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.44	0.59
4	48.27	Non Drenato (Eed)	1.00	0.10	1.10	1	0.14	0.43	-	-	0.43	0.43	0.57
Somma =			20.91	10.67	31.58							15.00	5.91

Legenda:

Tv = Fattore di tempo adimensionalizzato

Um = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

J.2.1.4 Applicazione degli interventi di drenaggio

In accordo con quanto riportato nei paragrafi precedenti, gli interventi di drenaggio sono stati dettagliati per singoli tratti, in funzione dell'altezza del rilevato, valutando per ciascuno la lunghezza dei geodreni a nastro verticali necessari per la verifica del cedimento di consolidazione rispetto al valore limite previsto nel capitolato.

I valori di tali lunghezze di progetto sono riportati nella Tabella seguente.

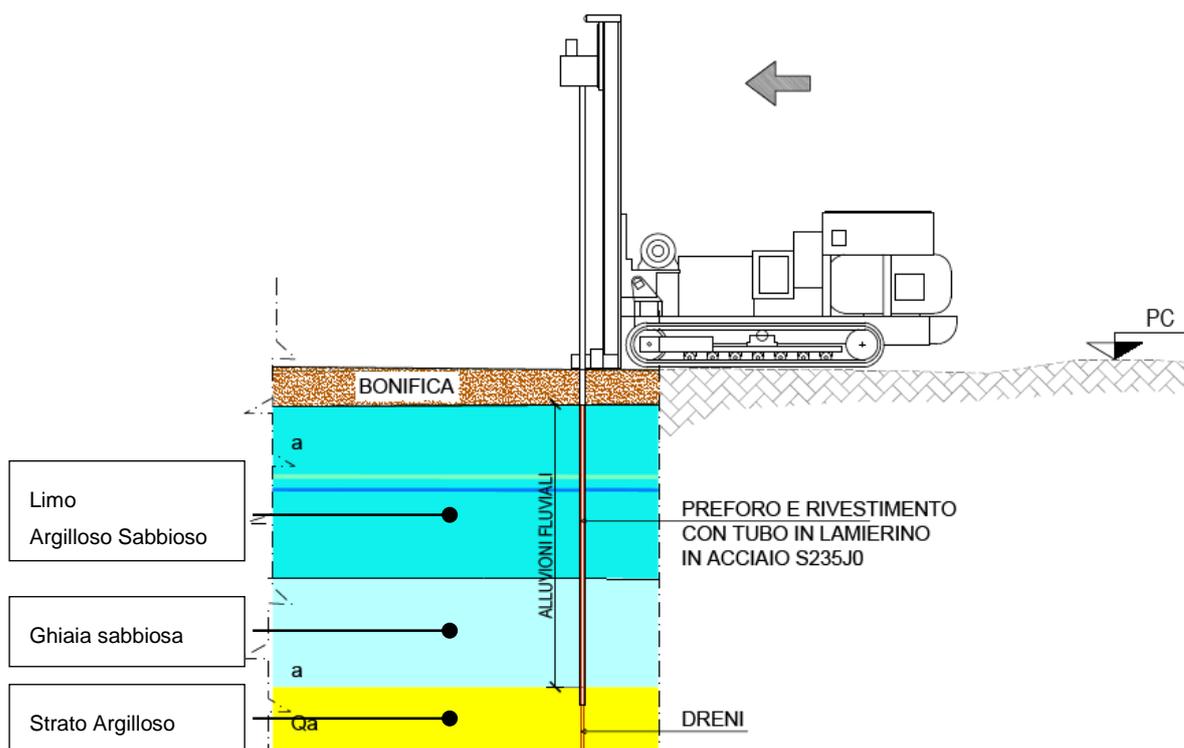
Tabella J.3: Interventi di drenaggio da inizio Lotto a pk 3+560 circa

pk iniziale	pk finale	L dreni sotto corpo centrale rilevato [m]	L dreni sotto scarpata laterale rilevato [m]
0+385	0+485	18	14
0+495	0+650	19	15
0+715	0+755	16	12
0+755	0+850	19	15
1+075	1+275	22	18
1+275	1+625	30	26
1+625	1+700	22	18

Tutti i geodreni verticali presentano dimensioni 100x4 mm, con una disposizione a maglia quadrata di dimensioni 5x5 m.

Per l'installazione dei geodreni, occorre considerare la presenza di uno strato granulare superficiale della potenza di circa 3-5 m che sormonta lo strato impervio Qa e che potrebbe rendere difficoltosa l'infissione con le usuali macchine operatrici. Pertanto dovrà prevedersi l'esecuzione di un pre-foro della lunghezza di circa 10-12 m con rivestimento in lamierino da recuperare dopo l'installazione del dreno medesimo, secondo lo schema riportato nella figura seguente.

Figura J.27: Schema installazione geodreni



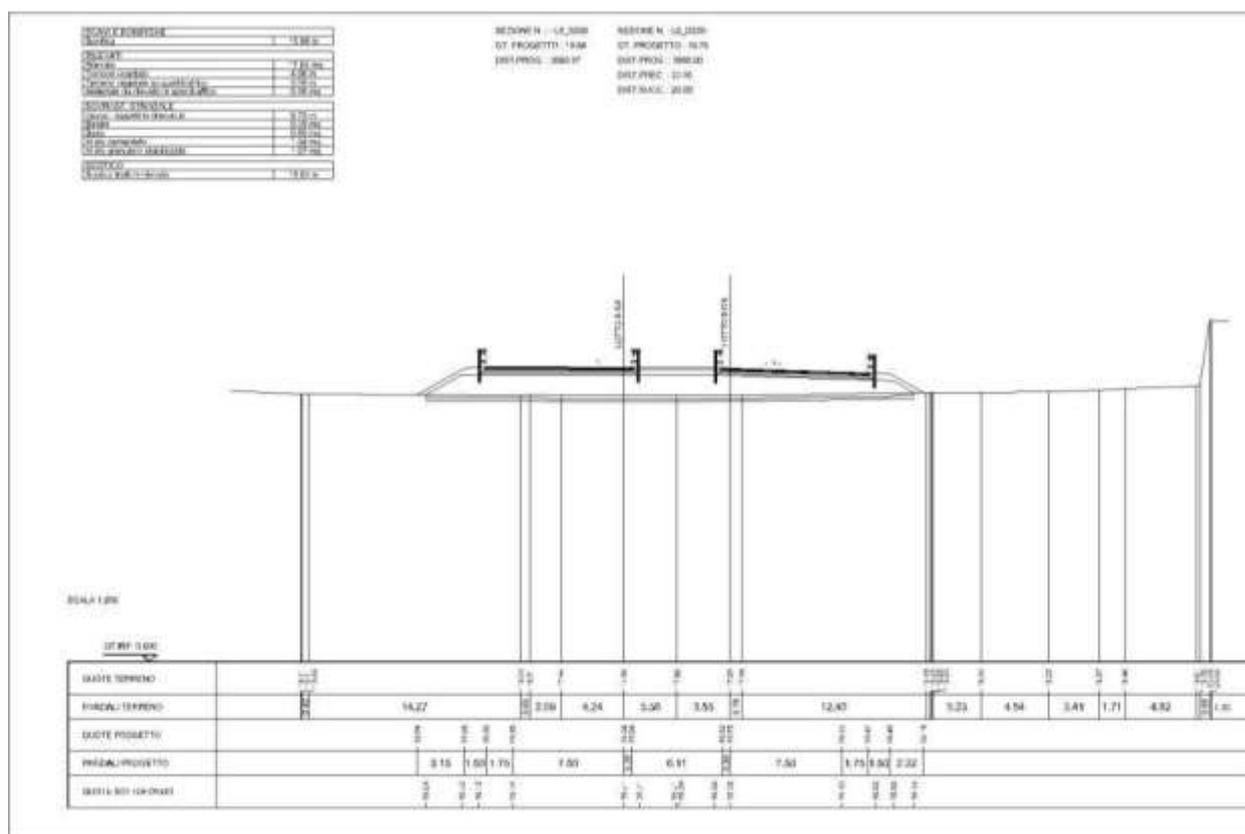
J.2.2 Rilevato Sez. L8_208

La sezione si trova lungo l'asse principale alla progressiva 3+860.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza media di circa 10.00 m con la seguente successione stratigrafica:

- bonifica da 0.00÷0.40 m dal p.c.
- limo con argilla sabbioso (SL) da 0.40÷7.80 m dal p.c.
- calcareniti alternate (Calt) da 7.80÷10.40 m dal p.c.
- ghiaia con sabbia deb. limosa (Gs) da 10.40÷15.50 m dal p.c.

Tali informazioni insieme ai parametri geotecnici utilizzati per il calcolo dei cedimenti sono stati ricavati dal sondaggio S219 riportato nella Relazione Geotecnica Generale e illustrato graficamente nei Profili Geotecnici.

Figura J.28: Sezione stradale



Il livello di falda è stato desunto dalle letture piezometriche effettuate nel sondaggio S217, dalle quali si evince una profondità della falda pari a circa 4,00 m dal p.c.

Ciò premesso, è stata effettuata un'analisi in condizioni drenate; inoltre, si sono trascurati i cedimenti a fine costruzione, in quanto scontabili durante le diverse fasi costruttive. Discorso opposto nei riguardi dei cedimenti in condizione di esercizio del rilevato, per i quali è stata posta

particolare attenzione, così da verificare la compatibilità dei cedimenti con la funzionalità dell'opera. A tal riguardo, il carico stradale è stato simulato per mezzo di un sovraccarico di intensità pari a 20kPa esteso per una larghezza stradale complessiva pari a 29.00 m.

Per il caso in esame è stato riscontrato un cedimento immediato di circa 1.71 cm, inferiore ai limiti previsti da capitolato. Pertanto gli abbassamenti indotti dal rilevato stradale non compromettono la funzionalità dell'infrastruttura.

Nelle figure seguenti si riportano gli input di calcolo del modello e le relative verifiche.

Figura J.29: Input geotecnico terreno di base rilevato stradale (sez. L8_208)

N° Strato: 1

Denominazione:		Bonifica
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	0.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	0.40 m
Spessore strato:	$\Delta z =$	0.40 m
Peso specifico:	$\gamma =$	19.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	30000 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0

N° Strato: 2

Denominazione:		SL
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	0.40 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	7.80 m
Spessore strato:	$\Delta z =$	7.40 m
Peso specifico:	$\gamma =$	17.90 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	12500 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0

N° Strato: 3

Denominazione:		CALT
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	7.80 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	10.40 m
Spessore strato:	$\Delta z =$	2.60 m
Peso specifico:	$\gamma =$	21.40 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	15800 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0

N° Strato: 4

Denominazione:		GS
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	10.40 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	15.50 m
Spessore strato:	$\Delta z =$	5.10 m
Peso specifico:	$\gamma =$	19.70 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	32700 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0

Relativamente alla suddivisione dello strato di terreno compressibile in piccoli strati di modesto spessore, come profondità d'influenza del carico in fondazione è stata considerata quella entro la quale la tensione verticale indotta dal carico in fondazione risulta superiore al 15% della

tensione litostatica. Tale valore della profondità di influenza nel caso in esame risulta pari a 15.50 m.

Figura J.30: Tabella di calcolo dei cedimenti rilevato stradale (sez. L8_208)

N° tratto	zfin con. dal p.p. (m)	zm con. dal p.p. (m)	n° strato	γ^* (kN/m ³)	σ'_{v0} (kN/m ²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	σ'_p (kN/m ²)	Drenato
									Δw_{imm} (cm)
1	0.78	0.39	1	19.00	7.36	19.99	27.35	7.36	0.05
2	1.55	1.16	2	17.90	21.24	19.96	41.20	21.24	0.12
3	2.33	1.94	2	17.90	35.11	19.94	55.04	35.11	0.12
4	3.10	2.71	2	17.90	48.98	19.91	68.89	48.98	0.12
5	3.88	3.49	2	17.90	62.85	19.88	82.74	62.85	0.12
6	4.65	4.26	2	7.90	68.98	19.76	88.73	68.98	0.12
7	5.43	5.04	2	7.90	75.10	19.61	94.71	75.10	0.12
8	6.20	5.81	2	7.90	81.22	19.46	100.68	81.22	0.12
9	6.98	6.59	2	7.90	87.34	19.32	106.66	87.34	0.12
10	7.75	7.36	2	7.90	93.47	19.15	112.62	93.47	0.12
11	8.53	8.14	3	11.40	102.30	18.88	121.18	102.30	0.09
12	9.30	8.91	3	11.40	111.14	18.61	129.74	111.14	0.09
13	10.08	9.69	3	11.40	119.97	18.34	138.31	119.97	0.09
14	10.85	10.46	4	9.00	126.95	18.06	145.01	126.95	0.04
15	11.63	11.24	4	9.00	133.92	17.76	151.68	133.92	0.04
16	12.40	12.01	4	9.00	140.90	17.43	158.33	140.90	0.04
17	13.18	12.79	4	9.00	147.87	17.10	164.97	147.87	0.04
18	13.95	13.56	4	9.00	154.85	16.77	171.61	154.85	0.04
19	14.73	14.34	4	9.00	161.82	16.44	178.26	161.82	0.04
20	15.50	15.11	4	9.00	168.80	16.11	184.91	168.80	0.04

Cedimento finale del terreno: $w_f = 1.71$ cm

Legenda:

z_{fin} = Profondità finale del tratto dal p.p.

z_m = Profondità media del tratto dal p.p.

γ^* = peso specifico effettivo del tratto

σ'_{v0} = Tensione verticale efficace

$\Delta\sigma_z$ = Variazione di carico

σ'_p = Tensione di preconsolidamento

Δw_{imm} = Cedimento immediato

Δw_{ed} = Cedimento edometrico

Δw_{tot} = Cedimento totale

w_f = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

Figura J.32: Input geotecnico terreno di base rilevato stradale (sez. L8_363)

N° Strato: 1

Denominazione:	Bonifica
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 0.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 0.80 m
Spessore strato:	ΔZ = 0.80 m
Peso specifico:	γ = 19.00 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} = 19.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E = 30000 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
Coefficiente di Poisson:	ν = 0.30

N° Strato: 2

Denominazione:	LAS
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 0.80 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 7.10 m
Spessore strato:	ΔZ = 6.30 m
Peso specifico:	γ = 18.40 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} = 18.40 kN/m ³
Modulo elastico:	E = 14200 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
Coefficiente di Poisson:	ν = 0.30

N° Strato: 3

Denominazione:	sl
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 7.10 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 9.00 m
Spessore strato:	ΔZ = 1.90 m
Peso specifico:	γ = 17.00 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} = 17.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E = 14200 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
Coefficiente di Poisson:	ν = 0.30

N° Strato: 4

Denominazione:	Calt-La
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 9.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 13.50 m
Spessore strato:	ΔZ = 4.50 m
Peso specifico:	γ = 19.20 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} = 19.20 kN/m ³
Modulo elastico:	E = 54700 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
Coefficiente di Poisson:	ν = 0.30

N° Strato: 5

Denominazione:	AM
Tipologia stratigrafica:	Non Drenato (Eed)
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 13.50 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 15.50 m
Spessore strato:	ΔZ = 2.00 m
Peso specifico:	γ = 18.70 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} = 18.70 kN/m ³
Modulo edometrico:	Eed = 10771 kN/m ²
Coefficiente di consolidazione primaria:	cv = 1.8E-08 m ² /s
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
Coefficiente di Poisson:	ν = 0.30

N° Strato: 6

Denominazione:	Pvs
Tipologia stratigrafica:	Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI = 15.50 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF = 40.00 m
Spessore strato:	ΔZ = 24.50 m
Peso specifico:	γ = 21.10 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} = 21.10 kN/m ³
Modulo elastico:	E = 38500 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR = 1.0
Coefficiente di Poisson:	ν = 0.30

Relativamente alla suddivisione dello strato di terreno compressibile in piccoli strati di modesto spessore, come profondità d'influenza del carico in fondazione è stata considerata quella entro la quale la tensione verticale indotta dal carico in fondazione risulta superiore al 15% della tensione litostatica. Tale valore della profondità di influenza nel caso in esame risulta pari a 38.00 m.

Figura J.33: Tabella di calcolo dei cedimenti rilevato stradale (sez. L8_363)

N° tratto	z _{fin} con. dal p.p. (m)	z _m con. dal p.p. (m)	n° strato	γ^* (kN/m ³)	σ'_{v0} (kN/m ²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	σ'_p (kN/m ²)	Drenato	Non drenato		
									Δw_{imm} (cm)	Δw_{ed} (cm)	Δw_{imm} (cm)	Δw_{tot} (cm)
1	1.90	0.95	2	18.40	17.48	87.01	104.49	17.48	1.16	-	-	-
2	3.80	2.85	2	18.40	52.44	86.86	139.30	52.44	1.16	-	-	-
3	5.70	4.75	2	18.40	87.40	86.72	174.12	87.40	1.16	-	-	-
4	7.60	6.65	2	8.40	103.36	86.57	189.93	103.36	1.16	-	-	-
5	9.50	8.55	3	7.00	116.66	85.76	202.42	116.66	1.15	-	-	-
6	11.40	10.45	4	9.20	134.14	84.92	219.06	134.14	0.29	-	-	-
7	13.30	12.35	4	9.20	151.62	84.08	235.70	151.62	0.29	-	-	-
8	15.20	14.25	5	8.70	168.15	82.95	251.10	168.15	-	1.46	0.15	1.61
9	17.10	16.15	6	11.10	189.24	81.39	270.63	189.24	0.40	-	-	-
10	19.00	18.05	6	11.10	210.33	79.83	290.16	210.33	0.39	-	-	-
11	20.90	19.95	6	11.10	231.42	78.27	309.69	231.42	0.39	-	-	-
12	22.80	21.85	6	11.10	252.51	76.42	328.93	252.51	0.38	-	-	-
13	24.70	23.75	6	11.10	273.60	74.52	348.12	273.60	0.37	-	-	-
14	26.60	25.65	6	11.10	294.69	72.62	367.31	294.69	0.36	-	-	-
15	28.50	27.55	6	11.10	315.78	70.74	386.52	315.78	0.35	-	-	-
16	30.40	29.45	6	11.10	336.87	68.89	405.76	336.87	0.34	-	-	-
17	32.30	31.35	6	11.10	357.96	67.05	425.01	357.96	0.33	-	-	-
18	34.20	33.25	6	11.10	379.05	65.21	444.26	379.05	0.32	-	-	-
19	36.10	35.15	6	11.10	400.14	63.36	463.50	400.14	0.31	-	-	-
20	38.00	37.05	6	11.10	421.23	61.52	482.75	421.23	0.30	-	-	-

Cedimento finale del terreno:

$w_f = 12.23$ cm

Legenda:

z_{fin} = Profondità finale del tratto dal p.p.

z_m = Profondità media del tratto dal p.p.

γ^* = peso specifico effettivo del tratto

σ'_{v0} = Tensione verticale efficace

$\Delta\sigma_z$ = Variazione di carico

σ'_p = Tensione di preconsolidamento

Δw_{imm} = Cedimento immediato

Δw_{ed} = Cedimento edometrico

Δw_{tot} = Cedimento totale

w_f = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

Figura J.34: Tabella di calcolo dei cedimenti di consolidazione rilevato stradale (sez. L8_363)

Tempo di riferimento = $t = 6.0$ mesi
1.56E+07 sec

N° strato	Tipo strato	w _c (cm)	w _{imm} (cm)	w _{tot} (cm)	Drenaggio (1; 2)	T _v	U _m	w(t) (cm)	w _{res} (cm)
2	Drenato	0.00	1.16	1.16	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.16	1.16	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.16	1.16	1	-	-	-	-
2	Drenato	0.00	1.16	1.16	1	-	-	-	-
3	Drenato	0.00	1.15	1.15	1	-	-	-	-
4	Drenato	0.00	0.29	0.29	1	-	-	-	-
4	Drenato	0.00	0.29	0.29	1	-	-	-	-
5	Non Drenato (Eed)	1.46	0.15	1.61	1	0.07	0.30	0.44	1.03
6	Drenato	0.00	0.40	0.40	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.39	0.39	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.39	0.39	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.38	0.38	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.37	0.37	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.36	0.36	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.35	0.35	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.34	0.34	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.33	0.33	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.32	0.32	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.31	0.31	1	-	-	-	-
6	Drenato	0.00	0.30	0.30	1	-	-	-	-
Somma =		1.46	10.77	12.23				0.44	1.03

Legenda:

T_v = Fattore di tempo adimensionalizzato

U_m = Grado di consolidazione medio (formula di Sivaram e Swamee, 1977)

w_c = Cedimento di consolidazione

w(t) = Cedimento dello strato al tempo t

w_{res} = Cedimento residuo dello strato al tempo t

Drenaggio = Percorso di drenaggio (singolo o doppio lato drenante)

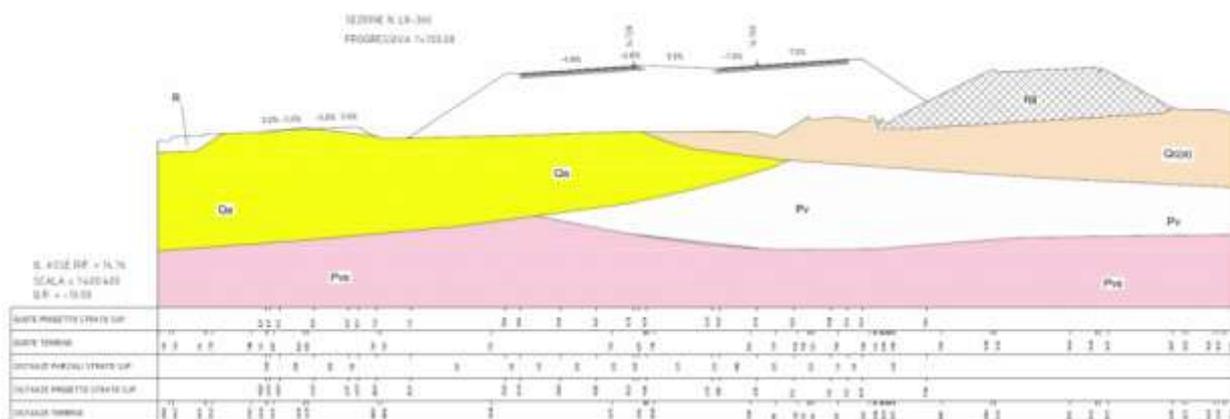
J.2.4 Rilevato Sez. L8_366

La sezione si trova lungo l'asse principale alla progressiva 7+700.00 in cui il rilevato stradale presenta una altezza media di circa 6.00 m con la seguente successione stratigrafica:

- bonifica da 0.00÷1.50 m dal p.c.
- calcarenite molto alterata (Calt) da 1.50÷12.00 m dal p.c.
- vulcanoclastite ghiaiosa in matrice sabbiosa argillosa (Vcga) da 12.00÷14.40 m dal p.c.
- calcarenite molto alterata (Calt) da 14.40÷40.00 m dal p.c.

Tali informazioni insieme ai parametri geotecnici utilizzati per il calcolo dei cedimenti sono stati ricavati dai sondaggi S230 riportati nella Relazione Geotecnica Generale e illustrato graficamente nei Profili Geotecnici.

Figura J.35: Sezione stradale L8_366



Il livello di falda è stato desunto dalle letture piezometriche effettuate nel sondaggio S230, dalle quali si evince una profondità media della falda pari a circa 7.20 m dal p.c.

Tenendo conto della presenza sottofalda di strati ghiaiosi o di calcareniti molto fratturate con elevati valori di permeabilità è ragionevole effettuare un'analisi in condizioni drenate.

Si sono trascurati, inoltre, i cedimenti a fine costruzione, in quanto scontabili durante le diverse fasi costruttive. Discorso opposto nei riguardi dei cedimenti in condizione di esercizio del rilevato, per i quali è stata posta particolare attenzione, così da verificare la compatibilità dei cedimenti con la funzionalità dell'opera. A tal riguardo, il carico stradale è stato simulato per mezzo di un sovraccarico di intensità pari a 20 kPa esteso per una larghezza stradale complessiva pari a 33 m.

Nelle figure seguenti si riportano gli input di calcolo del modello e le relative verifiche.

Figura J.36: Input geotecnico terreno di base rilevato stradale (sez. L8_366)

N° Strato: 1

Denominazione:		Bonifica
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	0.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	1.50 m
Spessore strato:	ΔZ =	1.50 m
Peso specifico:	γ =	19.00 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	19.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	30000 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

N° Strato: 2

Denominazione:		Calc
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	1.50 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	12.00 m
Spessore strato:	ΔZ =	10.50 m
Peso specifico:	γ =	21.10 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	21.10 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	38500 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

N° Strato: 3

Denominazione:		Vcga
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	12.00 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	14.40 m
Spessore strato:	ΔZ =	2.40 m
Peso specifico:	γ =	20.00 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	20.00 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	27000 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

N° Strato: 4

Denominazione:		Calc
Tipologia stratigrafica:		Drenato
Profondità iniziale dal p.c.:	ZI =	14.40 m
Profondità finale dal p.c.:	ZF =	30.00 m
Spessore strato:	ΔZ =	15.60 m
Peso specifico:	γ =	21.10 kN/m ³
Peso specifico saturo:	γ_{sat} =	21.10 kN/m ³
Modulo elastico:	E =	38500 kN/m ²
Grado di sovraconsolidazione:	OCR =	1.0
Coefficiente di Poisson:	ν =	0.30

Relativamente alla suddivisione dello strato di terreno compressibile in piccoli strati di modesto spessore, come profondità d'influenza del carico in fondazione è stata considerata quella entro la quale la tensione verticale indotta dal carico in fondazione risulta superiore al 15% della tensione litostatica. Tale valore della profondità di influenza nel caso in esame risulta pari a 27.25 m.

Figura J.37: Tabella di calcolo dei cedimenti rilevato stradale (sez. L8_366)

N° tratto	zfin con. dal p.p. (m)	zm con. dal p.p. (m)	n° strato	γ^* (kN/m ³)	σ'_{v0} (kN/m ²)	$\Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$ (kN/m ²)	σ'_p (kN/m ²)	Drenato
									Δw_{imm} (cm)
1	1.36	0.68	1	19.00	12.94	19.99	32.93	12.94	0.09
2	2.73	2.04	2	21.10	41.69	19.96	61.66	41.69	0.07
3	4.09	3.41	2	21.10	70.44	19.94	90.38	70.44	0.07
4	5.45	4.77	2	21.10	99.19	19.91	119.10	99.19	0.07
5	6.81	6.13	2	21.10	127.94	19.89	147.83	127.94	0.07
6	8.18	7.49	2	21.10	156.69	19.78	176.47	156.69	0.07
7	9.54	8.86	2	11.10	171.81	19.64	191.45	171.81	0.07
8	10.90	10.22	2	11.10	186.94	19.50	206.43	186.94	0.07
9	12.26	11.58	2	11.10	202.06	19.35	221.41	202.06	0.07
10	13.63	12.94	3	10.00	215.68	19.21	234.89	215.68	0.10
11	14.99	14.31	3	10.00	229.31	18.96	248.27	229.31	0.10
12	16.35	15.67	4	11.10	244.43	18.70	263.13	244.43	0.07
13	17.71	17.03	4	11.10	259.56	18.43	277.99	259.56	0.07
14	19.08	18.39	4	11.10	274.68	18.17	292.85	274.68	0.06
15	20.44	19.76	4	11.10	289.80	17.90	307.71	289.80	0.06
16	21.80	21.12	4	11.10	304.93	17.58	322.51	304.93	0.06
17	23.16	22.48	4	11.10	320.05	17.26	337.31	320.05	0.06
18	24.53	23.84	4	11.10	335.18	16.94	352.11	335.18	0.06
19	25.89	25.21	4	11.10	350.30	16.61	366.91	350.30	0.06
20	27.25	26.57	4	11.10	365.42	16.29	381.72	365.42	0.06

Cedimento finale del terreno:

$w_f = 1.40$ cm

Legenda:

z_{fin} = Profondità finale del tratto dal p.p.

z_m = Profondità media del tratto dal p.p.

γ^* = peso specifico effettivo del tratto

σ'_{v0} = Tensione verticale efficace

$\Delta\sigma_z$ = Variazione di carico

σ'_p = Tensione di preconsolidamento

Δw_{imm} = Cedimento immediato

Δw_{ed} = Cedimento edometrico

Δw_{tot} = Cedimento totale

w_f = Cedimento finale del terreno di base del rilevato

K INDICAZIONI SUI PIANI DI POSA DEL CORPO STRADALE

Nel presente capitolo si forniscono le indicazioni per la preparazione del piano di posa dei rilevati e delle trincee e l'entità degli eventuali spessori di bonifica da realizzare al di sotto della coltre vegetale, necessari a garantire la stabilità del corpo stradale.

La determinazione della coltre vegetale si effettua valutando le risultanze dei pozzetti esplorativi e dei sondaggi eseguiti lungo il tracciato relativi alle campagne di indagine descritte nei relativi capitoli. Ciò consente di effettuare una prima suddivisione del tracciato in tratte omogenee in funzione dello spessore della coltre vegetale.

Una volta determinato lo spessore della coltre vegetale, si prescrive la rimozione dello stesso poiché le caratteristiche meccaniche del terreno vegetale non sono compatibili con quanto prescritto dal capitolato speciale di appalto, sia in termini di resistenza meccanica che in termini di caratteristiche elastiche. Per tale ragione in sostituzione viene inserito un materiale con caratteristiche da rilevato stradale e pertanto di adeguate caratteristiche meccaniche.

Suddividendo il tracciato in tratte geotecnicamente omogenee, in funzione anche della litologia di base, si procede alla verifica dei cedimenti del piano di posa dei rilevati e dei piani di posa della pavimentazione in trincea. Le modalità di verifica dei cedimenti sono eseguite secondo quanto riportato al capitolo J.

Nel caso in cui le verifiche dei cedimenti non fossero soddisfatte, si prevede una bonifica, che viene indicata caso per caso. Tale bonifica consiste nella sostituzione del terreno in sito di caratteristiche scadenti con materiale di adeguate caratteristiche.

All'interno del presente capitolo si riportano le tabelle di progetto, distinte per tratti omogenei, indicanti lo spessore della coltre vegetale e l'eventuale bonifica.

K.1 Tabelle riassuntive bonifiche asse principale

Nel presente paragrafo si riporta una tabella riassuntiva con l'indicazione delle coltri vegetali da sostituire e l'eventuale ulteriore bonifica da eseguire al di sotto del piano di posa del corpo stradale, divise per tratte omogenee relative al lotto in oggetto. Come già accennato, la tabella riporta i risultati derivanti sia dalle analisi degli spessori di vegetale sia dalle verifiche geotecniche nel piano di posa dei rilevati.

Tabella K.1: Indicazioni progettuali bonifiche asse principale

Tratto		Spessore coltre vegetale: S [m]	Bonifica [m]	Tratto		Spessore coltre vegetale: S [m]	Bonifica [m]
Progr. In.	Progr. Fin.			Progr. In.	Progr. Fin.		
0.00	240.00	0.40	0.60*	2240.00	2380.00	1.00	
240.00	320.00	1.00		2380.00	2440.00	1.00	
320.00	440.00	0.50	0.50*	2440.00	2480.00	1.00	
440.00	540.00	1.00		2480.00	2680.00	0.50	0.50*
540.00	620.00	0.40	0.60*	2680.00	2900.00	0.40	0.60*
620.00	660.00	1.00		2900.00	3000.00	0.40	
706.00	740.00	1.00		3000.00	3292.00	0.40	0.40*
740.00	855.00	0.80	0.20*	3292.00	3420.00	0.70	
855.00	980.00	0.80		3420.00	3520.00	1.30	
980.00	1040.00	1.00		3520.00	3620.00	0.40	0.40*
1040.00	1180.00	1.00		3620.00	3760.00	1.60	
1180.00	1400.00	0.40	0.80*	3760.00	3820.00	0.40	
1400.00	1480.00	1.20		3820.00	3880.00	0.40	
1480.00	1560.00	1.20		3880.00	3940.00	0.40	
1560.00	1800.00	0.40	0.40*	3940.00	3960.00	1.20	
1800.00	2000.00	1.10		3960.00	4020.00	1.20	
2000.00	2240.00	0.40	0.40*	4020.00	4120.00	1.20	
Tratto		Spessore coltre vegetale: S [m]	Bonifica [m]	Tratto		Spessore coltre vegetale: S [m]	Bonifica [m]
Progr. In.	Progr. Fin.			Progr. In.	Progr. Fin.		
4120.00	4260.00	0.50		6631.00	6915.00	0.40	
4260.00	4400.00	0.50		6915.00	7069.00	1.10	
4400.00	4681.00	0.80		7069.00	7112.00	0.40	
4681.00	4839.00	0.80		7112.00	7495.00	0.40	
4839.00	5006.00	0.30		7495.00	7646.00	0.80	
5006.00	5220.00	1.00		7646.00	7665.00	0.80	
5220.00	5403.00	0.40		7665.00	7817.00	1.50	
5403.00	5520.00	0.40		7817.00	7896.00	0.20	
5520.00	5613.00	0.40		7896.00	7916.00	0.20	
5613.00	5639.00	0.40		7916.00	7976.00	0.20	
5639.00	5839.00	0.40		7976.00	8013.00	0.40	
5839.00	5977.00	0.30		8013.00	8156.00	0.40	
5977.00	6060.00	0.50		8156.00	8351.00	0.30	
6060.00	6096.00	0.40		* Totale asportazione coltre eluvio colluviale			
6096.00	6213.00	0.40					
6213.00	6330.00	0.20					
6330.00	6528.00	1.00					
6528.00	6631.00	1.00					

K.2 Indicazioni progettuali viabilità secondarie e svincoli

Nel presente paragrafo si riporta una tabella riassuntiva con l'indicazione delle coltri vegetali da sostituire e l'eventuale ulteriore bonifica da eseguire al di sotto del piano di posa del corpo stradale per le viabilità secondarie. Tale tabella è stata compilata con i medesimi criteri di quelle corrispondenti all'asse principale.

Tabella K.2: Indicazioni progettuali bonifiche viabilità secondarie

N° Sec.	Progr. In.	Progr. Fin.	Spessore coltre vegetale: S [cm]	Bonifica [cm]
112	0.000	197.000	40.000	60*
112	197.000	472.000	40.000	
113	0.000	88.000	40.000	20*
114	0.000	132.000	80.000	
115	0.000	391.000	40.000	
117	0.000	187.000	40.000	
119	0.000	84.000	60.000	
119Bis	0.000	80.000	100.000	
119Bis	80.000	160.000	40.000	
119Bis	160.000	291.000	80.000	
120	0.000	316.000	130.000	
121	0.000	237.000	120.000	
121	237.000	376.000	40.000	
122	0.000	80.000	30.000	
122	80.000	333.000	30.000	
122	333.000	534.000	100.000	
122	534.000	950.000	40.000	
122	950.000	1121.000	40.000	
123	0.000	284.000	30.000	
123	284.000	362.000	-	
123	362.000	378.000	30.000	
124	0.000	100.000	150.000	
124	100.000	260.000	20.000	
124	260.000	451.000	40.000	
125	0.000	140.000	100.000	
125	140.000	331.000	40.000	
126	0.000	160.000	40.000	
126	160.000	320.000	100.000	
126	320.000	720.000	40.000	
126	720.000	900.000	80.000	
126	900.000	1060.000	150.000	
126	1060.000	1200.000	20.000	
126	1200.000	1380.000	40.000	
126	1380.000	1577.000	30.000	
127	0.000	465.000	100.000	
*: totale asportazione deposito eluvio colluviale				

Tabella K.3: Indicazioni progettuali bonifiche svincoli

N° Svincolo	Progr. In.	Progr. Fin.	Spessore coltre vegetale: S [cm]	Bonifica [cm]
SVINCOLO SV09 - ROT 1	0.00	138.00	40.00	-
SVINCOLO SV09 - ROT 2	0.00	138.00	40.00	50*
SVINCOLO SV09 - RAMPA 1	0.00	140.00	40.00	50*
SVINCOLO SV09 - RAMPA 1	140.00	165.00	80.00	-
SVINCOLO SV09 - RAMPA 2	0.00	139.00	80.00	-
SVINCOLO SV09 - RAMPA 3	0.00	147.00	40.00	50*
SVINCOLO SV09 - RAMPA 4	26.00	199.00	40.00	50*
SVINCOLO SV09 - RAMPA 5	26.00	240.00	40.00	-
SVINCOLO SV09 - RAMPA 6	26.00	122.00	40.00	-
SVINCOLO SV09 - RAMPA 7	0.00	63.00	40.00	-
SVINCOLO SV10 - RAMPA 1	0.00	220.00	-	20.00
SVINCOLO SV10 - RAMPA 1	220.00	360.00	80.00	-
SVINCOLO SV10 - RAMPA 1	360.00	422.00	-	20.00
SVINCOLO SV10 - RAMPA 2	0.00	166.00	80.00	-
SVINCOLO SV10 - RAMPA 3	0.00	224.00	80.00	-
SVINCOLO SV10 - RAMPA 4	0.00	215.00	80.00	-
* TOTALE ASPORTAZIONE DEPOSITO ELUVIO COLLUVIALE				

L VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE

Nel presente capitolo sono riportate le verifiche della suscettibilità a liquefazione per i terreni appartenenti al lotto 8.

Sulla base di un'analisi approfondita delle caratteristiche geotecniche dei depositi relativi a questo lotto, è possibile affermare che essi risultano stabili nei confronti della liquefazione, in quanto, sono state riscontrate formazioni intrinsecamente non suscettibili a tale fenomeno, quali terreni ghiaiosi, oppure terreni potenzialmente liquefacibili ma sopra falda oppure con valori di SPT alti.

Solo nel tratto compreso tra pk 5+910 ÷ pk 6+325 è stato riscontrato uno strato non stabile nei confronti della liquefazione, in quanto, caratterizzato da una sabbia debolmente limosa satura, con una bassa resistenza penetrometrica dinamica e con un fuso granulometrico proprio dei depositi liquefacibili.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche effettuate, nonché, il progetto dell'intervento di mitigazione scelto per stabilizzare l'anzidetto strato liquefacibile.

L.1 Verifica della suscettibilità a liquefazione

La verifica a liquefazione dello strato di terreno compreso tra pk 5+910 ÷ pk 6+325, è stata eseguita facendo riferimento alla pk 6+306 circa in cui la potenza del banco suscettibile a liquefazione, SL, è maggiore. Le informazioni geotecniche e stratigrafiche d'interesse sono state ricavate dal sondaggio S224

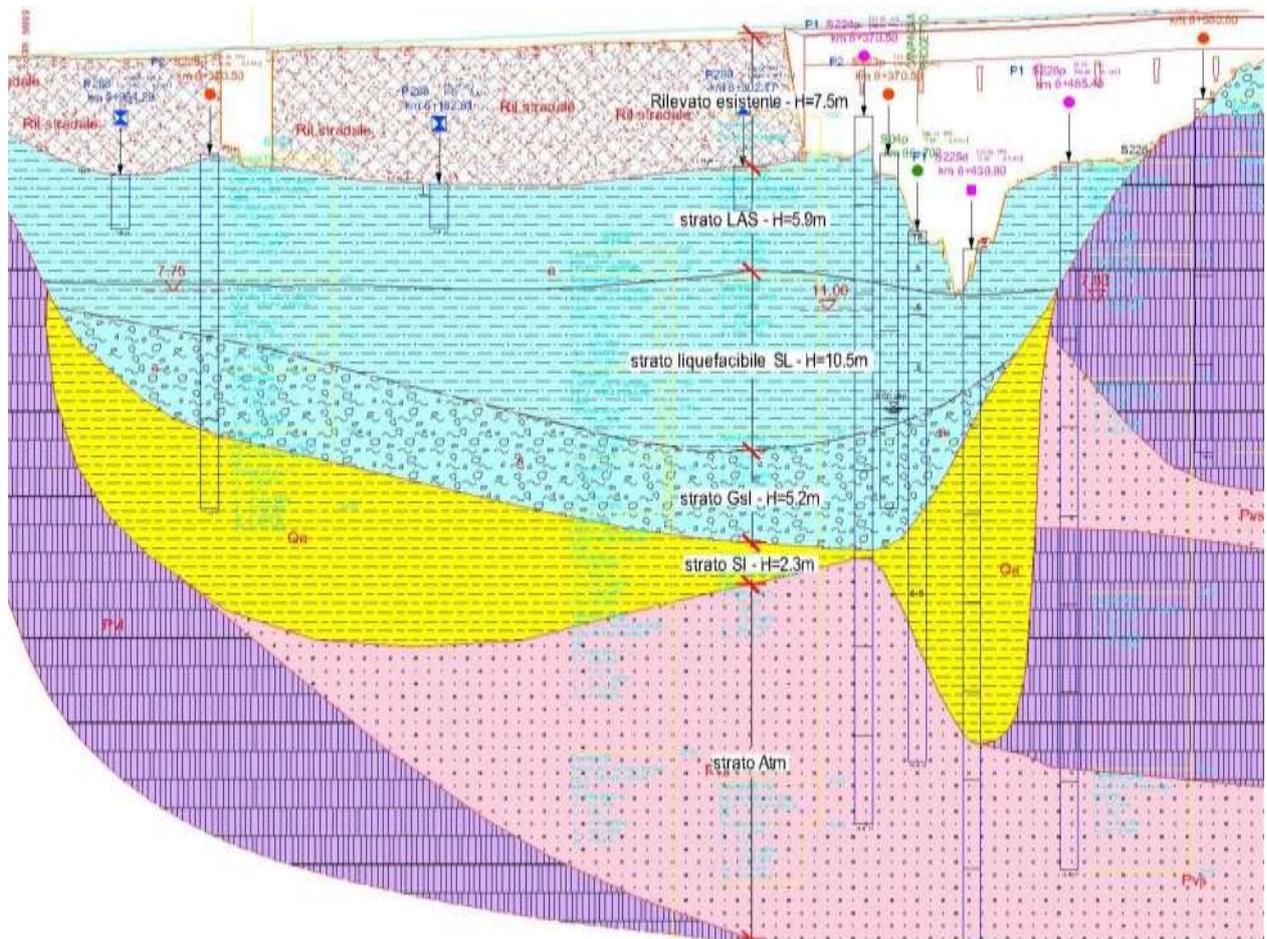
- rilevato esistente da 0.00÷7.50 m dal p.c.
- limo con argilla sabbioso (LAS) da 7.50÷13.40 m dal p.c.
- sabbia debolmente limosa (SL) da 13.40÷23.90 m dal p.c.
- ghiaia sabbiosa limosa (Gsl) da 23.90÷29.10 m dal p.c.
- sabbia con limo debolmente argillosa (SI) da 29.10÷31.40 m dal p.c.
- argille siltose marnose (Atm) da 31.40÷40.50 m dal p.c.

Il livello di falda è stato desunto dalle letture piezometriche effettuate nel sondaggio S224, dalle quali si evince una profondità media della falda pari a circa 11,00 m dal p.c.

Ai fini delle verifiche in questione, a vantaggio di sicurezza, il livello di falda è stato fissato a quota 13.40 m dal p.c., ovvero in corrispondenza dello strato SL.

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello geotecnico utilizzato:

Figura L.1: Modello geotecnico di riferimento



La suscettibilità a liquefazione è stata verificata con il metodo di Seed e Idriss, meglio descritto nel capitolo 1 della relazione Geotecnica Generale.

Tale metodo richiede diversi input, tra cui la conoscenza dei parametri sismici del sito. Tali parametri sono stati ricavati con riferimento ai seguenti dati:

- longitudine 14°58'17.62"E
- latitudine 37°16'46.27"N
- stato limite di riferimento = SLV
- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso IV
- coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

- categoria di suolo C;

ovvero:

- accelerazione orizzontale al suolo: $a_g/g = 0,383$;
- coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_S = 1,162$;
- coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1,000$;

Infine, il valore della magnitudo è stato ricavato dalla Relazione Sismica, ed è pari a $M=7.41$.

Noti i suddetti parametri, si è proceduto con la valutazione del *rapporto di tensione ciclica*, CSR, e successivamente il *rapporto di resistenza ciclica*, CRR.

Il termine CSR è stato valutato in condizioni di *free-field*, ed in corrispondenza del piano orizzontale passante per la mezzeria del banco di terreno SL (vedi Figura L.1), ovvero a 18.6 m dal p.c.:

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{a_{max,s}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} r_d = 0,26$$

in cui:

- $\frac{a_{max,s}}{g} = S_S * S_T * \frac{a_g}{g} = 1,162 * 1,00 * 0,383 = 0,445$
- $\sigma_v = \sum_{i=0}^n \gamma_i * z_i = 18 * (13,4 - 7,5) + 19,4 * (18,6 - 13,4) = 207,1 \text{ kPa}$
- $\sigma'_v = \sigma_v - u = 207,1 - [10 * (18,6 - 13,4)] = 156 \text{ kPa}$
- $r_d = 1.174 - 0.0267z_{media} = 1.174 - 0.0267 * 18.6 = 0.677$

Tale valore di CSR è stato poi ricondotto, per mezzo del fattore di scala MSF, a quello equivalente di un terremoto di magnitudo 7.5 attraverso la seguente espressione:

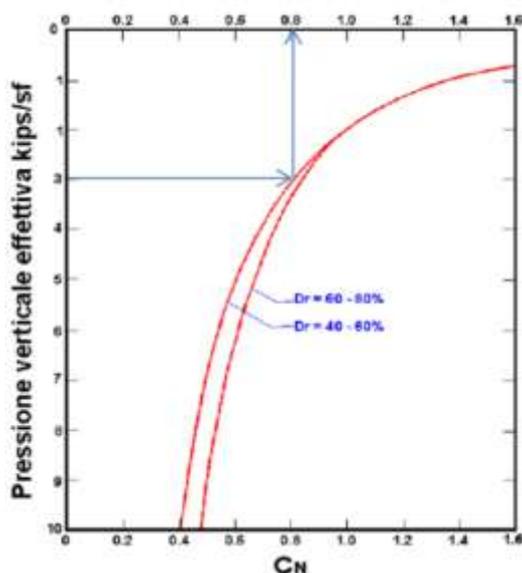
$$(CSR)_{M=7.5} = \frac{CSR}{MSF} = \frac{CSR}{6.9 \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 0.058} = \frac{0.26}{6.9 \exp\left(\frac{-7.41}{4}\right) - 0.058} = 0.25$$

La valutazione del termine CRR, ha comportato dapprima la trasformazione della resistenza penetrometrica espressa attraverso il numero di colpi N_{SPT} della Standard Penetration Test, a un valore normalizzato e corretto $(N_1)_{60}$:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N C_E C_B C_R C_S = 15 * 0.8 * 1 * 1 * 1 * 1 = 12$$

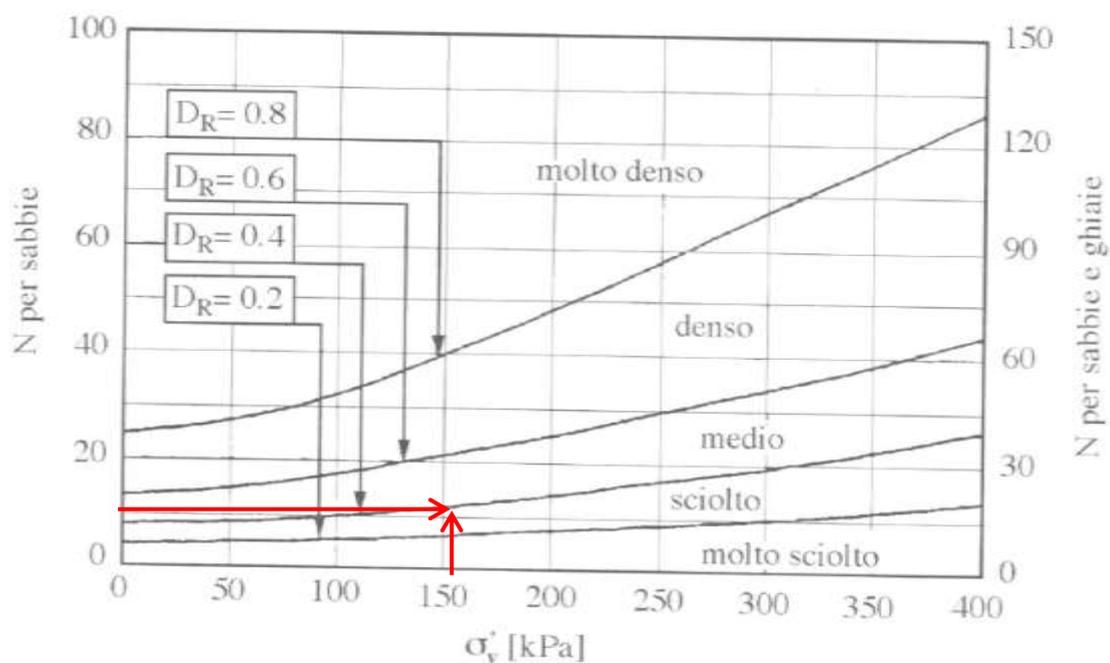
in cui i coefficienti correttivi, in mancanza di specifiche informazioni, sono stati assunti pari a uno ad eccezione del coefficiente C_N che è stato ricavato dal grafico seguente:

Figura L.2: Coefficiente correttivo C_N



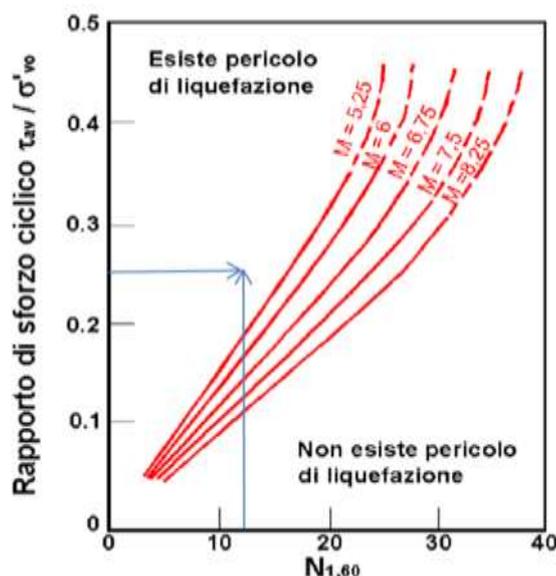
Il valore della densità relativa D_R , necessario per l'utilizzo del precedente grafico, è stato ricavato dal seguente grafico (Viggiani, 2003):

Figura L.3: Correlazione fra numero di colpi N e D_R



Noto il valore di $(N_1)_{60}$ e il valore di CSR, dal grafico seguente, è stato capire se nello strato in questione esiste o meno il pericolo di liquefazione:

Figura L.4: Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$



In conclusione lo strato SL compreso tra pk 5+912.15 ÷ pk 6+341.15 non risulta stabile nei confronti della liquefazione.

L.2 Mitigazione rischio liquefazione

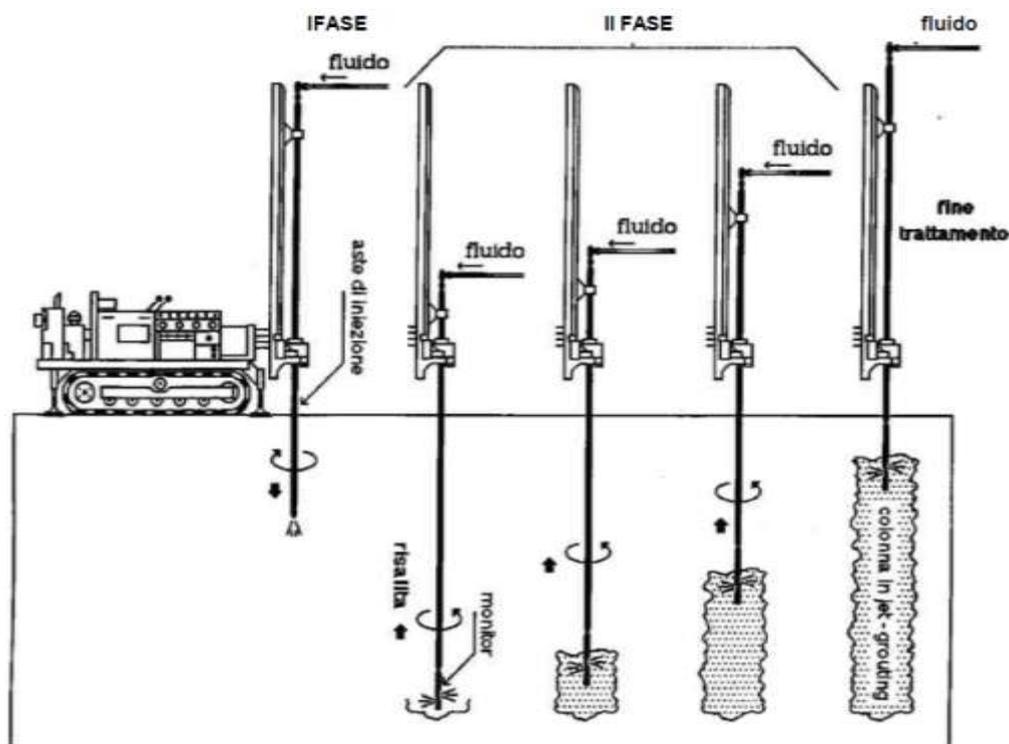
La tipologia d'intervento prescelto, per la mitigazione dell'instabilità alla liquefazione cui è soggetto lo strato di terreno SL compreso tra pk 5+910 ÷ pk 6+325, è la tecnologia del *jet grouting*. Essa prevede, in corrispondenza dello strato liquefacibile SL, la realizzazione di una serie di colonne di materiale cementato che hanno per legante il cementato iniettato sotto forma di boiaccia e come inerte le frazioni che compongono il terreno in situ.

Lo scopo di tale intervento è di trasferire i carichi soprastanti lo strato SL, agli strati sottostanti stabili, così da non arrecare danni ai manufatti stradali in caso di liquefazione.

Alla luce delle esigenze specifiche del caso in esame si è preferito l'utilizzo della tecnologia bifluido che consente di ottenere penetrazione maggiore del getto.

L'esecuzione del trattamento con jet grouting è illustrata nella figura seguente:

Figura L.5: fasi di formazione di una colonna *jet grouting*



Le operazioni di formazione di una colonna di terreno consolidato, soilcrete, avvengono in due fasi distinte:

- FASE 1: Perforazione – mediante rotazione si inficca nel terreno una batteria di aste fino a raggiungere la profondità di progetto; la perforazione è facilitata dalla presenza di un attrezzo disgregatore in punta e dalla fuoriuscita dalla punta stessa di acqua. Subito al di sopra della punta è installato il monitor porta-ugelli. Raggiunta la profondità di progetto si chiude l'immissione di acqua e si chiude la valvola di uscita inferiore del fluido con una sfera di acciaio.
- FASE 2: Iniezione – si immette la miscela cementizia nelle proporzioni di progetto e l'aria; la miscela cementizia fuoriesce dagli ugelli laterali a forte velocità, quindi con alta capacità di penetrazione mentre l'aria forma una superficie conica coassiale all'ugello attorno al getto di miscela con la funzione di impedire l'apertura del getto e quindi di renderlo quanto più penetrante possibile. L'attrezzo con gli ugelli viene messo in rotazione e recuperato gradualmente in risalita lenta. Operando in questa maniera il getto spazza delle circonferenze concentriche a profondità via via inferiore sgretolando, rimescolando ed impastando con la miscela il volume desiderato di terreno a formare una vera e propria colonna continua.

L.2.1 Descrizione intervento

Le colonne in *jet grouting* dovranno rispondere a requisiti di resistenza tali da risultare idonei al trasferimento dei carichi soprastanti il banco di terreno liquefacibile, agli strati di terreno sottostanti stabili.

Caratterizzato da un'estensione di 413 m, pk 5+910 ÷ pk 6+325, l'intervento in questione presenta diversi tratti, differenti per dimensioni in pianta della zona trattata e per lunghezza delle colonne di jet grouting, variabili in funzione della potenza del banco liquefacibile.

In sede di progettazione, ciascuna colonna è stata prolungata di 2 m sotto lo strato SL e di 1 m sopra. Relativamente ai singoli tratti, procedendo in direzione Catania:

- il tratto A1, pk 5+910.21 ÷ 5+976.21, è caratterizzato da una larghezza in pianta di 34 m e da colonne di diametro 1,2 m e lunghezza 5.50 m;
- il tratto A2, pk 5+976.21 ÷ 6+060.21, è caratterizzato da una larghezza in pianta per un primo tratto pari a 36 m e per un secondo tratto pari a 50 e da colonne di diametro 1,2 m e lunghezza 7.50 m;
- il tratto B1, pk 6+060.21 ÷ 6+180.21, è caratterizzato da una larghezza in pianta di 55 m e da colonne di diametro 1,2 m e lunghezza 10.50 m;
- il tratto B2, pk 6+180.21 ÷ 6+219.21, è caratterizzato da una larghezza in pianta di 62 m e da colonne di diametro 1,2 m e lunghezza 12.50 m;
- il tratto C, pk 6+219.21 ÷ 6+324.71, è caratterizzato da una larghezza in pianta compreso tra 62m e 66.5m e da colonne di diametro 1,2 m e lunghezza 13.50 m.

Di seguito si riporta una rappresentazione planimetrica dell'intervento e relativo profilo:

Figura L.6: Planimetria intervento jet-grouting

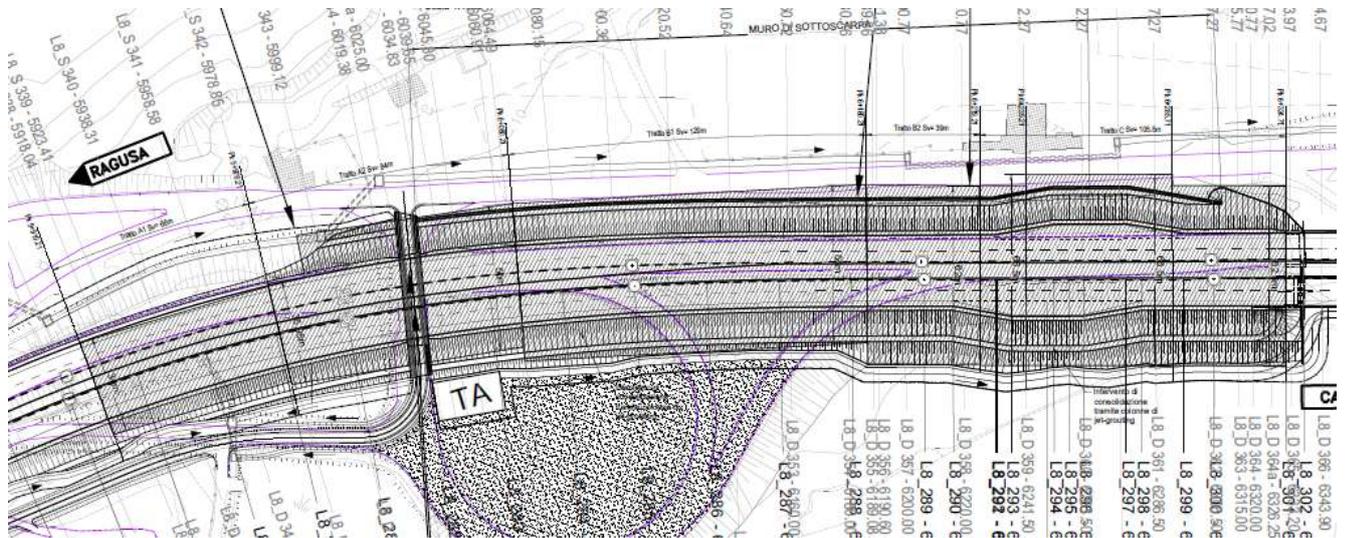
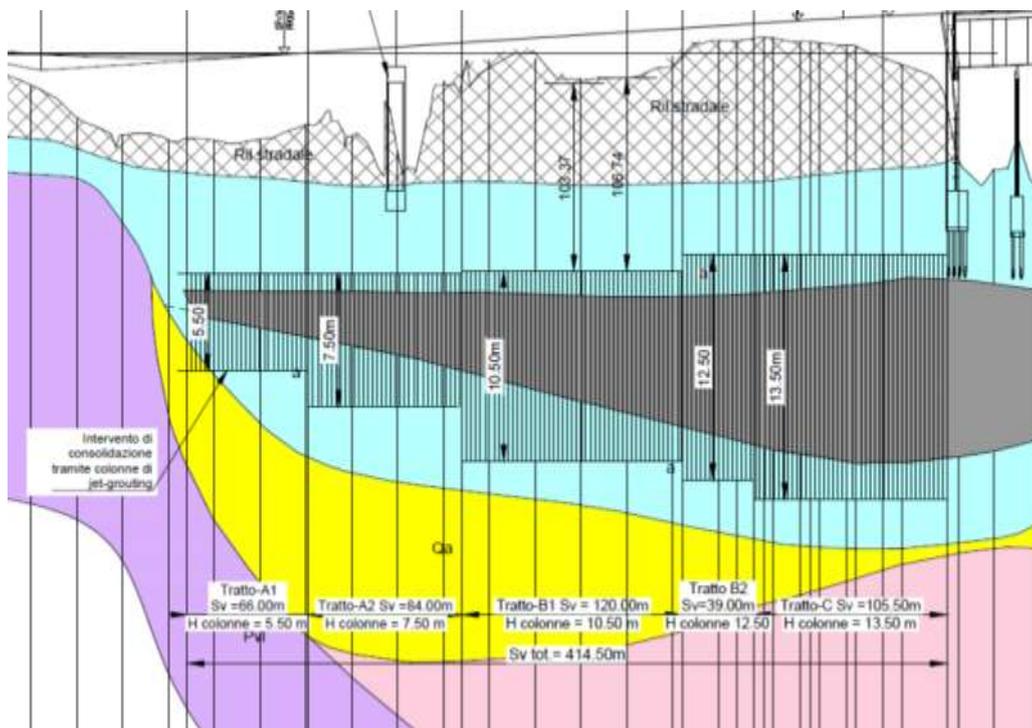


Figura L.7: Profilo intervento jet-grouting



Le colonne sono state disposte a quinconce con interasse pari a 2.5 volte il diametro, ovvero 3.0 m.

L.2.2 Combinazione di calcolo

Le verifiche sono state eseguite in accordo con le "NTC-2008 e la relativa Circolare esplicativa del 02/02/2009".

Considerato che il fenomeno della liquefazione si esplica soltanto in condizioni sismiche, si è fatto riferimento all'Approccio 1, Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M1 ed M2) sono riassunti qui di seguito:

Tabella L.8: Coefficienti parziali di sicurezza per i parametri geotecnici

		Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\text{tang } \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1.0	1.0

Il valore di progetto R_d della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R riportati nella tabella successiva:

Tabella L.9: Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze fondazioni indirette

	Coefficiente Parziale (γ_R)	Pali trivellati		
		R1	R2	R3
Base	γ_b	1.0	1.7	1.35
Laterale in compressione	γ_s	1.0	1.45	1.15
Laterale in trazione	γ_{st}	1.0	1.6	1.6

La resistenza caratteristica R_k della singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata dai valori caratteristici dei parametri.

La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,calc}$ ($R_{t,calc}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tabella L.10: Fattori di correlazione ξ

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

In ciascuna combinazione prevista deve risultare:

$$Q_{Rd} \geq Q_{Sd}$$

in cui Q_{Rd} è la capacità portante della singola colonna, mentre Q_{Sd} il carico gravante su di essa.

L.2.3 Risultati delle verifiche

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle verifiche prese in considerazione per la singola colonna, ovvero SLU di tipo geotecnico, SLU di tipo strutturale e SLE.

- Verifica SLU di tipo geotecnico

Il valore caratteristico del carico verticale gravante sulla singola colonna è pari a:

$$Q_{sk} = (\sigma'_v + q_{ril}) * \frac{\pi D_{eq}^2}{4} = [(156) + (19 * 7.5)] * \frac{\pi * (1.2 * 2.5)^2}{4} = 2110 \text{ kN}$$

dove:

- σ'_v = tensione litostatica efficace, in condizioni di *free-field*, agente sul piano orizzontale passante per la mezzeria del banco di terreno SL, valutata precedentemente;
- q_{ril} = pressione verticale dovuta al rilevato stradale;
- D_{eq} = area d'influenza della singola colonna.

Determinato Q_{sk} si è passati alla determinazione della capacità portante Q_{Rk} caratteristica, a tal riguardo ciascuna colonna è stata schematizzata come un palo di fondazione. In particolare, nel calcolo, è stata trascurata la resistenza laterale che si sviluppa nello strato di terreno liquefacibile SL e pertanto si è fatto riferimento esclusivamente alla resistenza alla punta.

Quest'ultima è stata valutata dai risultati delle prove penetrometriche SPT, secondo le indicazioni di Reese & O'Neill:

$$Q_{Rk} = q_{kb} * \frac{\pi D^2}{4} = [\alpha * N_{SPT}] * \frac{\pi (1.2)^2}{4} = 0.15 * 46 = 7 \text{ MPa}$$

dove:

- N_{SPT} = numero di colpi della Standard Penetration Test; poiché dal sondaggio S224 la prova, nello strato interessato, è andata a rifiuto, è stato fissato un valore di $N_{SPT} = 46$;
- α = coefficiente desunto dalla tabella seguente:

Tabella L.11: Coefficiente α – metodo Reese & O'Neill

Tipo di terreno	α_N
Ghiaie	0,15
Sabbie	0,12
Sabbie limosa	0,085

Di seguito si riporta un riepilogo della verifica alla capacità portante della singola colonna per le varie combinazioni imposte dalle NTC.

- SISMICA: Approccio 1 - Combinazione 1

$$Q_{s,d} = (Q_{s,k} + W) * A1 = [2110 + 338] * 1.0 = 2448 \text{ kN}$$

in cui W = peso della colonna stimato pari a $25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 13.5 \text{ m} = 338 \text{ kN}$

$$Q_{R,d} = \frac{1}{\zeta_3} \left(\frac{Q_{R,k}}{R1} \right) = \frac{1}{1.60} \left(\frac{7000}{1.0} \right) = 4375 \text{ kN}$$

- SISMICA: Approccio 1 - Combinazione 2

$$Q_{s,d} = (Q_{s,k} + W) * A2 = [2110 + 338] * 1.0 = 2448 \text{ kN}$$

in cui W = peso della colonna stimato pari a $25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 13.5 \text{ m} = 338 \text{ kN}$

$$Q_{R,d} = \frac{1}{\zeta_3} \left(\frac{Q_{R,k}}{R2} \right) = \frac{1}{1.60} \left(\frac{7000}{1.7} \right) = 2573 \text{ kN}$$

Dal confronto, per ciascuna delle suddette combinazioni, di $Q_{s,d}$ con $Q_{R,d}$ è possibile concludere che la verifica a capacità della singola colonna è soddisfatta.

- *Verifica SLU di tipo strutturale*

Il prodotto finale dell'applicazione della metodologia Jet-Grouting è una colonna le cui caratteristiche fisico-meccaniche sono incrementate in funzione principalmente della natura litologica originaria del suolo in sito e delle sue caratteristiche di addensamento e/o compattezza.

Ipotizzando, per il tipo di terreno in esame, un valore di resistenza a compressione monoassiale UCS pari a 12 Mpa (Keller, XXII Congresso AGI – Palermo 2004), è possibile concludere che essendo tale valore superiore al valore di $Q_{R,d}$ suddetto (7 Mpa), anche la verifica strutturale della singola colonna è soddisfatta.

- *Verifica SLE*

Il calcolo dei cedimenti della singola colonna è stato condotto sotto l'ipotesi di terreno a comportamento elastico-lineare.

Nel caso di terreno a comportamento elastico-lineare si è utilizzato il metodo di Poulos (1980):

$$W = \frac{Q *_{eser}}{E' * * L} I_w = \frac{2110}{16100 * 13.5} 1.8 = 0.017 \text{ m}$$

in cui:

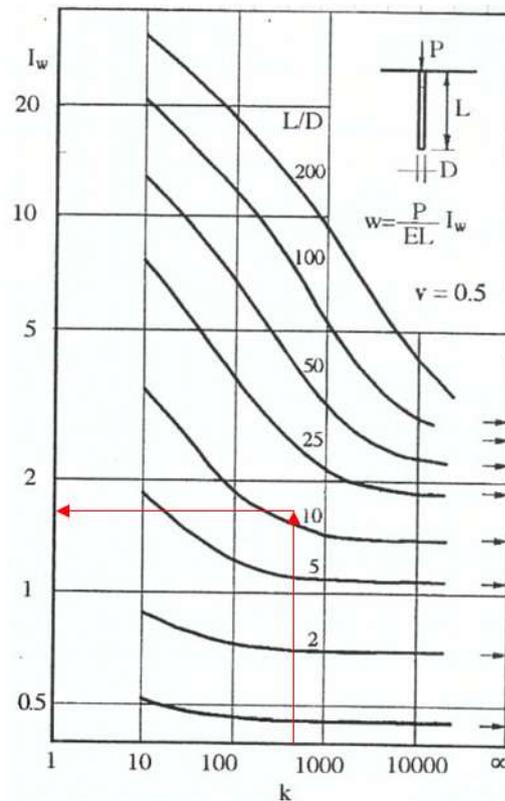
- $E'*$ = modulo di Young del terreno valutato alla base della colonna da S224;
- L = lunghezza della colonna = 13.5m;
- $Q *_{eser}$ = valore di calcolo del carico di esercizio = 2110 kN;

- $I_w = \text{coefficiente d'influenza} = 1.8$

Il valore di I_w è stato valutato dal grafico seguente, utilizzando i seguenti parametri:

- $k = \frac{E_{colonna}}{E^{*s}} = \frac{10000MPa}{16.1MPa} = 621$
- $D = \text{diametro colonna} = 1.2m;$

Figura L.12: Coefficienti di influenza I_w



Dalle analisi effettuate è possibile concludere che il cedimento di ciascuna colonna è accettabile per i manufatti stradali presenti a p.c.

M PROBLEMATICHE GEOTECNICHE E MODALITA' COSTRUTTIVE

Il lotto in esame presenta una varietà di litotipi che va da terreni sciolti (coesivi ed incoerenti) a terreni litoidi, e presentano pertanto problematiche geotecniche diverse e di conseguenza diverse modalità costruttive delle opere presenti.

Per quanto concerne gli scavi di sbancamento in corrispondenza delle varie opere d'arte, le pendenze degli scavi sono state via via calibrate al fine di assicurare la stabilità in fase costruttiva in relazione alla tipologia del terreno interessato.

Di seguito si riporta una tabella con le pendenze di scavo distinte per formazione.

Tabella M.1: Indicazioni progettuali pendenza scavi provvisionali lotto 8

Indicazioni progettuali scavi provvisionali di progetto lotto 8	
Formazione	Pendenza scarpate provvisionali (V/H)
a (incoerente)	2/3
a (coesivo)	1/1
ar	2/3
Pv	2/3
Pvl	5/1
Pvs	2/3
Qa	1/1
Qc(a)	5/1
Qc(a) (Sciolta)	2/3
TR	2/3
Trm	2/3
Ril. Esistente	2/3

Gli scavi di sbancamento in materiale sciolto (materie di qualunque natura e consistenza, asciutte o bagnate, salvo roccia dura o trovanti di grossa cubatura) vengono condotti a mano o con mezzi meccanici di idonea capacità; gli scavi di sbancamento in terreni litoidi vengono invece eseguiti mediante l'uso di mezzi di demolizione meccanica costituiti dal tipo di attrezzatura che l'impresa riterrà opportuna adoperare (martelloni, demolitore a barre, demolizione a mano ecc.).

Le fondazioni delle opere sono state progettate con fondazioni tipo diretta o indiretta, in funzione al carico agente e al carico limite terreno-struttura. Le fondazioni di tipo indiretta è prevista con pali trivellati di grande diametro, variabile tra Ø800÷ Ø 1500.

Durante la fase realizzativa dei pali trivellati, in particolare durante la perforazione in terreni sciolti e/o con presenza di falda occorre focalizzare l'attenzione al sostegno delle pareti: nonostante l'effetto arco che si produce sulla circonferenza possono accadere, in ragione del terreno attraversato, franamenti delle pareti. Come soluzione a tale problema è stato previsto l'utilizzo di una camicia di protezione in lamierino in ferro, di spessore adeguato, da infiggere nei tratti di potenziale instabilità del foro.

Laddove la perforazione dei pali trivellati interessa terreni litoidi, è necessario prevedere una perforazione attraverso l'uso di scalpelli o di altri mezzi idonei all'ammorsamento in roccia.

Le fasi in cui è articolata la realizzazione dei pali trivellati sono le seguenti:

preparazione del piano di lavoro;

- posizionamento dell'escavatore;
- inizio della perforazione del palo;
- posizionamento dell'avanpalo e della camicia di sostegno;
- esecuzione dello scavo fino a raggiungere la profondità di progetto;
- calaggio delle gabbie d'armatura con l'ausilio dell'escavatore o della gru di servizio;
- giunzione progressiva degli spezzoni delle gabbie posizionando lo spezzone successivo ed accoppiando i ferri mediante legatura o saldatura;
- calaggio del tubo getto da parte dell'escavatore o della gru di servizio e posizionamento dello stesso a circa 30 cm dal fondo dello scavo;
- getto del calcestruzzo attraverso il tubo-getto con autobetoniere e contemporaneo recupero della camicia di protezione.

Nel caso è previsto di procedere con l'infissione del lamierino seguono ulteriori fasi esecutive:

- esecuzione dello scavo fino al raggiungimento del banco ove è previsto l'inserimento della protezione;
- infissione del lamierino, con tecnologia idonea in funzione al materiale attraversato ed all'eventuale contenimento delle vibrazioni indotte, e contestualmente continuazione con la trivellazione fino al suo totale inserimento.

Nel caso sia previsto l'ammorsamento in roccia si eseguono le seguenti ulteriori fasi esecutive:

- interruzione della perforazione;
- sostituzione della testa di perforazione con mezzi idonei all'ammorsamento in roccia;
- perforazione della roccia fino al raggiungimento della profondità di progetto.

N ALLEGATI

INDICE

A	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA EC/A	3
B	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA QCA	13
C	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA AR	23
C.1	Combinazione statica	23
C.2	Combinazione sismica	26
D	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA QA	30
E	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA R	40
F	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO DI ROTTURA CORPO DEL RILEVATO CON MATERIALE DA CAVA O TAL QUALE	50
F.1	Combinazione statica	50
F.2	Combinazione sismica SLD	60
F.3	Combinazione sismica SLV.....	70
G	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO DI ROTTURA CORPO DEL RILEVATO CON MATERIALE STABILIZZATO	82
G.1	Combinazione statica	82
G.2	Combinazione sismica	92
H	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO DI ROTTURA CORPO DEL RILEVATO CON MATERIALE DA CAVA E FASCE LATERALI IN STABILIZZATO	103
H.1	Combinazione statica	103
H.2	Combinazione sismica	113
I	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO GENERALE RILEVATO PK 1+525	124
I.1	Combinazione statica	124
I.2	Combinazione sismica	127
J	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO GENERALE RILEVATO PK 7+625	132
J.1	Combinazione statica	132
J.2	Combinazione sismica	136
K	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO GENERALE RILEVATO PK 7+700	141
K.1	Combinazione statica	141



K.2	Combinazione sismica	144
-----	----------------------------	-----

A VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA EC/A

Progetto: *My* *Project*
Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 2:
A2+M2+R1

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRCv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
ec	16	16	22	0	N/A	N/A	N/A	10000	30000	0.46	2.2	N/A	N/A	True	Linear	
a	18.3	18.3	20.7	12.6	N/A	N/A	N/A	10000	40000	0.48	2.09	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m3)	PL (MPa)
ec	0.35	-	-	0.625	0.5	-	-	0	0	0	-
a	0.35	-	-	0.647	0.5	-	-	50	33.33	3143.04	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo vergine molla equivalente terreno lineare)
 Evc=modulo a compressioen (fase elastica) molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamento plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rapporto di sovraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	ec	1	0.62
3.5	a	1	0.65

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = -4.12 m, Destra = 12.15 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 16.18 m, Basso = 6.73 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

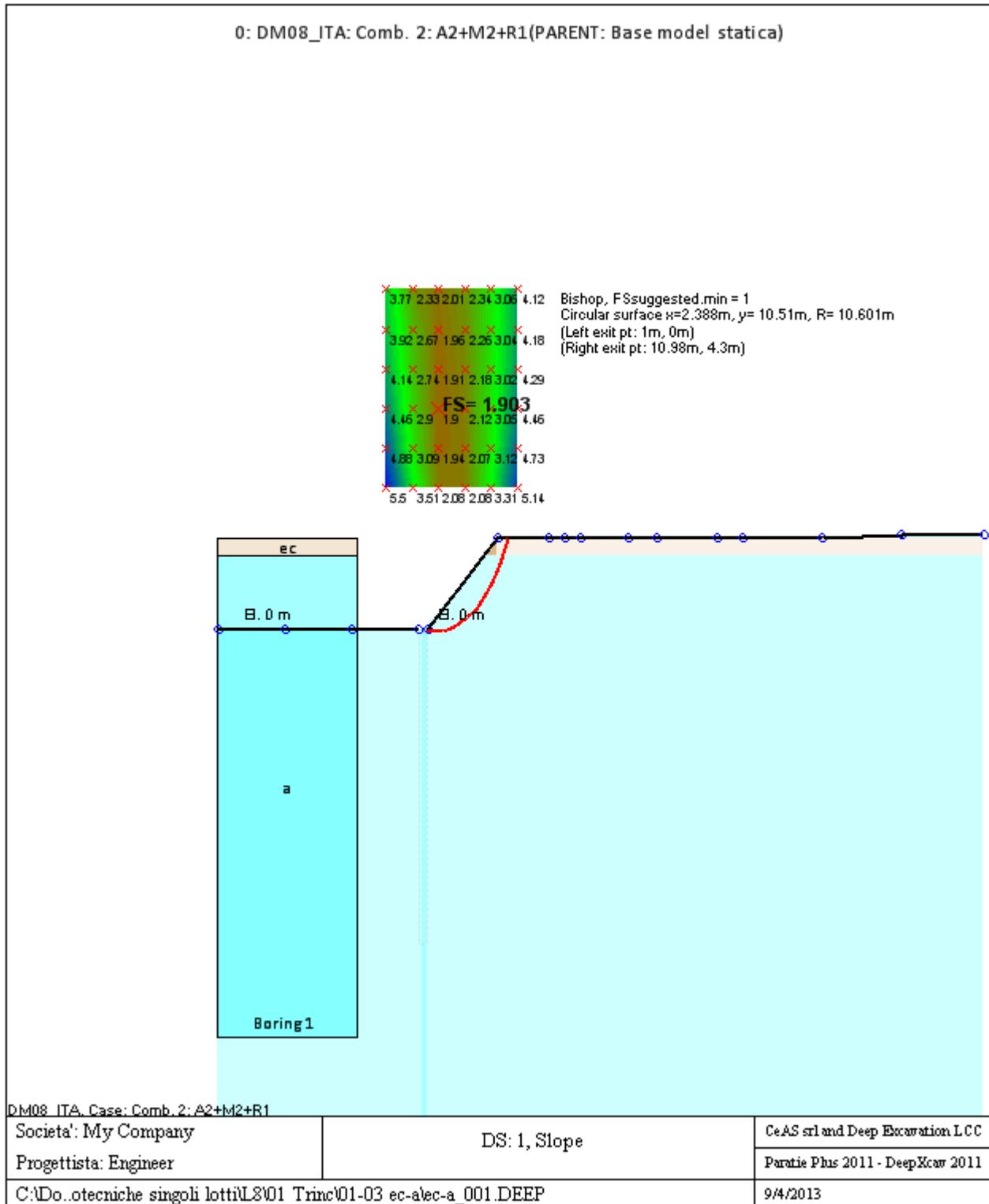
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 2.388$ $z = 10.51$ $FS = 1.903$

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	1	0	0	2	-0.08	0.5	1	4.82	16.82	10.08	5.3	0	0	6.2	5.9	0	0	0	0	0
1	2	-0.08	0.5	3	-0.07	1	1	-0.59	16.82	10.08	15.1	0	0	7.7	15	0	0	0	0	0
2	3	-0.07	1	3.99	0.03	1.5	1	-6	16.82	10.08	23.2	0	0	8.9	22.4	0	0	0	0	0
3	3.99	0.03	1.5	4.99	0.23	2	1.02	-	16.82	10.08	29.5	0	0	9.9	28.1	0	0	0	0	0
4	4.99	0.23	2	5.99	0.54	2.5	1.04	-	16.82	10.08	34	0	0	10.6	32.2	0	0	0	0	0
5	5.99	0.54	2.5	6.99	0.96	2.99	1.08	-	16.82	10.08	36.4	0	0	11.3	34.8	0	0	0	0	0
6	6.99	0.96	2.99	7.99	1.51	3.49	1.14	-	16.82	10.08	36.7	0	0	11.7	35.5	0	0	0	0	0
7	7.99	1.51	3.49	8.98	2.21	3.99	1.22	-	16.82	10.08	33.8	0	0	11.7	33.1	0	0	0	0	0
8	8.98	2.21	3.99	9.6	2.74	4.3	0.81	-	16.82	10.08	17.9	0	0	7.1	17.5	0	0	0	0	0
9	9.6	2.74	4.3	9.98	3.11	4.3	0.53	-	16.82	10.08	8.9	0	0	4.2	8.4	0	0	0	0	0
10	9.98	3.11	4.3	10.98	4.3	4.3	1.55	-	17.37	5.04	9.9	0	0	5.6	8.8	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall			node=numero			nodo
EL=quota						
Sht	L=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	sx
Sht	R=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	dx
Shs	L=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	sx
Shs	R=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	dx
q=pressioni		dovute		al		sovraccarico
U	L=pressione		acqua	a		sx
U	R=pressione		acqua	a		dx
M=momento		flettente		(per		metro)
V=taglio				(per		metro)
dx=spostamento						orizzontale
McapL=Momento			ultimo		lato	sx
McapR=Momento			ultimo		lato	dx
VcapL=Taglio		ultimo		resistente		lato
VcapR=Taglio		ultimo		resistente		lato

Progetto: My Project
Risultati per la Design Section 3: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRCv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
ec	16	16	22	0	N/A	N/A	N/A	10000	30000	0.46	2.2	N/A	N/A	True	Linear	
a	18.3	18.3	20.7	12.6	N/A	N/A	N/A	10000	40000	0.48	2.09	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m3)	PL (MPa)
ec	0.35	-	-	0.625	0.5	-	-	0	0	0	-
a	0.35	-	-	0.647	0.5	-	-	50	33.33	3143.04	-

gtot=peso specifico /totale terreno
gdry=peso secco del terreno
Frict=angolo di attrito di calcolo
C'=coesione efficace
Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
Evc=modulo a compressione en vergine molla equivalente terreno
Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
LIN= Lineare-Elastico-Perfettamento plastico
EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
Soil type=nome del terreno
OCR=rapporto di sovraconsolidazione
K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	ec	1	0.62
3.5	a	1	0.65

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = -1.18 m, Destra = 10.68 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 16.24 m, Basso = 5.17 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

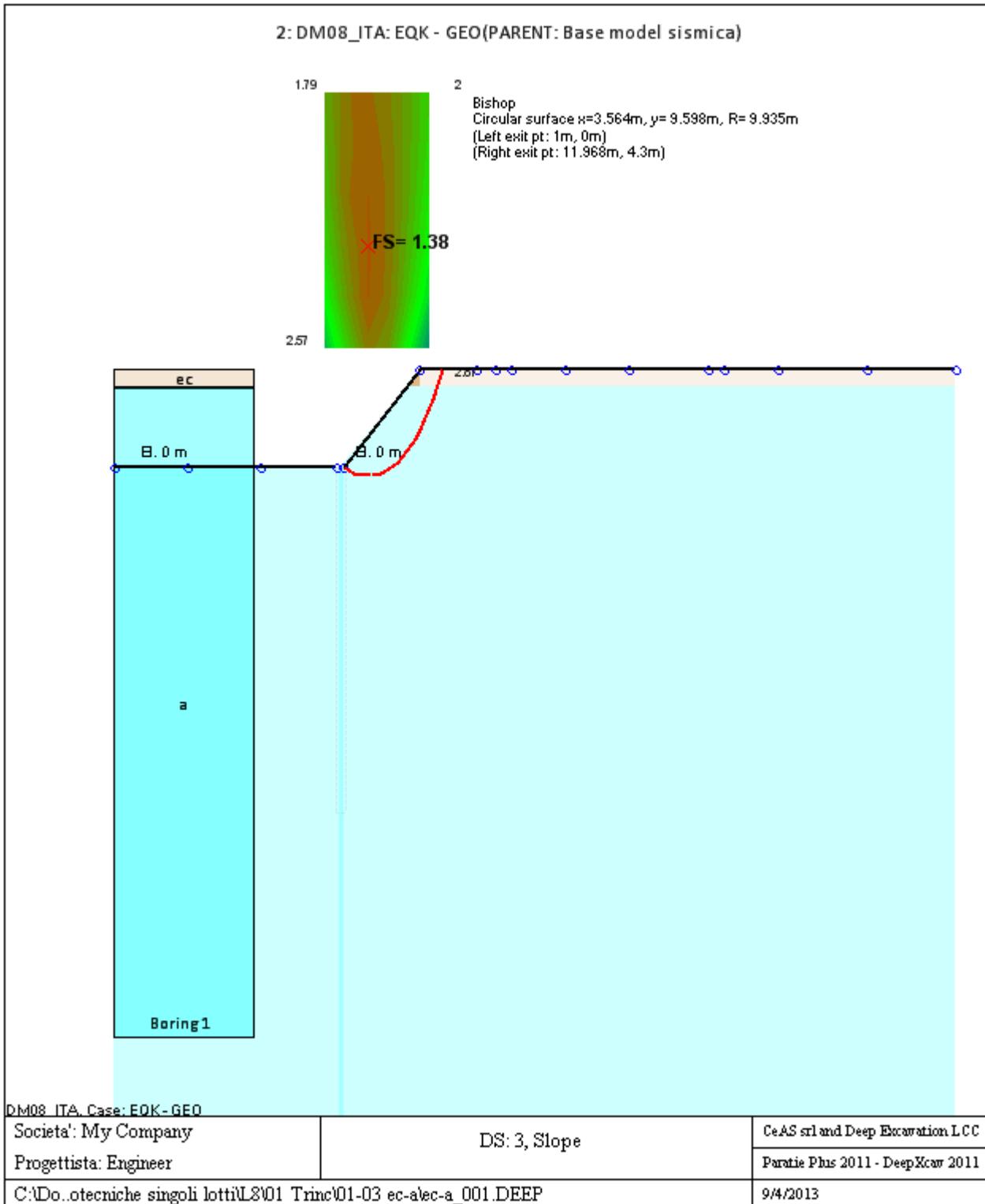
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 3.564$ $z = 9.598$ $FS = 1.38$

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	1	0	0	2	-0.21	0.5	1.02	12.02	16.82	10.08	6.5	0	0	9.4	9	0	0	0	0	0
1	2	-0.21	0.5	2.99	-0.32	1	1	6.18	16.82	10.08	18.5	0	0	11.9	21	0	0	0	0	0
2	2.99	-0.32	1	3.99	-0.33	1.5	1	0.41	16.82	10.08	28.7	0	0	14	30.5	0	0	0	0	0
3	3.99	-0.33	1.5	4.99	-0.23	1.99	1	-5.35	16.82	10.08	37	0	0	15.6	37.9	0	0	0	0	0
4	4.99	-0.23	1.99	5.99	-0.04	2.49	1.02	-	16.82	10.08	43.4	0	0	17	43.6	0	0	0	0	0
5	5.99	-0.04	2.49	6.98	0.27	2.99	1.04	-	16.82	10.08	47.9	0	0	18.1	47.6	0	0	0	0	0
6	6.98	0.27	2.99	7.98	0.7	3.49	1.09	-	16.82	10.08	50.3	0	0	18.9	50	0	0	0	0	0
7	7.98	0.7	3.49	8.98	1.27	3.99	1.15	-	16.82	10.08	49.7	0	0	19.3	49.8	0	0	0	0	0
8	8.98	1.27	3.99	9.6	1.71	4.3	0.76	-	16.82	10.08	29.4	0	0	12.1	29.7	0	0	0	0	0
9	9.6	1.71	4.3	9.97	2.01	4.3	0.48	-	16.82	10.08	16	0	0	7	16.2	0	0	0	0	0
10	9.97	2.01	4.3	10.97	2.98	4.3	1.39	-	16.82	10.08	31.1	0	0	16.7	29.9	0	0	0	0	0
11	10.97	2.98	4.3	11.97	4.3	4.3	1.66	-	17.37	5.04	11.2	0	0	8.1	8.9	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall			node=numero			nodo
EL=quota						
Sht	L=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	sx paratia
Sht	R=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	dx paratia
Shs	L=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	sx paratia
Shs	R=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	dx paratia
q=pressioni		dovute		al		sovraccarico
U	L=pressione		acqua	a		sx paratia
U	R=pressione		acqua	a		dx paratia
M=momento		flettente		(per		metro)
V=taglio				(per		metro)
dx=spostamento						orizzontale
McapL=Momento			ultimo		lato	sx
McapR=Momento			ultimo		lato	dx
VcapL=Taglio		ultimo		resistente	lato	sx
VcapR=Taglio		ultimo		resistente	lato	sx

B VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA QCA

Progetto: *My* *Project*
Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 2:
A2+M2+R1

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRCv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qca	17.9	17.9	31.6	6.6	N/A	N/A	N/A	10000	30000	0.31	3.2	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qca	0.35	-	-	0.476	0.5	-	-	0	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome di del terreno
 OCR=rappporto di sopraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	Qca	1	0.48

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = -2.79 m, Destra = 3.23 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 15.02 m, Basso = 6.66 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

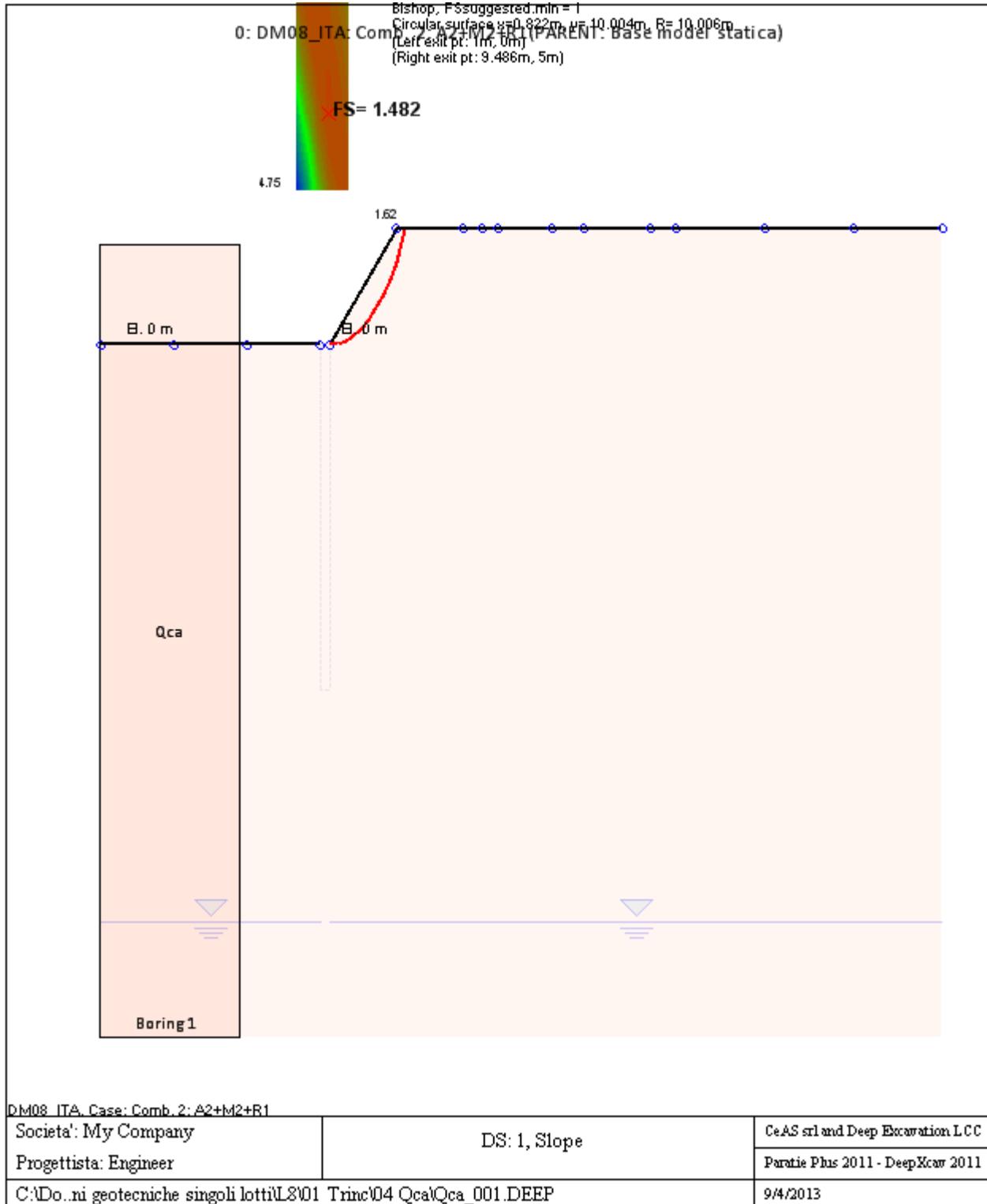
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 0.822$ $z = 10.004$ $FS = 1.482$

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	1	0	0	1.85	0.05	0.57	0.85	-3.45	26.2	5.28	3.9	0	0	4.2	3.7	0	0	0	0	0
1	1.85	0.05	0.57	2.7	0.18	1.13	0.86	-8.35	26.2	5.28	11.2	0	0	6.5	10.3	0	0	0	0	0
2	2.7	0.18	1.13	3.55	0.38	1.7	0.87	-13.3	26.2	5.28	17.3	0	0	8.4	15.8	0	0	0	0	0
3	3.55	0.38	1.7	4.39	0.66	2.26	0.89	-18.36	26.2	5.28	22.2	0	0	9.9	20.1	0	0	0	0	0
4	4.39	0.66	2.26	5.24	1.03	2.83	0.93	-23.57	26.2	5.28	25.9	0	0	11.1	23.4	0	0	0	0	0
5	5.24	1.03	2.83	6.09	1.5	3.39	0.97	-29	26.2	5.28	28.1	0	0	11.9	25.5	0	0	0	0	0
6	6.09	1.5	3.39	6.94	2.09	3.96	1.03	-34.74	26.2	5.28	28.6	0	0	12.4	26.2	0	0	0	0	0
7	6.94	2.09	3.96	7.79	2.82	4.53	1.12	-40.92	26.2	5.28	27.2	0	0	12.4	25.2	0	0	0	0	0
8	7.79	2.82	4.53	8.5	3.59	5	1.04	-47.13	26.2	5.28	19.8	0	0	9.9	18.5	0	0	0	0	0
9	8.5	3.59	5	9.49	5	5	1.72	-55.06	26.2	5.28	12.5	0	0	9.1	8.8	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall		node=numero		nodo			
EL=quota							
Sht	L=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	sx	paratia
Sht	R=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	dx	paratia
Shs	L=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	sx	paratia
Shs	R=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	dx	paratia
q=pressioni		dovute		al			sovraccarico
U	L=pressione		acqua	a		sx	paratia
U	R=pressione		acqua	a		dx	paratia
M=momento		flettente		(per			metro)
V=taglio				(per			metro)
dx=postamento							orizzontale
McapL=Momento		ultimo		lato			sx
McapR=Momento		ultimo		lato			dx
VcapL=Taglio		ultimo	resistente			lato	sx
VcapR=Taglio		ultimo	resistente	lato			dx

Progetto: My Project
Risultati per la Design Section 3: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRCv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qca	17.9	17.9	31.6	6.6	N/A	N/A	N/A	10000	30000	0.31	3.2	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qca	0.35	-	-	0.476	0.5	-	-	0	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome di del terreno
 OCR=rappporto di sopraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	Qca	1	0.48

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = -1.18 m, Destra = 4.61 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 12.16 m, Basso = 6.29 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

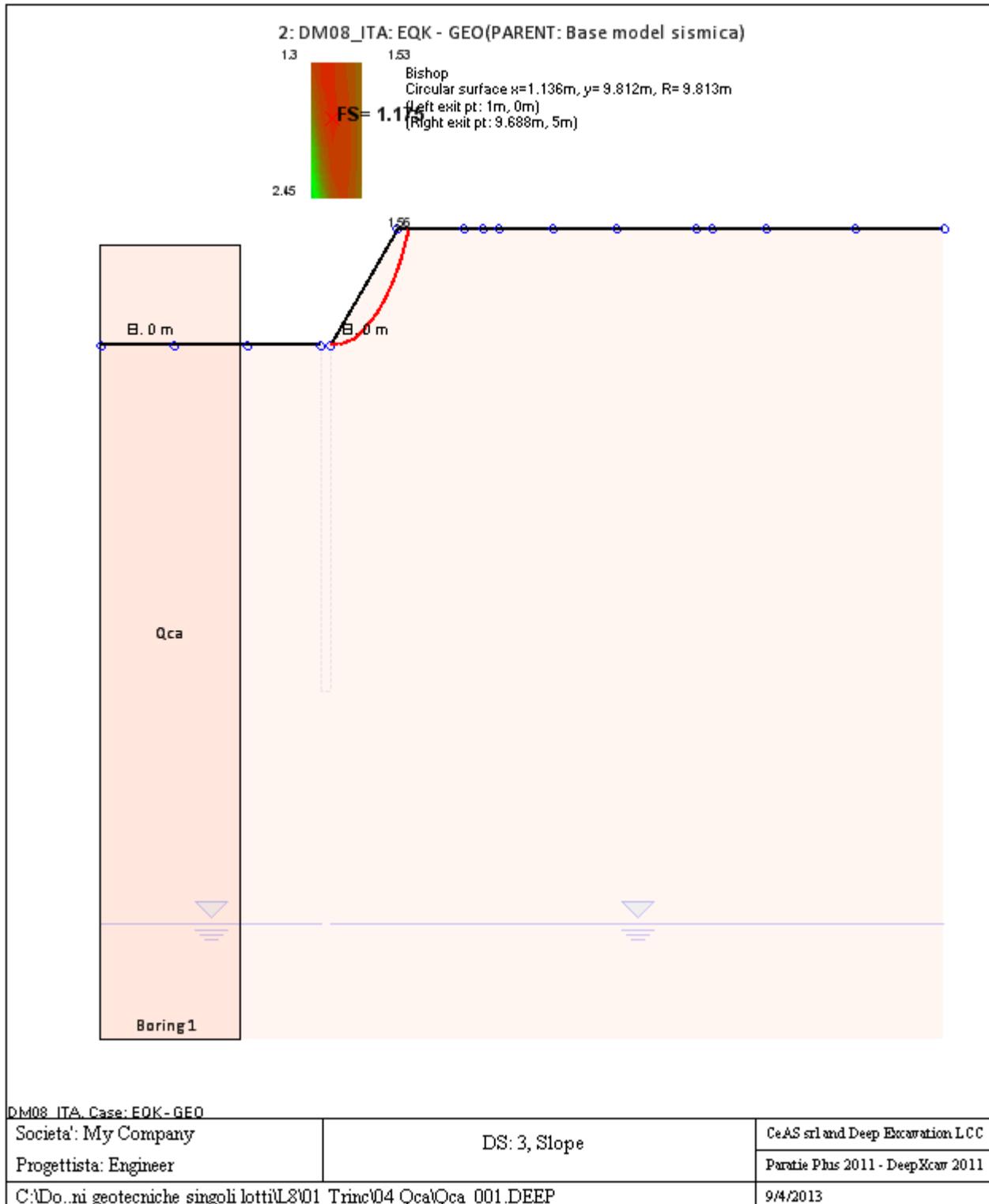
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

C VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA AR

C.1 Combinazione statica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: trincea_4+150_statica_paratia

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: Trm-ar
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.79 degrees
Water Surface: None

Material: Trov B - ar
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: None

Material: Qa A

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.2 kN/m³
Cohesion: 5.68 kPa
Friction Angle: 16.57 degrees
Water Surface: None

Material: Qa A-AM

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 18.72 kPa
Friction Angle: 17.07 degrees
Water Surface: None

Support Properties

Support: Paraita

Paraita

Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.7 m
Pile Shear Strength: 332 kN

List of Coordinates

Material Boundary – A-Qa

227.353	144.963
230.069	144.963
262.435	144.963

Material Boundary - Trov. B - ar

231.445	147.009
234.202	147.009
262.435	147.009

Material Boundary – A-AM Qa

217.144	139.635
262.435	139.358

External Boundary

197.394	140.590
196.644	140.589
196.644	125.589
262.435	125.589
262.435	139.358
262.435	144.963
262.435	147.009
262.435	150.791
260.910	150.704
260.096	150.657
257.303	150.499
257.170	150.489
257.156	150.488
257.138	150.486

257.115	150.484
253.755	150.224
253.359	150.188
252.847	150.141
252.155	150.077
251.148	149.982
249.162	149.803
247.975	149.689
246.798	149.582
246.193	149.547
246.013	149.503
245.972	149.493
239.663	148.813
236.590	148.499
235.132	148.831
235.097	148.834
231.445	147.009
227.353	144.963
225.353	144.963
215.353	139.963
214.933	139.732
214.903	139.635
214.853	139.478
212.853	139.728
207.353	140.113
203.603	140.375
199.853	140.638
199.353	140.673
198.603	140.673

Support

226.425	144.963
226.425	136.965

Search Grid Coordinates

194.242	130.581
237.451	130.581
237.451	181.096
194.242	181.096

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

Support Properties

Support: Paraita

Paraita

Support Type: Micro-Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 0.7 m

Pile Shear Strength: 332 kN

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.371770

Center: 218.214, 148.694

Radius: 8.637

Left Slip Surface Endpoint: 216.078, 140.325
Right Slip Surface Endpoint: 226.004, 144.963
Resisting Moment=1315.29 kN-m
Driving Moment=958.828 kN-m

C.2 Combinazione sismica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: trincea_4+150_sismica_paratia

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.123
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.062

Material Properties

Material: Trm-ar
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³

Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.79 degrees
Water Surface: None

Material: Trov B - ar
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: None

Material: Qa A
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.2 kN/m³
Cohesion: 5.68 kPa
Friction Angle: 16.57 degrees
Water Surface: None

Material: Trm-ar prati armati
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 12 kPa
Friction Angle: 24.79 degrees
Water Surface: None

Material: Trov B ar prati armati
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 12 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: None

Material: A-Qa prati armati
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.2 kN/m³
Cohesion: 17.68 kPa
Friction Angle: 16.57 degrees
Water Surface: None

Material: Qa A-AM
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 18.72 kPa
Friction Angle: 17.07 degrees
Water Surface: None

Support Properties

Support: Paraita
Paraita
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.7 m
Pile Shear Strength: 332 kN

List of Coordinates

Material Boundary A - Qa

227.353	144.963
230.069	144.963
262.435	144.963

Material Boundary Trov B - ar

231.445	147.009
234.202	147.009
262.435	147.009

Material Boundary A-AM - Qa

217.144	139.635
262.435	139.358

Material Boundary – Prati armati

214.903	139.635
217.144	139.635
225.328	143.652
227.421	143.652
230.069	144.963
234.202	147.009
235.132	147.469
235.132	148.831

External Boundary

197.394	140.590
196.644	140.589
196.644	125.589
262.435	125.589
262.435	139.358
262.435	144.963
262.435	147.009
262.435	150.791
260.910	150.704
260.096	150.657
257.303	150.499
257.170	150.489
257.156	150.488
257.138	150.486
257.115	150.484
253.755	150.224
253.359	150.188
252.847	150.141
252.155	150.077
251.148	149.982
249.162	149.803
247.975	149.689
246.798	149.582
246.193	149.547
246.013	149.503
245.972	149.493
239.663	148.813
236.590	148.499
235.132	148.831
235.097	148.834
231.445	147.009
227.353	144.963
225.353	144.963

215.353	139.963
214.933	139.732
214.903	139.635
214.853	139.478
212.853	139.728
207.353	140.113
203.603	140.375
199.853	140.638
199.353	140.673
198.603	140.673

Support

226.425	144.963
226.425	136.965

Search Grid Coordinates

194.242	130.581
238.841	130.581
238.841	193.583
194.242	193.583

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

Support Properties

Support: Paraita

Paraita

Support Type: Micro-Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 0.7 m

Pile Shear Strength: 332 kN

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.282190

Center: 218.772, 147.906

Radius: 8.046

Left Slip Surface Endpoint: 216.078, 140.325

Right Slip Surface Endpoint: 226.260, 144.963

Resisting Moment=1723.81 kN-m

Driving Moment=1344.42 kN-m

D VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA QA

Progetto: *My* *Project*
Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 2:
A2+M2+R1

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRCv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qa	17.7	17.7	19	12	N/A	N/A	N/A	10000	40000	0.51	1.96	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qa	0.35	-	-	0.674	0.5	-	-	50	33.33	3143.04	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome di del terreno
 OCR=rappporto di sopraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	Qa	1	0.67

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = -1.46 m, Destra = 4.33 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 9.7 m, Basso = 4.65 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

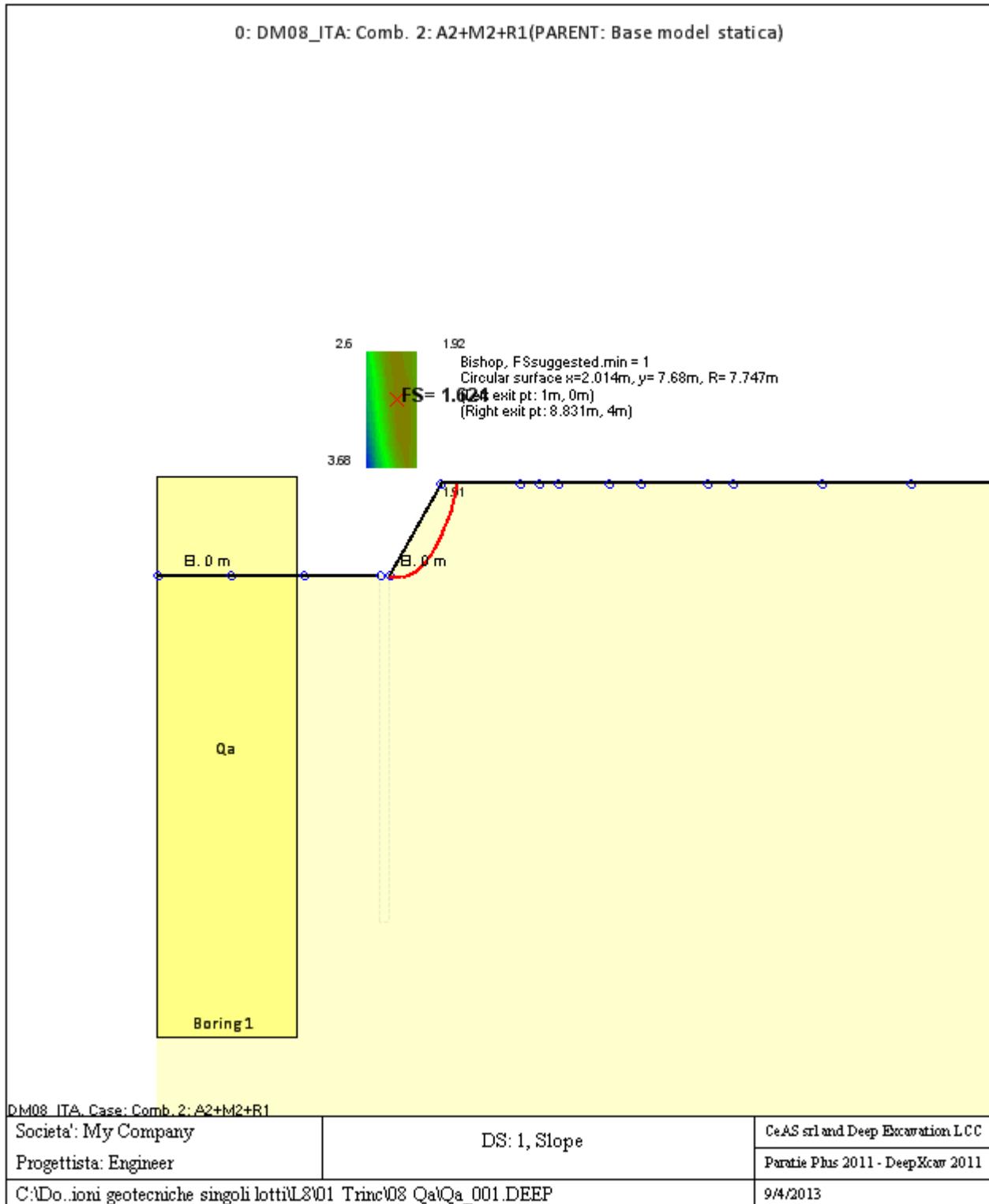
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Progetto: My Project
Risultati per la Design Section 3: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRCv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qa	17.7	17.7	19	12	N/A	N/A	N/A	10000	40000	0.51	1.96	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qa	0.35	-	-	0.674	0.5	-	-	50	33.33	3143.04	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome di del terreno
 OCR=rappporto di sopraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	Qa	1	0.67

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 0.05 m, Destra = 8.58 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 12.24 m, Basso = 5.95 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

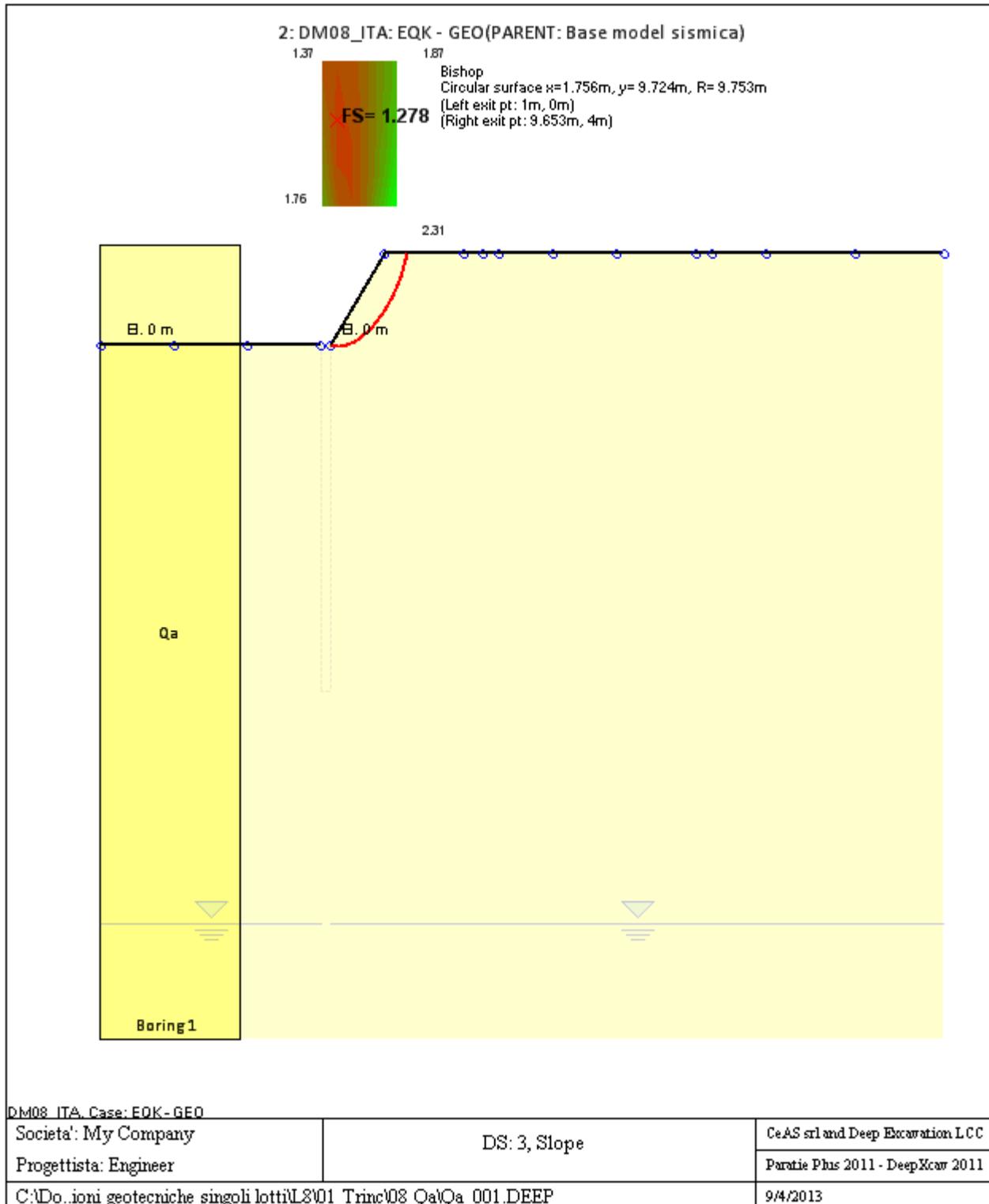
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a x = 1.756 z= 9.724 FS= 1.278

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	1	0	0	1.87	-0.03	0.58	0.87	1.9	15.4	9.6	4.6	0	0	7.6	5.2	0	0	0	0	0
1	1.87	-0.03	0.58	2.73	0.02	1.15	0.87	-3.19	15.4	9.6	13.3	0	0	9.4	13.6	0	0	0	0	0
2	2.73	0.02	1.15	3.6	0.15	1.73	0.87	-8.3	15.4	9.6	20.8	0	0	11	20.7	0	0	0	0	0
3	3.6	0.15	1.73	4.46	0.35	2.31	0.89	-13.49	15.4	9.6	27.1	0	0	12.4	26.6	0	0	0	0	0
4	4.46	0.35	2.31	5.33	0.65	2.88	0.91	-18.79	15.4	9.6	32.1	0	0	13.6	31.3	0	0	0	0	0
5	5.33	0.65	2.88	6.19	1.04	3.46	0.95	-24.26	15.4	9.6	35.7	0	0	14.7	34.9	0	0	0	0	0
6	6.19	1.04	3.46	7	1.5	4	0.93	-29.79	15.4	9.6	35.2	0	0	14.5	34.8	0	0	0	0	0
7	7	1.5	4	7.92	2.17	4	1.14	-35.87	15.4	9.6	35.4	0	0	16	34.7	0	0	0	0	0
8	7.92	2.17	4	8.79	2.97	4	1.18	-42.67	15.4	9.6	22	0	0	13.1	19.6	0	0	0	0	0
9	8.79	2.97	4	9.65	4	4	1.35	-50.1	15.4	9.6	7.9	0	0	10.3	0.8	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall node=numero nodo
 EL=quota
 Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia
 Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia
 Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia
 Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia
 q=pressioni dovute al sovraccarico
 U L=pressione acqua a sx paratia
 U R=pressione acqua a dx paratia
 M=momento flettente (per metro)
 V=taglio (per metro)
 dx=postamento orizzontale
 McapL=Momento ultimo lato sx
 McapR=Momento ultimo lato dx
 VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx
 VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

E VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA R

Progetto: *My* *Project*
Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 2:
A2+M2+R1

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRCv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
R	17	17	33	0	N/A	N/A	N/A	10000	40000	0.3	3.39	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
R	0.35	-	-	0.455	0.5	-	-	50	33.33	3143.04	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome di del terreno
 OCR=rappporto di sopraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	R	1	0.46

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 3.12 m, Destra = 11.62 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 14.69 m, Basso = 6.73 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

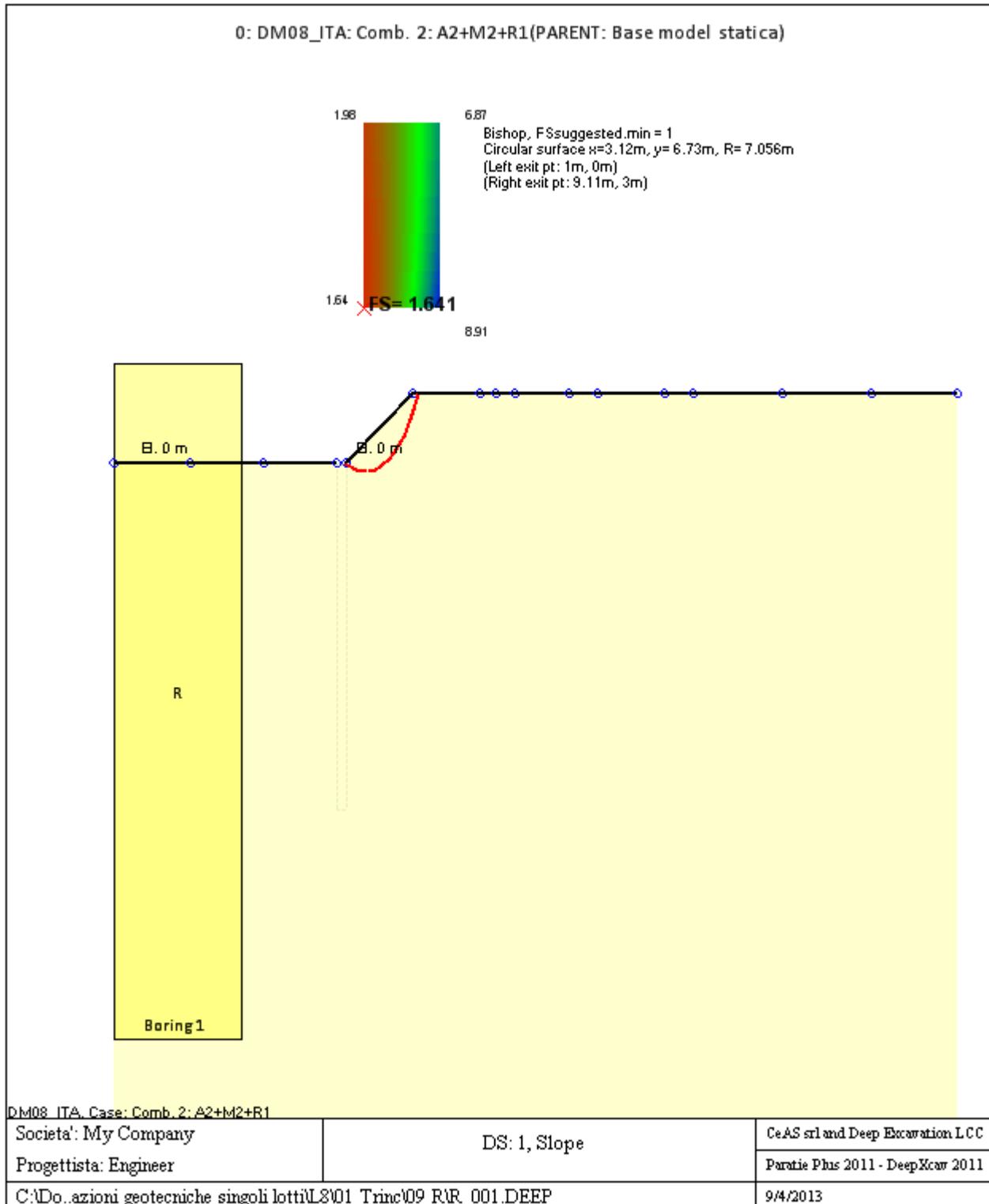
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 3.12$ $z = 6.73$ $FS = 1.641$

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	1	0	0	1.81	-0.2	0.32	0.84	14.09	27.45	0	3.6	0	0	1.3	4.1	0	0	0	0	0
1	1.81	-0.2	0.32	2.62	-0.31	0.65	0.82	7.37	27.45	0	10.2	0	0	3.4	10.8	0	0	0	0	0
2	2.62	-0.31	0.65	3.43	-0.32	0.97	0.81	0.75	27.45	0	15.5	0	0	4.9	15.6	0	0	0	0	0
3	3.43	-0.32	0.97	4.24	-0.24	1.3	0.82	-5.85	27.45	0	19.5	0	0	6	19	0	0	0	0	0
4	4.24	-0.24	1.3	5.05	-0.06	1.62	0.83	-12.54	27.45	0	22.1	0	0	6.7	21.2	0	0	0	0	0
5	5.05	-0.06	1.62	5.87	0.23	1.95	0.86	-19.41	27.45	0	23.4	0	0	7.1	22.3	0	0	0	0	0
6	5.87	0.23	1.95	6.68	0.64	2.27	0.91	-26.58	27.45	0	23.1	0	0	7.1	22.3	0	0	0	0	0
7	6.68	0.64	2.27	7.49	1.19	2.6	0.98	-34.26	27.45	0	21	0	0	6.6	20.9	0	0	0	0	0
8	7.49	1.19	2.6	8.5	2.16	3	1.41	-43.96	27.45	0	19.3	0	0	6.5	20.5	0	0	0	0	0
9	8.5	2.16	3	9.11	3	3	1.03	-53.88	27.45	0	4.3	0	0	1.6	5.1	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall		node=numero		nodo			
EL=quota							
Sht	L=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	sx	paratia
Sht	R=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	dx	paratia
Shs	L=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	sx	paratia
Shs	R=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	dx	paratia
q=pressioni		dovute		al			sovraccarico
U	L=pressione		acqua	a		sx	paratia
U	R=pressione		acqua	a		dx	paratia
M=momento		flettente		(per			metro)
V=taglio				(per			metro)
dx=postamento							orizzontale
McapL=Momento			ultimo			lato	sx
McapR=Momento			ultimo			lato	dx
VcapL=Taglio		ultimo		resistente		lato	sx
VcapR=Taglio		ultimo	resistente			lato	dx

Progetto: My Project
Risultati per la Design Section 3: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRCv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
R	17	17	33	0	N/A	N/A	N/A	10000	40000	0.3	3.39	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
R	0.35	-	-	0.455	0.5	-	-	50	33.33	3143.04	-

gtot=peso specifico /totale terreno
 gdry=peso secco del terreno
 Frict=angolo di attrito di calcolo
 C'=coesione efficace
 Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate
 Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)
 Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno
 Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno
 Kap= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco
 Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco
 Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco
 Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)
 LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico
 EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo
 SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rappporto di sopraconsolidazione
 K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
4.3	R	1	0.46

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.001%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 2.66 m, Destra = 11.62 m, Spaziatura orizzontale = 5

Alto = 15.21 m, Basso = 6.96 m, Spaziatura verticale = 5

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

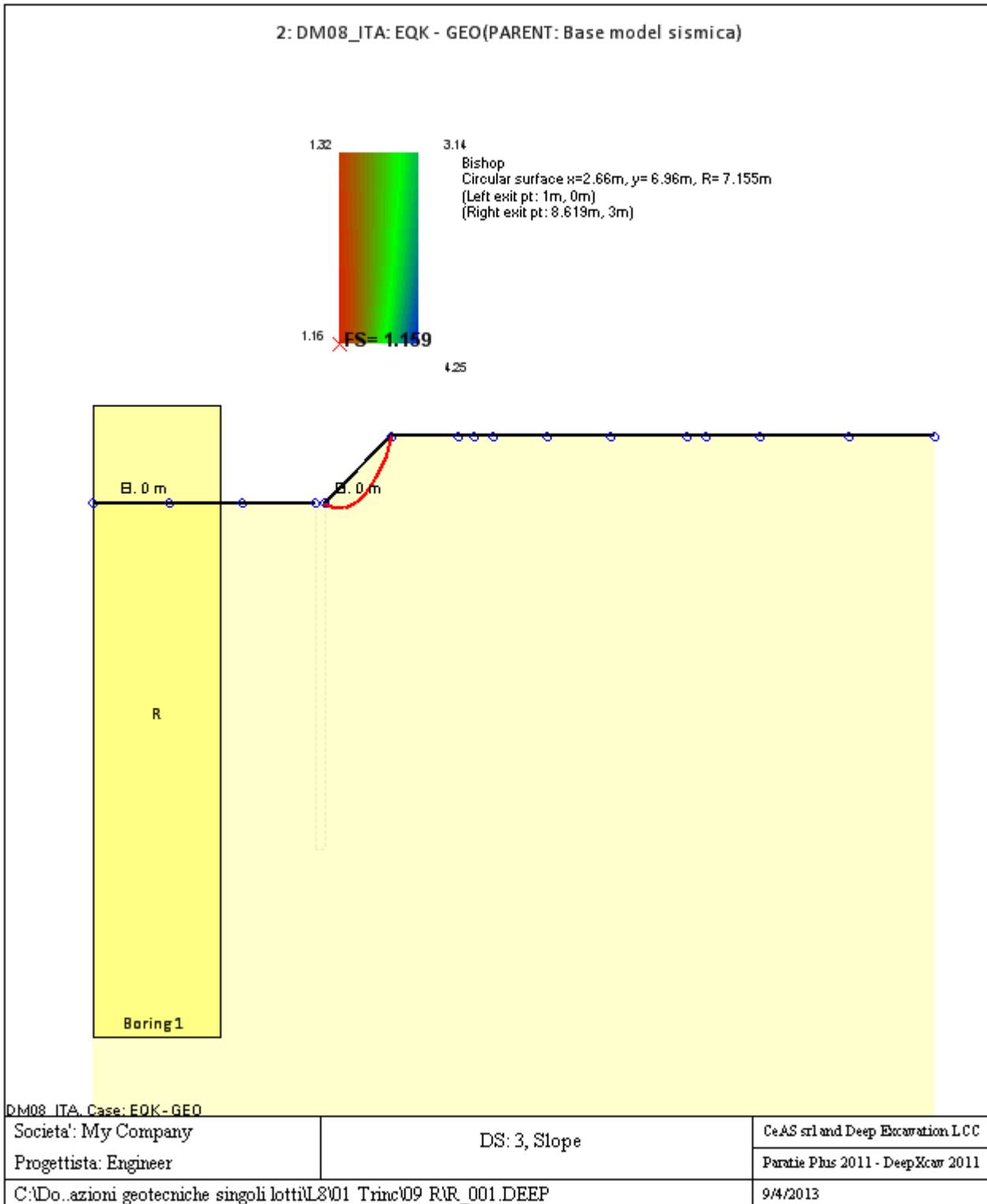
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 2: DM08_ITA: EQK - GEO

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 2.66$ $z = 6.96$ $FS = 1.159$

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsL	ZtL	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
0	1	0	0	1.76	-0.14	0.3	0.77	10.31	27.45	0	2.9	0	0	1.5	3.4	0	0	0	0	0
1	1.76	-0.14	0.3	2.52	-0.19	0.61	0.76	4.15	27.45	0	8.1	0	0	4	8.9	0	0	0	0	0
2	2.52	-0.19	0.61	3.29	-0.17	0.91	0.76	-1.96	27.45	0	12.2	0	0	5.7	12.8	0	0	0	0	0
3	3.29	-0.17	0.91	4.05	-0.06	1.22	0.77	-8.1	27.45	0	15.3	0	0	6.9	15.4	0	0	0	0	0
4	4.05	-0.06	1.22	4.81	0.14	1.52	0.79	-	27.45	0	17.3	0	0	7.6	17	0	0	0	0	0
5	4.81	0.14	1.52	5.57	0.42	1.83	0.81	-	27.45	0	18.1	0	0	7.9	17.6	0	0	0	0	0
6	5.57	0.42	1.83	6.33	0.82	2.13	0.86	-	27.45	0	17.6	0	0	7.7	17.1	0	0	0	0	0
7	6.33	0.82	2.13	7.1	1.35	2.44	0.93	-34.6	27.45	0	15.6	0	0	6.9	15.3	0	0	0	0	0
8	7.1	1.35	2.44	7.86	2.04	2.74	1.03	-	27.45	0	11.6	0	0	5.3	11.8	0	0	0	0	0
9	7.86	2.04	2.74	8.5	2.83	3	1.01	-	27.45	0	4.8	0	0	2.3	5.2	0	0	0	0	0
10	8.5	2.83	3	8.62	3	3	0.21	-	27.45	0	0.2	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0

LEGENDA

Wall			node=numero			nodo
EL=quota						
Sht	L=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	sx
Sht	R=pressione	terreno	orizzontale	totale	a	dx
Shs	L=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	sx
Shs	R=pressione	terreno	orizzontale	efficace	a	dx
q=pressioni		dovute		al		sovraccarico
U	L=pressione		acqua	a		sx
U	R=pressione		acqua	a		dx
M=momento		flettente		(per		(metro)
V=taglio				(per		(metro)
dx=spostamento						orizzontale
McapL=Momento			ultimo		lato	sx
McapR=Momento			ultimo		lato	dx
VcapL=Taglio		ultimo		resistente		lato
VcapR=Taglio		ultimo		resistente		lato

F VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO DI ROTTURA CORPO DEL RILEVATO CON MATERIALE DA CAVA O TAL QUALE

F.1 Combinazione statica

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.310
Fattore Stratigrafia 'S'	1.107
Coeff. Sismico Kh	0.000
Coeff. Sismico Kv	0.000
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	37.160
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	36.000
Ordinata Polo (m):	37.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO

DATI GENERALI DI VERIFICA

Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
		2	3.00	0.00				
		3	37.18	20.00				
		4	45.93	25.00				
		5	47.93	25.00				
		6	51.43	27.00				
		7	52.93	27.00				
		8	96.44	27.00				
		9	101.44	25.00				
		10	108.94	20.00				
		11	120.00	20.00				
1	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900	1	37.18	19.50
						2	39.18	19.50
						3	48.43	25.00
						4	50.43	25.00
						5	53.43	27.00
						6	91.44	27.00
						7	94.44	25.00
						8	96.44	25.00
						9	103.94	19.50
						10	108.44	19.50
2	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900			

DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin (m)	Int. fin. (t/ml)
---------------	-----------------	----------------------	-----------------	---------------------

DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin (m)	Int. fin. (t/ml)
1	52.93	2.600	94.44	2.600

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	36.0	37.0	17.0	1,3675							
2	37.0	37.0	17.0	1,4543							
3	38.0	37.0	17.0	1,5129							
4	39.0	37.0	17.1	1,5984							
5	40.0	37.0	17.2	1,6488							
6	41.0	37.0	17.4	1,7363							
7	42.0	37.0	17.7	1,8545							
8	43.0	37.0	18.0	1,9985							
9	44.0	37.0	18.3	2,1669							
10	45.0	37.0	18.7	2,3586							
11	36.0	38.0	18.0	1,4007							
12	37.0	38.0	18.0	1,4647							
13	38.0	38.0	18.0	1,5251							
14	39.0	38.0	18.1	1,5907							
15	40.0	38.0	18.2	1,6517							
16	41.0	38.0	18.4	1,7461							
17	42.0	38.0	18.6	1,8669							
18	43.0	38.0	18.9	2,0109							
19	44.0	38.0	19.3	2,177							
20	45.0	38.0	19.6	2,3648							
21	36.0	39.0	19.0	1,4219							
22	37.0	39.0	19.0	1,4711							
23	38.0	39.0	19.0	1,5433							
24	39.0	39.0	19.1	1,589							
25	40.0	39.0	19.2	1,6608							
26	41.0	39.0	19.4	1,7602							
27	42.0	39.0	19.6	1,883							
28	43.0	39.0	19.9	2,0266							
29	44.0	39.0	20.2	2,1906							
30	45.0	39.0	20.6	2,3751							
31	36.0	40.0	20.0	1,4336							
32	37.0	40.0	20.0	1,4842							
33	38.0	40.0	20.0	1,5463							
34	39.0	40.0	20.1	1,5948							
35	40.0	40.0	20.2	1,6745							
36	41.0	40.0	20.4	1,7777							
37	42.0	40.0	20.6	1,9015							
38	43.0	40.0	20.8	2,0448							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
39	44.0	40.0	21.1	2,2071							
40	45.0	40.0	21.5	2,3884							
41	36.0	41.0	21.0	1,4411							
42	37.0	41.0	21.0	1,5032							
43	38.0	41.0	21.0	1,5467							
44	39.0	41.0	21.1	1,6063							
45	40.0	41.0	21.2	1,6917							
46	41.0	41.0	21.3	1,7978							
47	42.0	41.0	21.6	1,9224							
48	43.0	41.0	21.8	2,0651							
49	44.0	41.0	22.1	2,2254							
50	45.0	41.0	22.4	2,404							
51	36.0	42.0	22.0	1,4545							
52	37.0	42.0	22.0	1,515							
53	38.0	42.0	22.0	1,554							
54	39.0	42.0	22.1	1,6218							
55	40.0	42.0	22.2	1,7115							
56	41.0	42.0	22.3	1,8198							
57	42.0	42.0	22.5	1,945							
58	43.0	42.0	22.8	2,0869							
59	44.0	42.0	23.0	2,2457							
60	45.0	42.0	23.4	2,4217							
61	36.0	43.0	23.0	1,4731							
62	37.0	43.0	23.0	1,5157							
63	38.0	43.0	23.0	1,5663							
64	39.0	43.0	23.1	1,6404							
65	40.0	43.0	23.2	1,7334							
66	41.0	43.0	23.3	1,8431							
67	42.0	43.0	23.5	1,9687							
68	43.0	43.0	23.7	2,1101							
69	44.0	43.0	24.0	2,2673							
70	45.0	43.0	24.3	2,4408							
71	36.0	44.0	24.0	1,492							
72	37.0	44.0	24.0	1,5232							
73	38.0	44.0	24.0	1,5823							
74	39.0	44.0	24.1	1,6612							
75	40.0	44.0	24.2	1,7568							
76	41.0	44.0	24.3	1,8678							
77	42.0	44.0	24.5	1,9937							
78	43.0	44.0	24.7	2,1343							
79	44.0	44.0	25.0	2,2901							
80	45.0	44.0	25.2	2,4618							
81	36.0	45.0	25.0	1,4929							
82	37.0	45.0	25.0	1,5357							
83	38.0	45.0	25.0	1,6011							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
84	39.0	45.0	25.1	1,6836							
85	40.0	45.0	25.2	1,7815							
86	41.0	45.0	25.3	1,8934							
87	42.0	45.0	25.5	2,0192							
88	43.0	45.0	25.7	2,1591							
89	44.0	45.0	25.9	2,3137							
90	45.0	45.0	26.2	2,4834							
91	36.0	46.0	26.0	1,5003							
92	37.0	46.0	26.0	1,5516							
93	38.0	46.0	26.0	1,6219							
94	39.0	46.0	26.1	1,7073							
95	40.0	46.0	26.2	1,8067							
96	41.0	46.0	26.3	1,9194							
97	42.0	46.0	26.4	2,0453							
98	43.0	46.0	26.6	2,1848							
99	44.0	46.0	26.9	2,3381							
100	45.0	46.0	27.2	2,5058							

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio	h	L	α	c	ϕ	W	hw	Qw	Tcn	Tgg
N.ro	(m)	(m)	(°)	(t/mq)	(°)	(t)	(m)	(t)	(t)	(t)
1	0.06	0.22	4.36	0.00	32.0	0.02	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0.16	0.22	5.11	0.00	32.0	0.07	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0.27	0.22	5.86	0.00	32.0	0.11	0.0	0.00	0.00	0.00
4	0.37	0.22	6.61	0.00	32.0	0.16	0.0	0.00	0.00	0.00
5	0.47	0.22	7.36	0.00	32.0	0.20	0.0	0.00	0.00	0.00
6	0.57	0.22	8.12	0.00	32.0	0.24	0.0	0.00	0.00	0.00
7	0.66	0.23	8.88	0.00	32.0	0.28	0.0	0.00	0.00	0.00
8	0.75	0.23	9.63	0.00	32.0	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00
9	0.84	0.23	10.39	0.00	32.0	0.36	0.0	0.00	0.00	0.00
10	0.93	0.23	11.16	0.00	32.0	0.39	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1.01	0.23	11.92	0.00	32.0	0.43	0.0	0.00	0.00	0.00
12	1.09	0.23	12.68	0.00	32.0	0.46	0.0	0.00	0.00	0.00
13	1.16	0.23	13.45	0.00	32.0	0.49	0.0	0.00	0.00	0.00
14	1.23	0.23	14.22	0.00	32.0	0.52	0.0	0.00	0.00	0.00
15	1.30	0.23	15.00	0.00	32.0	0.55	0.0	0.00	0.00	0.00
16	1.37	0.23	15.77	0.00	32.0	0.58	0.0	0.00	0.00	0.00
17	1.43	0.23	16.55	0.00	32.0	0.61	0.0	0.00	0.00	0.00
18	1.49	0.23	17.33	0.00	32.0	0.63	0.0	0.00	0.00	0.00
19	1.55	0.23	18.12	0.00	32.0	0.65	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
20	1.60	0.24	18.91	0.00	32.0	0.68	0.0	0.00	0.00	0.00
21	1.65	0.24	19.70	0.00	32.0	0.70	0.0	0.00	0.00	0.00
22	1.70	0.24	20.50	0.00	32.0	0.72	0.0	0.00	0.00	0.00
23	1.74	0.24	21.30	0.00	32.0	0.73	0.0	0.00	0.00	0.00
24	1.78	0.24	22.10	0.00	32.0	0.75	0.0	0.00	0.00	0.00
25	1.81	0.24	22.91	0.00	32.0	0.77	0.0	0.00	0.00	0.00
26	1.84	0.24	23.73	0.00	32.0	0.78	0.0	0.00	0.00	0.00
27	1.87	0.24	24.55	0.00	32.0	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
28	1.89	0.25	25.37	0.00	32.0	0.80	0.0	0.00	0.00	0.00
29	1.91	0.25	26.20	0.00	32.0	0.81	0.0	0.00	0.00	0.00
30	1.93	0.25	27.04	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
31	1.94	0.25	27.88	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
32	1.95	0.25	28.73	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
33	1.95	0.26	29.59	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
34	1.95	0.26	30.45	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
35	1.94	0.26	31.33	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
36	1.93	0.26	32.21	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
37	1.92	0.27	33.10	0.00	32.0	0.81	0.0	0.00	0.00	0.00
38	1.90	0.27	33.99	0.00	32.0	0.80	0.0	0.00	0.00	0.00
39	1.87	0.27	34.90	0.00	32.0	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
40	1.82	0.27	35.82	0.00	32.0	0.77	0.0	0.00	0.00	0.00
41	1.65	0.28	36.75	0.00	32.0	0.70	0.0	0.00	0.00	0.00
42	1.48	0.28	37.69	0.00	32.0	0.63	0.0	0.00	0.00	0.00
43	1.31	0.28	38.64	0.00	32.0	0.55	0.0	0.00	0.00	0.00
44	1.13	0.29	39.60	0.00	32.0	0.48	0.0	0.00	0.00	0.00
45	0.94	0.29	40.58	0.00	32.0	0.40	0.0	0.00	0.00	0.00
46	0.75	0.30	41.57	0.00	32.0	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00
47	0.55	0.30	42.58	0.00	32.0	0.23	0.0	0.00	0.00	0.00
48	0.34	0.31	43.61	0.00	32.0	0.14	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.15	0.31	44.65	0.00	32.0	0.06	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.05	0.32	45.71	0.00	32.0	0.02	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	0	0														
1	2	0	0														
2	3	0	0														
3	4	0	0														
4	5	.1	0														
5	6	.1	0														
6	7	.2	0														
7	8	.3	0														
8	9	.4	0														
9	10	.5	0														
10	11	.6	0														
11	12	.7	0														
12	13	.8	0														
13	14	.9	0														
14	15	1	0														
15	16	1.1	0														
16	17	1.1	0														
17	18	1.2	0														
18	19	1.3	0														
19	20	1.4	0														
20	21	1.5	0														
21	22	1.5	0														
22	23	1.6	0														
23	24	1.7	0														
24	25	1.7	0														
25	26	1.7	0														
26	27	1.8	0														
27	28	1.8	0														
28	29	1.8	0														
29	30	1.8	0														
30	31	1.7	0														
31	32	1.7	0														
32	33	1.7	0														
33	34	1.6	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
34	35	1.5	0														
35	36	1.4	0														
36	37	1.3	0														
37	38	1.2	0														
38	39	1.1	0														
39	40	1	0														
40	41	.8	0														
41	42	.7	0														
42	43	.6	0														
43	44	.4	0														
44	45	.3	0														
45	46	.2	0														
46	47	.1	0														
47	48	0	0														
48	49	0	0														
49	50	0	0														
50		0	0														

F.2 Combinazione sismica SLD

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.310
Fattore Stratigrafia 'S'	1.107
Coeff. Sismico Kh	0.038
Coeff. Sismico Kv	0.019
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	37.160
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	36.000
Ordinata Polo (m):	37.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
		2	3.00	0.00				
		3	37.18	20.00				
		4	45.93	25.00				
		5	47.93	25.00				
		6	51.43	27.00				
		7	52.93	27.00				
		8	96.44	27.00				
		9	101.44	25.00				
		10	108.94	20.00				
		11	120.00	20.00				

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900	1	37.18	19.50
						2	39.18	19.50
						3	48.43	25.00
						4	50.43	25.00
						5	53.43	27.00
						6	91.44	27.00
						7	94.44	25.00
						8	96.44	25.00
						9	103.94	19.50
						10	108.44	19.50
2	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	36.0	37.0	17.0	1,2512							
2	37.0	37.0	17.0	1,3281							
3	38.0	37.0	17.0	1,3811							
4	39.0	37.0	17.1	1,4571							
5	40.0	37.0	17.2	1,5605							
6	41.0	37.0	17.4	1,6865							
7	42.0	37.0	17.7	1,8334							
8	43.0	37.0	18.0	2,0002							
9	44.0	37.0	18.3	2,1875							
10	45.0	37.0	18.7	2,3951							
11	36.0	38.0	18.0	1,2798							
12	37.0	38.0	18.0	1,3369							
13	38.0	38.0	18.0	1,3911							
14	39.0	38.0	18.1	1,4744							
15	40.0	38.0	18.2	1,5805							
16	41.0	38.0	18.4	1,7065							
17	42.0	38.0	18.6	1,8516							
18	43.0	38.0	18.9	2,0151							
19	44.0	38.0	19.3	2,1974							
20	45.0	38.0	19.6	2,3987							
21	36.0	39.0	19.0	1,298							
22	37.0	39.0	19.0	1,3422							
23	38.0	39.0	19.0	1,4063							
24	39.0	39.0	19.1	1,4944							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
25	40.0	39.0	19.2	1,6024							
26	41.0	39.0	19.4	1,7282							
27	42.0	39.0	19.6	1,8716							
28	43.0	39.0	19.9	2,0321							
29	44.0	39.0	20.2	2,2101							
30	45.0	39.0	20.6	2,4059							
31	36.0	40.0	20.0	1,308							
32	37.0	40.0	20.0	1,3533							
33	38.0	40.0	20.0	1,4249							
34	39.0	40.0	20.1	1,5166							
35	40.0	40.0	20.2	1,6258							
36	41.0	40.0	20.4	1,7512							
37	42.0	40.0	20.6	1,8927							
38	43.0	40.0	20.8	2,0505							
39	44.0	40.0	21.1	2,2247							
40	45.0	40.0	21.5	2,4156							
41	36.0	41.0	21.0	1,3144							
42	37.0	41.0	21.0	1,3694							
43	38.0	41.0	21.0	1,4461							
44	39.0	41.0	21.1	1,5402							
45	40.0	41.0	21.2	1,6503							
46	41.0	41.0	21.3	1,7751							
47	42.0	41.0	21.6	1,915							
48	43.0	41.0	21.8	2,0702							
49	44.0	41.0	22.1	2,2407							
50	45.0	41.0	22.4	2,4273							
51	36.0	42.0	22.0	1,3259							
52	37.0	42.0	22.0	1,3884							
53	38.0	42.0	22.0	1,469							
54	39.0	42.0	22.1	1,5649							
55	40.0	42.0	22.2	1,6754							
56	41.0	42.0	22.3	1,7998							
57	42.0	42.0	22.5	1,9381							
58	43.0	42.0	22.8	2,0907							
59	44.0	42.0	23.0	2,258							
60	45.0	42.0	23.4	2,4405							
61	36.0	43.0	23.0	1,3417							
62	37.0	43.0	23.0	1,4095							
63	38.0	43.0	23.0	1,4931							
64	39.0	43.0	23.1	1,5904							
65	40.0	43.0	23.2	1,701							
66	41.0	43.0	23.3	1,8246							
67	42.0	43.0	23.5	1,9615							
68	43.0	43.0	23.7	2,112							
69	44.0	43.0	24.0	2,2765							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
70	45.0	43.0	24.3	2,4551							
71	36.0	44.0	24.0	1,3606							
72	37.0	44.0	24.0	1,4323							
73	38.0	44.0	24.0	1,5181							
74	39.0	44.0	24.1	1,6164							
75	40.0	44.0	24.2	1,7269							
76	41.0	44.0	24.3	1,8499							
77	42.0	44.0	24.5	1,9856							
78	43.0	44.0	24.7	2,134							
79	44.0	44.0	25.0	2,2956							
80	45.0	44.0	25.2	2,4711							
81	36.0	45.0	25.0	1,3815							
82	37.0	45.0	25.0	1,4561							
83	38.0	45.0	25.0	1,5436							
84	39.0	45.0	25.1	1,6426							
85	40.0	45.0	25.2	1,7532							
86	41.0	45.0	25.3	1,8754							
87	42.0	45.0	25.5	2,0095							
88	43.0	45.0	25.7	2,156							
89	44.0	45.0	25.9	2,3153							
90	45.0	45.0	26.2	2,4876							
91	36.0	46.0	26.0	1,4037							
92	37.0	46.0	26.0	1,4808							
93	38.0	46.0	26.0	1,5694							
94	39.0	46.0	26.1	1,6689							
95	40.0	46.0	26.2	1,7793							
96	41.0	46.0	26.3	1,9008							
97	42.0	46.0	26.4	2,0338							
98	43.0	46.0	26.6	2,1786							
99	44.0	46.0	26.9	2,3354							
100	45.0	46.0	27.2	2,5048							

CARATTERISTICHE CONCI											
Superficie di Scorrimento N.ro: 1											
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)	
1	0.06	0.22	4.36	0.00	32.0	0.02	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	0.16	0.22	5.11	0.00	32.0	0.07	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	0.27	0.22	5.86	0.00	32.0	0.11	0.0	0.00	0.00	0.00	
4	0.37	0.22	6.61	0.00	32.0	0.16	0.0	0.00	0.00	0.00	
5	0.47	0.22	7.36	0.00	32.0	0.20	0.0	0.00	0.00	0.00	
6	0.57	0.22	8.12	0.00	32.0	0.24	0.0	0.00	0.00	0.00	
7	0.66	0.23	8.88	0.00	32.0	0.28	0.0	0.00	0.00	0.00	

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
8	0.75	0.23	9.63	0.00	32.0	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00
9	0.84	0.23	10.39	0.00	32.0	0.36	0.0	0.00	0.00	0.00
10	0.93	0.23	11.16	0.00	32.0	0.39	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1.01	0.23	11.92	0.00	32.0	0.43	0.0	0.00	0.00	0.00
12	1.09	0.23	12.68	0.00	32.0	0.46	0.0	0.00	0.00	0.00
13	1.16	0.23	13.45	0.00	32.0	0.49	0.0	0.00	0.00	0.00
14	1.23	0.23	14.22	0.00	32.0	0.52	0.0	0.00	0.00	0.00
15	1.30	0.23	15.00	0.00	32.0	0.55	0.0	0.00	0.00	0.00
16	1.37	0.23	15.77	0.00	32.0	0.58	0.0	0.00	0.00	0.00
17	1.43	0.23	16.55	0.00	32.0	0.61	0.0	0.00	0.00	0.00
18	1.49	0.23	17.33	0.00	32.0	0.63	0.0	0.00	0.00	0.00
19	1.55	0.23	18.12	0.00	32.0	0.65	0.0	0.00	0.00	0.00
20	1.60	0.24	18.91	0.00	32.0	0.68	0.0	0.00	0.00	0.00
21	1.65	0.24	19.70	0.00	32.0	0.70	0.0	0.00	0.00	0.00
22	1.70	0.24	20.50	0.00	32.0	0.72	0.0	0.00	0.00	0.00
23	1.74	0.24	21.30	0.00	32.0	0.73	0.0	0.00	0.00	0.00
24	1.78	0.24	22.10	0.00	32.0	0.75	0.0	0.00	0.00	0.00
25	1.81	0.24	22.91	0.00	32.0	0.77	0.0	0.00	0.00	0.00
26	1.84	0.24	23.73	0.00	32.0	0.78	0.0	0.00	0.00	0.00
27	1.87	0.24	24.55	0.00	32.0	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
28	1.89	0.25	25.37	0.00	32.0	0.80	0.0	0.00	0.00	0.00
29	1.91	0.25	26.20	0.00	32.0	0.81	0.0	0.00	0.00	0.00
30	1.93	0.25	27.04	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
31	1.94	0.25	27.88	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
32	1.95	0.25	28.73	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
33	1.95	0.26	29.59	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
34	1.95	0.26	30.45	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
35	1.94	0.26	31.33	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
36	1.93	0.26	32.21	0.00	32.0	0.82	0.0	0.00	0.00	0.00
37	1.92	0.27	33.10	0.00	32.0	0.81	0.0	0.00	0.00	0.00
38	1.90	0.27	33.99	0.00	32.0	0.80	0.0	0.00	0.00	0.00
39	1.87	0.27	34.90	0.00	32.0	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
40	1.82	0.27	35.82	0.00	32.0	0.77	0.0	0.00	0.00	0.00
41	1.65	0.28	36.75	0.00	32.0	0.70	0.0	0.00	0.00	0.00
42	1.48	0.28	37.69	0.00	32.0	0.63	0.0	0.00	0.00	0.00
43	1.31	0.28	38.64	0.00	32.0	0.55	0.0	0.00	0.00	0.00
44	1.13	0.29	39.60	0.00	32.0	0.48	0.0	0.00	0.00	0.00
45	0.94	0.29	40.58	0.00	32.0	0.40	0.0	0.00	0.00	0.00
46	0.75	0.30	41.57	0.00	32.0	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
47	0.55	0.30	42.58	0.00	32.0	0.23	0.0	0.00	0.00	0.00
48	0.34	0.31	43.61	0.00	32.0	0.14	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.15	0.31	44.65	0.00	32.0	0.06	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.05	0.32	45.71	0.00	32.0	0.02	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.29
8	0.00	0.00	0.00	0.01	0.32
9	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36
10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.40
11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.43
12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.47
13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.50
14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.53
15	0.00	0.00	0.00	0.01	0.56
16	0.00	0.00	0.00	0.01	0.59
17	0.00	0.00	0.00	0.01	0.62
18	0.00	0.00	0.00	0.01	0.64
19	0.00	0.00	0.00	0.01	0.67
20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.69
21	0.00	0.00	0.00	0.01	0.71
22	0.00	0.00	0.00	0.01	0.73
23	0.00	0.00	0.00	0.01	0.75
24	0.00	0.00	0.00	0.01	0.77
25	0.00	0.00	0.00	0.01	0.78

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
26	0.00	0.00	0.00	0.01	0.79
27	0.00	0.00	0.00	0.02	0.81
28	0.00	0.00	0.00	0.02	0.82
29	0.00	0.00	0.00	0.02	0.82
30	0.00	0.00	0.00	0.02	0.83
31	0.00	0.00	0.00	0.02	0.84
32	0.00	0.00	0.00	0.02	0.84
33	0.00	0.00	0.00	0.02	0.84
34	0.00	0.00	0.00	0.02	0.84
35	0.00	0.00	0.00	0.02	0.84
36	0.00	0.00	0.00	0.02	0.83
37	0.00	0.00	0.00	0.02	0.83
38	0.00	0.00	0.00	0.02	0.82
39	0.00	0.00	0.00	0.02	0.81
40	0.00	0.00	0.00	0.01	0.78
41	0.00	0.00	0.00	0.01	0.71
42	0.00	0.00	0.00	0.01	0.64
43	0.00	0.00	0.00	0.01	0.56
44	0.00	0.00	0.00	0.01	0.49
45	0.00	0.00	0.00	0.01	0.41
46	0.00	0.00	0.00	0.01	0.32
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	-.1	0														
1	2	0	0														
2	3	0	0														
3	4	0	0														
4	5	.1	0														
5	6	.1	0														
6	7	.2	0														
7	8	.3	0														
8	9	.4	0														
9	10	.5	0														
10	11	.6	0														
11	12	.7	0														
12	13	.8	0														
13	14	.9	0														
14	15	1	0														
15	16	1.1	0														
16	17	1.2	0														
17	18	1.3	0														
18	19	1.3	0														
19	20	1.4	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
20	21	1.5	0														
21	22	1.6	0														
22	23	1.6	0														
23	24	1.7	0														
24	25	1.7	0														
25	26	1.8	0														
26	27	1.8	0														
27	28	1.8	0														
28	29	1.8	0														
29	30	1.8	0														
30	31	1.8	0														
31	32	1.7	0														
32	33	1.7	0														
33	34	1.6	0														
34	35	1.6	0														
35	36	1.5	0														
36	37	1.4	0														
37	38	1.3	0														
38	39	1.1	0														
39	40	1	0														
40	41	.9	0														
41	42	.7	0														
42	43	.6	0														
43	44	.4	0														
44	45	.3	0														
45	46	.2	0														
46	47	.1	0														
47	48	0	0														
48	49	0	0														
49	50	0	0														
50		0	0														

F.3 Combinazione sismica SLV

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.310
Fattore Stratigrafia 'S'	1.107
Coeff. Sismico Kh	0.123
Coeff. Sismico Kv	0.062
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	37.160
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	37.000
Ordinata Polo (m):	37.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
						2	3.00	0.00
						3	37.18	20.00
						4	45.93	25.00
						5	47.93	25.00
						6	51.43	27.00
						7	52.93	27.00
						8	96.44	27.00
						9	101.44	25.00
						10	108.94	20.00
						11	120.00	20.00
1	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900	1	37.18	19.50
						2	39.18	19.50
						3	48.43	25.00
						4	50.43	25.00
						5	53.43	27.00
						6	91.44	27.00
						7	94.44	25.00
						8	96.44	25.00
						9	103.94	19.50
						10	108.44	19.50
2	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	37.0	37.0	17.0	1,1146							
2	38.0	37.0	17.0	1,1589							
3	39.0	37.0	17.1	1,2205							
4	40.0	37.0	17.2	1,3022							
5	41.0	37.0	17.4	1,3996							
6	42.0	37.0	17.7	1,5111							
7	43.0	37.0	18.0	1,6351							
8	44.0	37.0	18.3	1,7714							
9	45.0	37.0	18.7	1,9192							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
10	46.0	37.0	19.2	2,0777							
11	37.0	38.0	18.0	1,121							
12	38.0	38.0	18.0	1,1659							
13	39.0	38.0	18.1	1,2323							
14	40.0	38.0	18.2	1,3151							
15	41.0	38.0	18.4	1,4116							
16	42.0	38.0	18.6	1,5206							
17	43.0	38.0	18.9	1,6411							
18	44.0	38.0	19.3	1,7726							
19	45.0	38.0	19.6	1,9147							
20	46.0	38.0	20.1	2,067							
21	37.0	39.0	19.0	1,1249							
22	38.0	39.0	19.0	1,1767							
23	39.0	39.0	19.1	1,2461							
24	40.0	39.0	19.2	1,3295							
25	41.0	39.0	19.4	1,4249							
26	42.0	39.0	19.6	1,5317							
27	43.0	39.0	19.9	1,6488							
28	44.0	39.0	20.2	1,7761							
29	45.0	39.0	20.6	1,9132							
30	46.0	39.0	21.0	2,0596							
31	37.0	40.0	20.0	1,1331							
32	38.0	40.0	20.0	1,1899							
33	39.0	40.0	20.1	1,2613							
34	40.0	40.0	20.2	1,3449							
35	41.0	40.0	20.4	1,4392							
36	42.0	40.0	20.6	1,5437							
37	43.0	40.0	20.8	1,6578							
38	44.0	40.0	21.1	1,7813							
39	45.0	40.0	21.5	1,9139							
40	46.0	40.0	21.9	2,0551							
41	37.0	41.0	21.0	1,1449							
42	38.0	41.0	21.0	1,2051							
43	39.0	41.0	21.1	1,2777							
44	40.0	41.0	21.2	1,3611							
45	41.0	41.0	21.3	1,4542							
46	42.0	41.0	21.6	1,5566							
47	43.0	41.0	21.8	1,6679							
48	44.0	41.0	22.1	1,7879							
49	45.0	41.0	22.4	1,9163							
50	46.0	41.0	22.8	2,0529							
51	37.0	42.0	22.0	1,1588							
52	38.0	42.0	22.0	1,2214							
53	39.0	42.0	22.1	1,2947							
54	40.0	42.0	22.2	1,3778							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
55	41.0	42.0	22.3	1,4697							
56	42.0	42.0	22.5	1,5701							
57	43.0	42.0	22.8	1,6787							
58	44.0	42.0	23.0	1,7955							
59	45.0	42.0	23.4	1,9201							
60	46.0	42.0	23.7	2,0523							
61	37.0	43.0	23.0	1,1742							
62	38.0	43.0	23.0	1,2385							
63	39.0	43.0	23.1	1,3123							
64	40.0	43.0	23.2	1,3947							
65	41.0	43.0	23.3	1,4854							
66	42.0	43.0	23.5	1,5839							
67	43.0	43.0	23.7	1,6902							
68	44.0	43.0	24.0	1,8041							
69	45.0	43.0	24.3	1,9252							
70	46.0	43.0	24.6	2,0534							
71	37.0	44.0	24.0	1,1906							
72	38.0	44.0	24.0	1,2562							
73	39.0	44.0	24.1	1,3301							
74	40.0	44.0	24.2	1,4119							
75	41.0	44.0	24.3	1,5014							
76	42.0	44.0	24.5	1,5983							
77	43.0	44.0	24.7	1,7023							
78	44.0	44.0	25.0	1,8133							
79	45.0	44.0	25.2	1,9314							
80	46.0	44.0	25.6	2,056							
81	37.0	45.0	25.0	1,2079							
82	38.0	45.0	25.0	1,2741							
83	39.0	45.0	25.1	1,348							
84	40.0	45.0	25.2	1,4293							
85	41.0	45.0	25.3	1,5175							
86	42.0	45.0	25.5	1,6125							
87	43.0	45.0	25.7	1,7144							
88	44.0	45.0	25.9	1,8231							
89	45.0	45.0	26.2	1,9381							
90	46.0	45.0	26.5	2,0597							
91	37.0	46.0	26.0	1,2256							
92	38.0	46.0	26.0	1,2922							
93	39.0	46.0	26.1	1,366							
94	40.0	46.0	26.2	1,4464							
95	41.0	46.0	26.3	1,5334							
96	42.0	46.0	26.4	1,6271							
97	43.0	46.0	26.6	1,727							
98	44.0	46.0	26.9	1,8332							
99	45.0	46.0	27.2	1,9455							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 1											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
100	46.0	46.0	27.5	2.0639							

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio	h	L	α	c	ϕ	W	hw	Qw	Tcn	Tgg
N.ro	(m)	(m)	(°)	(t/mq)	(°)	(t)	(m)	(t)	(t)	(t)
1	0.07	0.26	1.05	0.00	32.0	0.04	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0.21	0.26	1.93	0.00	32.0	0.11	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0.35	0.26	2.81	0.00	32.0	0.17	0.0	0.00	0.00	0.00
4	0.49	0.26	3.69	0.00	32.0	0.24	0.0	0.00	0.00	0.00
5	0.62	0.26	4.57	0.00	32.0	0.31	0.0	0.00	0.00	0.00
6	0.74	0.26	5.45	0.00	32.0	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
7	0.87	0.26	6.33	0.00	32.0	0.43	0.0	0.00	0.00	0.00
8	0.98	0.26	7.22	0.00	32.0	0.49	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1.10	0.26	8.10	0.00	32.0	0.54	0.0	0.00	0.00	0.00
10	1.21	0.26	8.99	0.00	32.0	0.60	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1.31	0.26	9.88	0.00	32.0	0.65	0.0	0.00	0.00	0.00
12	1.41	0.27	10.78	0.00	32.0	0.70	0.0	0.00	0.00	0.00
13	1.51	0.27	11.67	0.00	32.0	0.75	0.0	0.00	0.00	0.00
14	1.60	0.27	12.57	0.00	32.0	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
15	1.69	0.27	13.47	0.00	32.0	0.84	0.0	0.00	0.00	0.00
16	1.78	0.27	14.38	0.00	32.0	0.88	0.0	0.00	0.00	0.00
17	1.86	0.27	15.29	0.00	32.0	0.92	0.0	0.00	0.00	0.00
18	1.93	0.27	16.20	0.00	32.0	0.96	0.0	0.00	0.00	0.00
19	2.00	0.27	17.12	0.00	32.0	0.99	0.0	0.00	0.00	0.00
20	2.07	0.27	18.04	0.00	32.0	1.03	0.0	0.00	0.00	0.00
21	2.13	0.28	18.97	0.00	32.0	1.06	0.0	0.00	0.00	0.00
22	2.19	0.28	19.90	0.00	32.0	1.08	0.0	0.00	0.00	0.00
23	2.24	0.28	20.84	0.00	32.0	1.11	0.0	0.00	0.00	0.00
24	2.29	0.28	21.78	0.00	32.0	1.13	0.0	0.00	0.00	0.00
25	2.33	0.28	22.73	0.00	32.0	1.15	0.0	0.00	0.00	0.00
26	2.37	0.28	23.68	0.00	32.0	1.17	0.0	0.00	0.00	0.00
27	2.40	0.29	24.65	0.00	32.0	1.19	0.0	0.00	0.00	0.00
28	2.43	0.29	25.62	0.00	32.0	1.20	0.0	0.00	0.00	0.00
29	2.45	0.29	26.60	0.00	32.0	1.21	0.0	0.00	0.00	0.00
30	2.46	0.29	27.58	0.00	32.0	1.22	0.0	0.00	0.00	0.00
31	2.47	0.30	28.58	0.00	32.0	1.23	0.0	0.00	0.00	0.00
32	2.48	0.30	29.58	0.00	32.0	1.23	0.0	0.00	0.00	0.00
33	2.47	0.30	30.60	0.00	32.0	1.23	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
34	2.47	0.31	31.63	0.00	32.0	1.22	0.0	0.00	0.00	0.00
35	2.31	0.31	32.66	0.00	32.0	1.14	0.0	0.00	0.00	0.00
36	2.14	0.31	33.71	0.00	32.0	1.06	0.0	0.00	0.00	0.00
37	1.96	0.32	34.78	0.00	32.0	0.97	0.0	0.00	0.00	0.00
38	1.78	0.32	35.85	0.00	32.0	0.88	0.0	0.00	0.00	0.00
39	1.59	0.33	36.95	0.00	32.0	0.79	0.0	0.00	0.00	0.00
40	1.39	0.33	38.05	0.00	32.0	0.69	0.0	0.00	0.00	0.00
41	1.18	0.34	39.18	0.00	32.0	0.58	0.0	0.00	0.00	0.00
42	1.00	0.34	40.32	0.00	32.0	0.50	0.0	0.00	0.00	0.00
43	0.92	0.35	41.48	0.00	32.0	0.46	0.0	0.00	0.00	0.00
44	0.84	0.35	42.67	0.00	32.0	0.42	0.0	0.00	0.00	0.00
45	0.74	0.36	43.88	0.00	32.0	0.37	0.0	0.00	0.00	0.00
46	0.63	0.37	45.11	0.00	32.0	0.31	0.0	0.00	0.00	0.00
47	0.52	0.38	46.37	0.00	32.0	0.26	0.0	0.00	0.00	0.00
48	0.38	0.39	47.66	0.00	32.0	0.19	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.24	0.40	48.98	0.00	32.0	0.12	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.08	0.41	50.34	0.00	32.0	0.04	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11
3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19
4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.26
5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.32
6	0.00	0.00	0.00	0.02	0.39
7	0.00	0.00	0.00	0.03	0.45
8	0.00	0.00	0.00	0.03	0.52
9	0.00	0.00	0.00	0.03	0.58
10	0.00	0.00	0.00	0.04	0.63
11	0.00	0.00	0.00	0.04	0.69
12	0.00	0.00	0.00	0.04	0.74
13	0.00	0.00	0.00	0.05	0.79
14	0.00	0.00	0.00	0.05	0.84

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
15	0.00	0.00	0.00	0.05	0.89
16	0.00	0.00	0.00	0.05	0.93
17	0.00	0.00	0.00	0.06	0.98
18	0.00	0.00	0.00	0.06	1.02
19	0.00	0.00	0.00	0.06	1.05
20	0.00	0.00	0.00	0.06	1.09
21	0.00	0.00	0.00	0.06	1.12
22	0.00	0.00	0.00	0.07	1.15
23	0.00	0.00	0.00	0.07	1.18
24	0.00	0.00	0.00	0.07	1.20
25	0.00	0.00	0.00	0.07	1.23
26	0.00	0.00	0.00	0.07	1.25
27	0.00	0.00	0.00	0.07	1.26
28	0.00	0.00	0.00	0.07	1.28
29	0.00	0.00	0.00	0.07	1.29
30	0.00	0.00	0.00	0.08	1.30
31	0.00	0.00	0.00	0.08	1.30
32	0.00	0.00	0.00	0.08	1.30
33	0.00	0.00	0.00	0.08	1.30
34	0.00	0.00	0.00	0.08	1.30
35	0.00	0.00	0.00	0.07	1.22
36	0.00	0.00	0.00	0.07	1.13
37	0.00	0.00	0.00	0.06	1.03
38	0.00	0.00	0.00	0.05	0.94
39	0.00	0.00	0.00	0.05	0.83
40	0.00	0.00	0.00	0.04	0.73
41	0.00	0.00	0.00	0.04	0.62
42	0.00	0.00	0.00	0.03	0.53
43	0.00	0.00	0.00	0.03	0.49
44	0.00	0.00	0.00	0.03	0.44
45	0.00	0.00	0.00	0.02	0.39
46	0.00	0.00	0.00	0.02	0.33
47	0.00	0.00	0.00	0.02	0.27
48	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
49	0.00	0.00	0.00	0.01	0.13
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 1					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert. (t)														
	1	0	0														
1	2	0	0														
2	3	0	0														
3	4	.1	0														
4	5	.2	0														
5	6	.3	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
6	7	.4	0														
7	8	.6	0														
8	9	.7	0														
9	10	.9	0														
10	11	1	0														
11	12	1.2	0														
12	13	1.4	0														
13	14	1.6	0														
14	15	1.7	0														
15	16	1.9	0														
16	17	2	0														
17	18	2.2	0														
18	19	2.3	0														
19	20	2.4	0														
20	21	2.6	0														
21	22	2.7	0														
22	23	2.7	0														
23	24	2.8	0														
24	25	2.8	0														
25	26	2.9	0														
26	27	2.9	0														
27	28	2.9	0														
28	29	2.8	0														
29	30	2.8	0														
30	31	2.7	0														
31	32	2.6	0														
32	33	2.5	0														
33	34	2.4	0														
34	35	2.2	0														
35	36	2	0														
36	37	1.8	0														
37	38	1.6	0														
38	39	1.5	0														
39	40	1.3	0														
40	41	1.1	0														
41	42	.9	0														
42	43	.8	0														
43	44	.6	0														
44	45	.5	0														
45	46	.4	0														
46	47	.2	0														
47	48	.1	0														
48	49	0	0														
49	50	0	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 1																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - F _x = C		MP - F _x = SIN		MP-F _x = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
50		0	0														

G VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO DI ROTTURA CORPO DEL RILEVATO CON MATERIALE STABILIZZATO

G.1 Combinazione statica

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.310
Fattore Stratigrafia 'S'	1.107
Coeff. Sismico Kh	0.000
Coeff. Sismico Kv	0.000
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	38.930
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	35.000
Ordinata Polo (m):	32.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO

DATI GENERALI DI VERIFICA

Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
		2	3.00	0.00				
		3	38.94	20.00				
		4	46.44	25.00				
		5	48.44	25.00				
		6	51.44	27.00				
		7	96.44	27.00				
		8	99.44	25.00				
		9	101.44	25.00				
		10	108.94	20.00				
		11	120.00	20.00				
1	RIL	1.700	24.00	1.900	1.900	1	38.93	19.50
						2	40.93	19.50
						3	48.43	25.00
						4	50.43	25.00
						5	53.43	27.00
						6	91.44	27.00
						7	94.44	25.00
						8	96.44	25.00
						9	103.94	19.50
						10	108.44	19.50
2	RIL	1.700	24.00	1.900	1.900			

DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin (m)	Int. fin. (t/ml)
---------------	-----------------	----------------------	-----------------	---------------------

DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin (m)	Int. fin. (t/ml)
1	53.43	2.600	94.44	2.600

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 58											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	35.0	32.0	12.6	4,918							
2	36.0	32.0	12.4	3,3252							
3	37.0	32.0	12.2	2,4349							
4	38.0	32.0	12.0	2,0565							
5	39.0	32.0	12.0	1,9479							
6	40.0	32.0	12.0	1,8788							
7	41.0	32.0	12.2	1,7593							
8	42.0	32.0	12.4	1,7234							
9	43.0	32.0	12.7	1,6709							
10	44.0	32.0	13.0	1,6877							
11	35.0	33.0	13.6	4,0209							
12	36.0	33.0	13.3	2,8374							
13	37.0	33.0	13.1	2,2502							
14	38.0	33.0	13.0	2,0086							
15	39.0	33.0	13.0	1,9609							
16	40.0	33.0	13.0	1,8376							
17	41.0	33.0	13.2	1,7316							
18	42.0	33.0	13.4	1,6761							
19	43.0	33.0	13.6	1,6428							
20	44.0	33.0	14.0	1,6719							
21	35.0	34.0	14.5	3,4106							
22	36.0	34.0	14.3	2,5179							
23	37.0	34.0	14.1	2,1487							
24	38.0	34.0	14.0	2,0339							
25	39.0	34.0	14.0	1,9424							
26	40.0	34.0	14.0	1,7853							
27	41.0	34.0	14.2	1,7184							
28	42.0	34.0	14.3	1,64							
29	43.0	34.0	14.6	1,6275							
30	44.0	34.0	14.9	1,6654							
31	35.0	35.0	15.5	2,8806							
32	36.0	35.0	15.3	2,3395							
33	37.0	35.0	15.1	2,0924							
34	38.0	35.0	15.0	2,043							
35	39.0	35.0	15.0	1,887							
36	40.0	35.0	15.0	1,7558							
37	41.0	35.0	15.1	1,6773							
38	42.0	35.0	15.3	1,6182							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 58											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
39	43.0	35.0	15.5	1,6212							
40	44.0	35.0	15.8	1,6655							
41	35.0	36.0	16.5	2,5926							
42	36.0	36.0	16.3	2,2349							
43	37.0	36.0	16.1	2,1258							
44	38.0	36.0	16.0	2,0181							
45	39.0	36.0	16.0	1,8305							
46	40.0	36.0	16.0	1,7407							
47	41.0	36.0	16.1	1,642							
48	42.0	36.0	16.3	1,6069							
49	43.0	36.0	16.5	1,6213							
50	44.0	36.0	16.8	1,6705							
51	35.0	37.0	17.4	2,4216							
52	36.0	37.0	17.3	2,1725							
53	37.0	37.0	17.1	2,1317							
54	38.0	37.0	17.0	1,9449							
55	39.0	37.0	17.0	1,7965							
56	40.0	37.0	17.0	1,701							
57	41.0	37.0	17.1	1,6211							
58	42.0	37.0	17.3	1,6032							
59	43.0	37.0	17.5	1,6263							
60	44.0	37.0	17.7	1,6794							
61	35.0	38.0	18.4	2,3151							
62	36.0	38.0	18.2	2,2193							
63	37.0	38.0	18.1	2,1001							
64	38.0	38.0	18.0	1,8837							
65	39.0	38.0	18.0	1,7772							
66	40.0	38.0	18.0	1,6636							
67	41.0	38.0	18.1	1,6098							
68	42.0	38.0	18.3	1,605							
69	43.0	38.0	18.5	1,635							
70	44.0	38.0	18.7	1,6911							
71	35.0	39.0	19.4	2,247							
72	36.0	39.0	19.2	2,2207							
73	37.0	39.0	19.1	2,0073							
74	38.0	39.0	19.0	1,8443							
75	39.0	39.0	19.0	1,737							
76	40.0	39.0	19.0	1,64							
77	41.0	39.0	19.1	1,6057							
78	42.0	39.0	19.2	1,6111							
79	43.0	39.0	19.4	1,6464							
80	44.0	39.0	19.7	1,7049							
81	35.0	40.0	20.4	2,3115							
82	36.0	40.0	20.2	2,1759							
83	37.0	40.0	20.1	1,9408							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 58											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
84	38.0	40.0	20.0	1,8202							
85	39.0	40.0	20.0	1,696							
86	40.0	40.0	20.0	1,6267							
87	41.0	40.0	20.1	1,6069							
88	42.0	40.0	20.2	1,6205							
89	43.0	40.0	20.4	1,6599							
90	44.0	40.0	20.6	1,7205							
91	35.0	41.0	21.4	2,3104							
92	36.0	41.0	21.2	2,0704							
93	37.0	41.0	21.1	1,8963							
94	38.0	41.0	21.0	1,7789							
95	39.0	41.0	21.0	1,669							
96	40.0	41.0	21.0	1,6204							
97	41.0	41.0	21.1	1,612							
98	42.0	41.0	21.2	1,6322							
99	43.0	41.0	21.4	1,6753							
100	44.0	41.0	21.6	1,7376							

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 58										
Concio	h	L	α	c	ϕ	W	hw	Qw	Tcn	Tgg
N.ro	(m)	(m)	(°)	(t/mq)	(°)	(t)	(m)	(t)	(t)	(t)
1	0.14	0.35	-9.66	1.36	19.6	0.09	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0.42	0.35	-8.51	1.36	19.6	0.27	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0.70	0.35	-7.36	1.36	19.6	0.45	0.0	0.00	0.00	0.00
4	0.97	0.35	-6.21	1.36	19.6	0.63	0.0	0.00	0.00	0.00
5	1.23	0.34	-5.07	1.36	19.6	0.80	0.0	0.00	0.00	0.00
6	1.49	0.34	-3.93	1.36	19.6	0.97	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1.73	0.34	-2.79	1.36	19.6	1.13	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1.98	0.34	-1.65	1.36	19.6	1.29	0.0	0.00	0.00	0.00
9	2.21	0.34	-0.51	1.36	19.6	1.44	0.0	0.00	0.00	0.00
10	2.44	0.34	0.63	1.36	19.6	1.59	0.0	0.00	0.00	0.00
11	2.66	0.34	1.77	1.36	19.6	1.73	0.0	0.00	0.00	0.00
12	2.88	0.34	2.91	1.36	19.6	1.87	0.0	0.00	0.00	0.00
13	3.08	0.34	4.05	1.36	19.6	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
14	3.28	0.34	5.19	1.36	19.6	2.14	0.0	0.00	0.00	0.00
15	3.48	0.35	6.33	1.36	19.6	2.27	0.0	0.00	0.00	0.00
16	3.67	0.35	7.48	1.36	19.6	2.39	0.0	0.00	0.00	0.00
17	3.85	0.35	8.63	1.36	19.6	2.51	0.0	0.00	0.00	0.00
18	4.02	0.35	9.78	1.36	19.6	2.62	0.0	0.00	0.00	0.00
19	4.19	0.35	10.94	1.36	19.6	2.73	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
20	4.34	0.35	12.10	1.36	19.6	2.83	0.0	0.00	0.00	0.00
21	4.50	0.35	13.27	1.36	19.6	2.93	0.0	0.00	0.00	0.00
22	4.64	0.35	14.44	1.36	19.6	3.02	0.0	0.00	0.00	0.00
23	4.64	0.36	15.62	1.36	19.6	3.02	0.0	0.00	0.00	0.00
24	4.54	0.36	16.80	1.36	19.6	2.96	0.0	0.00	0.00	0.00
25	4.43	0.36	18.00	1.36	19.6	2.89	0.0	0.00	0.00	0.00
26	4.31	0.36	19.20	1.36	19.6	2.81	0.0	0.00	0.00	0.00
27	4.19	0.37	20.41	1.36	19.6	2.73	0.0	0.00	0.00	0.00
28	4.06	0.37	21.63	1.36	19.6	2.65	0.0	0.00	0.00	0.00
29	4.10	0.37	22.85	1.36	19.6	2.67	0.0	0.00	0.00	0.00
30	4.18	0.38	24.10	1.36	19.6	2.72	0.0	0.00	0.00	0.00
31	4.25	0.38	25.35	1.36	19.6	2.77	0.0	0.00	0.00	0.00
32	4.31	0.38	26.61	1.36	19.6	2.81	0.0	0.00	0.00	0.00
33	4.36	0.39	27.90	1.36	19.6	2.84	0.0	0.00	0.00	0.00
34	4.40	0.39	29.19	1.36	19.6	2.87	0.0	0.00	0.00	0.00
35	4.44	0.40	30.50	1.36	19.6	2.89	0.0	0.00	0.00	0.00
36	4.46	0.40	31.83	1.36	19.6	2.91	0.0	0.00	0.00	0.00
37	4.46	0.41	33.18	1.36	19.6	2.91	0.0	0.00	0.00	0.00
38	4.23	0.42	34.55	1.36	19.6	2.76	0.0	0.00	0.00	0.00
39	3.98	0.42	35.95	1.36	19.6	2.60	0.0	0.00	0.00	0.00
40	3.73	0.43	37.37	1.36	19.6	2.43	0.0	0.00	0.00	0.00
41	3.46	0.44	38.81	1.36	19.6	2.26	0.0	0.00	0.00	0.00
42	3.18	0.45	40.29	1.36	19.6	2.07	0.0	0.00	0.00	0.00
43	2.88	0.46	41.80	1.36	19.6	1.88	0.0	0.00	0.00	0.00
44	2.56	0.47	43.34	1.36	19.6	1.67	0.0	0.00	0.00	0.00
45	2.23	0.48	44.93	1.36	19.6	1.45	0.0	0.00	0.00	0.00
46	1.88	0.50	46.56	1.36	19.6	1.22	0.0	0.00	0.00	0.00
47	1.50	0.52	48.24	1.36	19.6	0.98	0.0	0.00	0.00	0.00
48	1.11	0.53	49.98	1.36	19.6	0.72	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.68	0.55	51.79	1.36	19.6	0.45	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.23	0.58	53.67	1.36	19.6	0.15	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
7	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29
9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44
10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59
11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73
12	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87
13	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01
14	0.00	0.00	0.00	0.00	2.14
15	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27
16	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39
17	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51
18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62
19	0.00	0.00	0.00	0.00	2.73
20	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83
21	0.00	0.00	0.00	0.00	2.93
22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02
23	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02
24	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96
25	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89
26	0.00	0.00	0.00	0.00	2.81
27	0.00	0.00	0.00	0.00	2.73
28	0.00	0.00	0.00	0.00	2.65
29	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67
30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72
31	0.00	0.00	0.00	0.00	2.77
32	0.00	0.00	0.00	0.00	2.81
33	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84
34	0.00	0.00	0.00	0.00	2.87
35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89
36	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
37	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91
38	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76
39	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60
40	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43
41	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26
42	0.00	0.00	0.00	0.00	2.07
43	0.00	0.66	0.00	0.00	2.54
44	0.00	0.89	0.00	0.00	2.56
45	0.00	0.89	0.00	0.00	2.35
46	0.00	0.89	0.00	0.00	2.12
47	0.00	0.89	0.00	0.00	1.87
48	0.00	0.89	0.00	0.00	1.61
49	0.00	0.89	0.00	0.00	1.34
50	0.00	0.89	0.00	0.00	1.04

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 58					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 58																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	0	0														
1	2	.3	0														
2	3	.7	0														
3	4	1.2	0														
4	5	1.7	0														
5	6	2.2	0														
6	7	2.8	0														
7	8	3.4	0														
8	9	4	0														
9	10	4.7	0														
10	11	5.3	0														
11	12	5.9	0														
12	13	6.5	0														
13	14	7.1	0														
14	15	7.7	0														
15	16	8.3	0														
16	17	8.8	0														
17	18	9.3	0														
18	19	9.7	0														
19	20	10.1	0														
20	21	10.5	0														
21	22	10.8	0														
22	23	11	0														
23	24	11.2	0														
24	25	11.4	0														
25	26	11.5	0														
26	27	11.6	0														
27	28	11.6	0														
28	29	11.6	0														
29	30	11.5	0														
30	31	11.4	0														
31	32	11.2	0														
32	33	10.9	0														
33	34	10.6	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																		
Superficie N.ro: 58																		
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER		
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	
34	35	10.2	0															
35	36	9.8	0															
36	37	9.3	0															
37	38	8.7	0															
38	39	8.1	0															
39	40	7.5	0															
40	41	6.9	0															
41	42	6.3	0															
42	43	5.8	0															
43	44	4.9	0															
44	45	3.9	0															
45	46	3	0															
46	47	2.1	0															
47	48	1.4	0															
48	49	.7	0															
49	50	.2	0															
50		0	0															

G.2 Combinazione sismica

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.310
Fattore Stratigrafia 'S'	1.107
Coeff. Sismico Kh	0.123
Coeff. Sismico Kv	0.062
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	38.930
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	35.000
Ordinata Polo (m):	32.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
		2	3.00	0.00				
		3	38.94	20.00				
		4	46.44	25.00				
		5	48.44	25.00				
		6	51.44	27.00				
		7	96.44	27.00				
		8	99.44	25.00				
		9	101.44	25.00				
		10	108.94	20.00				
		11	120.00	20.00				

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	RIL	1.700	24.00	1.900	1.900	1	38.93	19.50
						2	40.93	19.50
						3	48.43	25.00
						4	50.43	25.00
						5	53.43	27.00
						6	91.44	27.00
						7	94.44	25.00
						8	96.44	25.00
						9	103.94	19.50
						10	108.44	19.50
2	RIL	1.700	24.00	1.900	1.900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 47											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	35.0	32.0	12.6	3,9361							
2	36.0	32.0	12.4	2,6584							
3	37.0	32.0	12.2	1,9422							
4	38.0	32.0	12.0	1,6266							
5	39.0	32.0	12.0	1,5221							
6	40.0	32.0	12.0	1,458							
7	41.0	32.0	12.2	1,3644							
8	42.0	32.0	12.4	1,3301							
9	43.0	32.0	12.7	1,3479							
10	44.0	32.0	13.0	1,3996							
11	35.0	33.0	13.6	3,2164							
12	36.0	33.0	13.3	2,2671							
13	37.0	33.0	13.1	1,7863							
14	38.0	33.0	13.0	1,5778							
15	39.0	33.0	13.0	1,524							
16	40.0	33.0	13.0	1,4244							
17	41.0	33.0	13.2	1,3388							
18	42.0	33.0	13.4	1,3203							
19	43.0	33.0	13.6	1,3431							
20	44.0	33.0	14.0	1,3946							
21	35.0	34.0	14.5	2,727							
22	36.0	34.0	14.3	2,0048							
23	37.0	34.0	14.1	1,6955							
24	38.0	34.0	14.0	1,5861							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 47											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
25	39.0	34.0	14.0	1,5053							
26	40.0	34.0	14.0	1,3818							
27	41.0	34.0	14.2	1,3233							
28	42.0	34.0	14.3	1,3166							
29	43.0	34.0	14.6	1,343							
30	44.0	34.0	14.9	1,3938							
31	35.0	35.0	15.5	2,2991							
32	36.0	35.0	15.3	1,8532							
33	37.0	35.0	15.1	1,6403							
34	38.0	35.0	15.0	1,5857							
35	39.0	35.0	15.0	1,461							
36	40.0	35.0	15.0	1,3551							
37	41.0	35.0	15.1	1,3157							
38	42.0	35.0	15.3	1,317							
39	43.0	35.0	15.5	1,3461							
40	44.0	35.0	15.8	1,3962							
41	35.0	36.0	16.5	2,0604							
42	36.0	36.0	16.3	1,7599							
43	37.0	36.0	16.1	1,6553							
44	38.0	36.0	16.0	1,5626							
45	39.0	36.0	16.0	1,4149							
46	40.0	36.0	16.0	1,3384							
47	41.0	36.0	16.1	1,3128							
48	42.0	36.0	16.3	1,3202							
49	43.0	36.0	16.5	1,3515							
50	44.0	36.0	16.8	1,4007							
51	35.0	37.0	17.4	1,9144							
52	36.0	37.0	17.3	1,7002							
53	37.0	37.0	17.1	1,653							
54	38.0	37.0	17.0	1,5048							
55	39.0	37.0	17.0	1,3847							
56	40.0	37.0	17.0	1,3293							
57	41.0	37.0	17.1	1,3139							
58	42.0	37.0	17.3	1,3259							
59	43.0	37.0	17.5	1,3585							
60	44.0	37.0	17.7	1,4071							
61	35.0	38.0	18.4	1,8198							
62	36.0	38.0	18.2	1,7261							
63	37.0	38.0	18.1	1,6252							
64	38.0	38.0	18.0	1,4547							
65	39.0	38.0	18.0	1,365							
66	40.0	38.0	18.0	1,325							
67	41.0	38.0	18.1	1,3177							
68	42.0	38.0	18.3	1,3332							
69	43.0	38.0	18.5	1,3668							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 47											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
70	44.0	38.0	18.7	1,4148							
71	35.0	39.0	19.4	1,756							
72	36.0	39.0	19.2	1,7209							
73	37.0	39.0	19.1	1,5522							
74	38.0	39.0	19.0	1,4203							
75	39.0	39.0	19.0	1,3529							
76	40.0	39.0	19.0	1,3244							
77	41.0	39.0	19.1	1,3233							
78	42.0	39.0	19.2	1,3417							
79	43.0	39.0	19.4	1,3761							
80	44.0	39.0	19.7	1,4233							
81	35.0	40.0	20.4	1,7961							
82	36.0	40.0	20.2	1,6835							
83	37.0	40.0	20.1	1,4978							
84	38.0	40.0	20.0	1,397							
85	39.0	40.0	20.0	1,3462							
86	40.0	40.0	20.0	1,3269							
87	41.0	40.0	20.1	1,3304							
88	42.0	40.0	20.2	1,3513							
89	43.0	40.0	20.4	1,386							
90	44.0	40.0	20.6	1,4325							
91	35.0	41.0	21.4	1,7894							
92	36.0	41.0	21.2	1,6002							
93	37.0	41.0	21.1	1,4594							
94	38.0	41.0	21.0	1,3814							
95	39.0	41.0	21.0	1,3434							
96	40.0	41.0	21.0	1,3312							
97	41.0	41.0	21.1	1,3387							
98	42.0	41.0	21.2	1,3613							
99	43.0	41.0	21.4	1,3966							
100	44.0	41.0	21.6	1,4424							

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 47										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	0.11	0.31	-6.82	1.36	19.6	0.07	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0.35	0.31	-5.71	1.36	19.6	0.21	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0.59	0.31	-4.61	1.36	19.6	0.35	0.0	0.00	0.00	0.00
4	0.82	0.31	-3.51	1.36	19.6	0.48	0.0	0.00	0.00	0.00
5	1.04	0.31	-2.41	1.36	19.6	0.61	0.0	0.00	0.00	0.00
6	1.26	0.31	-1.31	1.36	19.6	0.74	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1.47	0.31	-0.21	1.36	19.6	0.86	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
8	1.67	0.31	0.88	1.36	19.6	0.98	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1.87	0.31	1.98	1.36	19.6	1.10	0.0	0.00	0.00	0.00
10	2.06	0.31	3.08	1.36	19.6	1.21	0.0	0.00	0.00	0.00
11	2.25	0.31	4.18	1.36	19.6	1.32	0.0	0.00	0.00	0.00
12	2.43	0.31	5.28	1.36	19.6	1.43	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2.60	0.31	6.39	1.36	19.6	1.53	0.0	0.00	0.00	0.00
14	2.77	0.31	7.49	1.36	19.6	1.63	0.0	0.00	0.00	0.00
15	2.93	0.31	8.60	1.36	19.6	1.72	0.0	0.00	0.00	0.00
16	3.09	0.31	9.72	1.36	19.6	1.82	0.0	0.00	0.00	0.00
17	3.24	0.31	10.83	1.36	19.6	1.90	0.0	0.00	0.00	0.00
18	3.38	0.32	11.95	1.36	19.6	1.99	0.0	0.00	0.00	0.00
19	3.52	0.32	13.08	1.36	19.6	2.07	0.0	0.00	0.00	0.00
20	3.65	0.32	14.21	1.36	19.6	2.15	0.0	0.00	0.00	0.00
21	3.78	0.32	15.34	1.36	19.6	2.22	0.0	0.00	0.00	0.00
22	3.89	0.32	16.48	1.36	19.6	2.29	0.0	0.00	0.00	0.00
23	4.01	0.32	17.63	1.36	19.6	2.35	0.0	0.00	0.00	0.00
24	4.11	0.33	18.79	1.36	19.6	2.41	0.0	0.00	0.00	0.00
25	4.16	0.33	19.95	1.36	19.6	2.45	0.0	0.00	0.00	0.00
26	4.05	0.33	21.13	1.36	19.6	2.38	0.0	0.00	0.00	0.00
27	3.93	0.33	22.31	1.36	19.6	2.31	0.0	0.00	0.00	0.00
28	3.79	0.34	23.50	1.36	19.6	2.23	0.0	0.00	0.00	0.00
29	3.66	0.34	24.70	1.36	19.6	2.15	0.0	0.00	0.00	0.00
30	3.51	0.34	25.92	1.36	19.6	2.06	0.0	0.00	0.00	0.00
31	3.36	0.35	27.15	1.36	19.6	1.97	0.0	0.00	0.00	0.00
32	3.35	0.35	28.39	1.36	19.6	1.97	0.0	0.00	0.00	0.00
33	3.38	0.36	29.64	1.36	19.6	1.99	0.0	0.00	0.00	0.00
34	3.41	0.36	30.91	1.36	19.6	2.00	0.0	0.00	0.00	0.00
35	3.42	0.37	32.20	1.36	19.6	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
36	3.43	0.37	33.51	1.36	19.6	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
37	3.42	0.38	34.84	1.36	19.6	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
38	3.41	0.38	36.19	1.36	19.6	2.00	0.0	0.00	0.00	0.00
39	3.38	0.39	37.56	1.36	19.6	1.99	0.0	0.00	0.00	0.00
40	3.35	0.40	38.96	1.36	19.6	1.97	0.0	0.00	0.00	0.00
41	3.29	0.41	40.39	1.36	19.6	1.93	0.0	0.00	0.00	0.00
42	3.02	0.42	41.84	1.36	19.6	1.77	0.0	0.00	0.00	0.00
43	2.73	0.43	43.33	1.36	19.6	1.61	0.0	0.00	0.00	0.00
44	2.43	0.44	44.86	1.36	19.6	1.43	0.0	0.00	0.00	0.00
45	2.12	0.45	46.44	1.36	19.6	1.24	0.0	0.00	0.00	0.00
46	1.78	0.46	48.05	1.36	19.6	1.05	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
47	1.43	0.48	49.72	1.36	19.6	0.84	0.0	0.00	0.00	0.00
48	1.05	0.50	51.45	1.36	19.6	0.62	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.65	0.52	53.25	1.36	19.6	0.38	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.22	0.54	55.13	1.36	19.6	0.13	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.22
3	0.00	0.00	0.00	0.02	0.37
4	0.00	0.00	0.00	0.03	0.51
5	0.00	0.00	0.00	0.04	0.65
6	0.00	0.00	0.00	0.05	0.78
7	0.00	0.00	0.00	0.05	0.91
8	0.00	0.00	0.00	0.06	1.04
9	0.00	0.00	0.00	0.07	1.17
10	0.00	0.00	0.00	0.07	1.29
11	0.00	0.00	0.00	0.08	1.40
12	0.00	0.00	0.00	0.09	1.51
13	0.00	0.00	0.00	0.09	1.62
14	0.00	0.00	0.00	0.10	1.73
15	0.00	0.00	0.00	0.11	1.83
16	0.00	0.00	0.00	0.11	1.93
17	0.00	0.00	0.00	0.12	2.02
18	0.00	0.00	0.00	0.12	2.11
19	0.00	0.00	0.00	0.13	2.20
20	0.00	0.00	0.00	0.13	2.28
21	0.00	0.00	0.00	0.14	2.36
22	0.00	0.00	0.00	0.14	2.43
23	0.00	0.00	0.00	0.14	2.50
24	0.00	0.00	0.00	0.15	2.56
25	0.00	0.00	0.00	0.15	2.60

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
26	0.00	0.00	0.00	0.15	2.52
27	0.00	0.00	0.00	0.14	2.45
28	0.00	0.00	0.00	0.14	2.37
29	0.00	0.00	0.00	0.13	2.28
30	0.00	0.00	0.00	0.13	2.19
31	0.00	0.00	0.00	0.12	2.09
32	0.00	0.00	0.00	0.12	2.09
33	0.00	0.00	0.00	0.12	2.11
34	0.00	0.00	0.00	0.12	2.12
35	0.00	0.00	0.00	0.12	2.13
36	0.00	0.00	0.00	0.12	2.14
37	0.00	0.00	0.00	0.12	2.14
38	0.00	0.00	0.00	0.12	2.13
39	0.00	0.00	0.00	0.12	2.11
40	0.00	0.00	0.00	0.12	2.09
41	0.00	0.00	0.00	0.12	2.05
42	0.00	0.00	0.00	0.11	1.88
43	0.00	0.00	0.00	0.10	1.70
44	0.00	0.00	0.00	0.09	1.52
45	0.00	0.00	0.00	0.08	1.32
46	0.00	0.00	0.00	0.06	1.11
47	0.00	0.00	0.00	0.05	0.89
48	0.00	0.00	0.00	0.04	0.66
49	0.00	0.00	0.00	0.02	0.41
50	0.00	0.00	0.00	0.01	0.14

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 47					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 47																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	0	0														
1	2	.3	0														
2	3	.7	0														
3	4	1.1	0														
4	5	1.6	0														
5	6	2	0														
6	7	2.5	0														
7	8	2.9	0														
8	9	3.4	0														
9	10	3.9	0														
10	11	4.3	0														
11	12	4.8	0														
12	13	5.2	0														
13	14	5.6	0														
14	15	6	0														
15	16	6.4	0														
16	17	6.7	0														
17	18	7	0														
18	19	7.2	0														
19	20	7.4	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																	
Superficie N.ro: 47																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
20	21	7.6	0														
21	22	7.7	0														
22	23	7.8	0														
23	24	7.8	0														
24	25	7.7	0														
25	26	7.7	0														
26	27	7.5	0														
27	28	7.4	0														
28	29	7.2	0														
29	30	7	0														
30	31	6.8	0														
31	32	6.6	0														
32	33	6.3	0														
33	34	6	0														
34	35	5.6	0														
35	36	5.2	0														
36	37	4.7	0														
37	38	4.2	0														
38	39	3.7	0														
39	40	3.1	0														
40	41	2.4	0														
41	42	1.7	0														
42	43	1.1	0														
43	44	.5	0														
44	45	0	0														
45	46	-4	0														
46	47	-8	0														
47	48	-9	0														
48	49	-9	0														
49	50	-6	0														
50		0	0														

H VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO DI ROTTURA CORPO DEL RILEVATO CON MATERIALE DA CAVA E FASCE LATERALI IN STABILIZZATO

H.1 Combinazione statica

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.376
Fattore Stratigrafia 'S'	1.170
Coeff. Sismico Kh	0.000
Coeff. Sismico Kv	0.000
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	38.930
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	35.000
Ordinata Polo (m):	38.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO

DATI GENERALI DI VERIFICA

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2

Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
		2	3.00	0.00				
		3	38.94	20.00				
		4	46.44	25.00				
		5	48.44	25.00				
		6	52.94	28.00				
		7	94.94	28.00				
		8	99.44	25.00				
		9	101.44	25.00				
		10	108.94	20.00				
		11	120.00	20.00				
1	RIL	1.700	24.00	1.900	1.900	1	6.00	0.00
						2	38.93	19.50
						3	40.93	19.50
						4	50.41	25.00
						5	50.43	25.00
						6	54.93	28.00
						7	92.00	28.00
						8	97.43	25.00
						9	97.44	25.00
						10	106.94	19.50
						11	108.44	19.50
2	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900			

DATI FORZE DISTRIBUITE VERTICALI

Vert. N.ro	Asc. in. (m)	Int. iniz. (t/ml)	Asc. fin. (m)	Int. fin. (t/ml)
1	54.93	2.600	92.94	2.600

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 83											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	35.0	38.0	18.4	2,3151							
2	36.0	38.0	18.2	2,2193							
3	37.0	38.0	18.1	1,9755							
4	38.0	38.0	18.0	1,7178							
5	39.0	38.0	18.0	1,5553							
6	40.0	38.0	18.0	1,5264							
7	41.0	38.0	18.1	1,5538							
8	42.0	38.0	18.3	1,6183							
9	43.0	38.0	18.5	1,7105							
10	44.0	38.0	18.7	1,826							
11	35.0	39.0	19.4	2,247							
12	36.0	39.0	19.2	2,2207							
13	37.0	39.0	19.1	1,8679							
14	38.0	39.0	19.0	1,6182							
15	39.0	39.0	19.0	1,5225							
16	40.0	39.0	19.0	1,5185							
17	41.0	39.0	19.1	1,559							
18	42.0	39.0	19.2	1,6303							
19	43.0	39.0	19.4	1,7256							
20	44.0	39.0	19.7	1,842							
21	35.0	40.0	20.4	2,3115							
22	36.0	40.0	20.2	2,1596							
23	37.0	40.0	20.1	1,757							
24	38.0	40.0	20.0	1,572							
25	39.0	40.0	20.0	1,504							
26	40.0	40.0	20.0	1,5195							
27	41.0	40.0	20.1	1,5657							
28	42.0	40.0	20.2	1,6426							
29	43.0	40.0	20.4	1,7435							
30	44.0	40.0	20.6	1,8601							
31	35.0	41.0	21.4	2,3104							
32	36.0	41.0	21.2	1,967							
33	37.0	41.0	21.1	1,6514							
34	38.0	41.0	21.0	1,5347							
35	39.0	41.0	21.0	1,4978							
36	40.0	41.0	21.0	1,5224							
37	41.0	41.0	21.1	1,5806							
38	42.0	41.0	21.2	1,6612							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 83											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
39	43.0	41.0	21.4	1,7603							
40	44.0	41.0	21.6	1,8802							
41	35.0	42.0	22.3	2,2644							
42	36.0	42.0	22.2	1,8254							
43	37.0	42.0	22.1	1,5785							
44	38.0	42.0	22.0	1,4938							
45	39.0	42.0	22.0	1,4998							
46	40.0	42.0	22.0	1,5347							
47	41.0	42.0	22.1	1,5985							
48	42.0	42.0	22.2	1,6819							
49	43.0	42.0	22.4	1,7823							
50	44.0	42.0	22.6	1,9022							
51	35.0	43.0	23.3	2,1147							
52	36.0	43.0	23.2	1,6865							
53	37.0	43.0	23.1	1,5369							
54	38.0	43.0	23.0	1,4879							
55	39.0	43.0	23.0	1,503							
56	40.0	43.0	23.0	1,5504							
57	41.0	43.0	23.1	1,6186							
58	42.0	43.0	23.2	1,7041							
59	43.0	43.0	23.4	1,8054							
60	44.0	43.0	23.6	1,9248							
61	35.0	44.0	24.3	1,8839							
62	36.0	44.0	24.2	1,6086							
63	37.0	44.0	24.1	1,4926							
64	38.0	44.0	24.0	1,4845							
65	39.0	44.0	24.0	1,5155							
66	40.0	44.0	24.0	1,5687							
67	41.0	44.0	24.1	1,6403							
68	42.0	44.0	24.2	1,7277							
69	43.0	44.0	24.3	1,8296							
70	44.0	44.0	24.5	1,9488							
71	35.0	45.0	25.3	1,7537							
72	36.0	45.0	25.2	1,5457							
73	37.0	45.0	25.1	1,4863							
74	38.0	45.0	25.0	1,4924							
75	39.0	45.0	25.0	1,5311							
76	40.0	45.0	25.0	1,5889							
77	41.0	45.0	25.1	1,6632							
78	42.0	45.0	25.2	1,752							
79	43.0	45.0	25.3	1,8545							
80	44.0	45.0	25.5	1,9735							
81	35.0	46.0	26.3	1,6349							
82	36.0	46.0	26.2	1,5043							
83	37.0	46.0	26.1	1,4818							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 83											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
84	38.0	46.0	26.0	1,5042							
85	39.0	46.0	26.0	1,5445							
86	40.0	46.0	26.0	1,6066							
87	41.0	46.0	26.1	1,6869							
88	42.0	46.0	26.2	1,777							
89	43.0	46.0	26.3	1,8799							
90	44.0	46.0	26.5	1,9985							
91	35.0	47.0	27.3	1,5664							
92	36.0	47.0	27.2	1,4902							
93	37.0	47.0	27.1	1,4888							
94	38.0	47.0	27.0	1,5143							
95	39.0	47.0	27.0	1,5645							
96	40.0	47.0	27.0	1,6295							
97	41.0	47.0	27.1	1,7081							
98	42.0	47.0	27.2	1,8028							
99	43.0	47.0	27.3	1,9058							
100	44.0	47.0	27.5	2,0241							

CARATTERISTICHE CONCI										
Superficie di Scorrimento N.ro: 83										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	0.10	0.34	4.64	1.36	19.6	0.06	0.0	0.00	0.00	0.00
2	0.29	0.34	5.39	1.36	19.6	0.19	0.0	0.00	0.00	0.00
3	0.49	0.34	6.14	1.36	19.6	0.31	0.0	0.00	0.00	0.00
4	0.67	0.34	6.89	1.36	19.6	0.43	0.0	0.00	0.00	0.00
5	0.86	0.34	7.64	1.36	19.6	0.55	0.0	0.00	0.00	0.00
6	1.03	0.34	8.39	1.36	19.6	0.66	0.0	0.00	0.00	0.00
7	1.21	0.34	9.14	1.36	19.6	0.78	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1.38	0.34	9.89	1.36	19.6	0.88	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1.54	0.34	10.65	1.36	19.6	0.99	0.0	0.00	0.00	0.00
10	1.70	0.35	11.41	1.36	19.6	1.09	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1.85	0.35	12.17	1.36	19.6	1.19	0.0	0.00	0.00	0.00
12	2.01	0.35	12.93	0.00	32.0	1.29	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2.15	0.35	13.69	0.00	32.0	1.38	0.0	0.00	0.00	0.00
14	2.29	0.35	14.46	0.00	32.0	1.47	0.0	0.00	0.00	0.00
15	2.43	0.35	15.23	0.00	32.0	1.56	0.0	0.00	0.00	0.00
16	2.56	0.35	16.00	0.00	32.0	1.64	0.0	0.00	0.00	0.00
17	2.68	0.35	16.78	0.00	32.0	1.73	0.0	0.00	0.00	0.00
18	2.81	0.35	17.55	0.00	32.0	1.80	0.0	0.00	0.00	0.00
19	2.92	0.36	18.34	0.00	32.0	1.88	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
20	3.03	0.36	19.12	0.00	32.0	1.95	0.0	0.00	0.00	0.00
21	3.14	0.36	19.91	0.00	32.0	2.02	0.0	0.00	0.00	0.00
22	3.24	0.36	20.70	0.00	32.0	2.08	0.0	0.00	0.00	0.00
23	3.26	0.36	21.50	0.00	32.0	2.09	0.0	0.00	0.00	0.00
24	3.12	0.37	22.30	0.00	32.0	2.01	0.0	0.00	0.00	0.00
25	2.98	0.37	23.11	0.00	32.0	1.92	0.0	0.00	0.00	0.00
26	2.83	0.37	23.92	0.00	32.0	1.82	0.0	0.00	0.00	0.00
27	2.68	0.37	24.73	0.00	32.0	1.72	0.0	0.00	0.00	0.00
28	2.52	0.38	25.56	0.00	32.0	1.62	0.0	0.00	0.00	0.00
29	2.45	0.38	26.38	0.00	32.0	1.58	0.0	0.00	0.00	0.00
30	2.51	0.38	27.22	0.00	32.0	1.61	0.0	0.00	0.00	0.00
31	2.56	0.38	28.06	0.00	32.0	1.64	0.0	0.00	0.00	0.00
32	2.60	0.39	28.90	0.00	32.0	1.67	0.0	0.00	0.00	0.00
33	2.63	0.39	29.76	0.00	32.0	1.69	0.0	0.00	0.00	0.00
34	2.66	0.39	30.62	0.00	32.0	1.71	0.0	0.00	0.00	0.00
35	2.68	0.40	31.48	0.00	32.0	1.73	0.0	0.00	0.00	0.00
36	2.70	0.40	32.36	0.00	32.0	1.73	0.0	0.00	0.00	0.00
37	2.71	0.40	33.24	0.00	32.0	1.74	0.0	0.00	0.00	0.00
38	2.71	0.41	34.14	0.00	32.0	1.74	0.0	0.00	0.00	0.00
39	2.70	0.41	35.04	0.00	32.0	1.73	0.0	0.00	0.00	0.00
40	2.68	0.42	35.96	0.00	32.0	1.72	0.0	0.00	0.00	0.00
41	2.66	0.42	36.88	0.00	32.0	1.71	0.0	0.00	0.00	0.00
42	2.60	0.43	37.81	0.00	32.0	1.67	0.0	0.00	0.00	0.00
43	2.33	0.43	38.76	0.00	32.0	1.50	0.0	0.00	0.00	0.00
44	2.05	0.44	39.72	0.00	32.0	1.32	0.0	0.00	0.00	0.00
45	1.77	0.45	40.70	0.00	32.0	1.14	0.0	0.00	0.00	0.00
46	1.47	0.45	41.68	0.00	32.0	0.94	0.0	0.00	0.00	0.00
47	1.16	0.46	42.69	0.00	32.0	0.75	0.0	0.00	0.00	0.00
48	0.85	0.47	43.71	0.00	32.0	0.54	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.52	0.48	44.75	0.00	32.0	0.33	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.17	0.49	45.80	0.00	32.0	0.11	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99
10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09
11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19
12	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29
13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38
14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47
15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.56
16	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64
17	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73
18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80
19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88
20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95
21	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02
22	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08
23	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09
24	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01
25	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92
26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82
27	0.00	0.00	0.00	0.00	1.72
28	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62
29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58
30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61
31	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64
32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67
33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.69
34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73
36	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
37	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74
38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74
39	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73
40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.72
41	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
42	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67
43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
44	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32
45	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
48	0.00	0.66	0.00	0.00	1.20
49	0.00	0.88	0.00	0.00	1.21
50	0.00	0.88	0.00	0.00	0.99

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 83					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 83																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)
	1	0	0														
1	2	.3	0														
2	3	.6	0														
3	4	.9	0														
4	5	1.3	0														
5	6	1.7	0														
6	7	2	0														
7	8	2.4	0														
8	9	2.8	0														
9	10	3.2	0														
10	11	3.5	0														
11	12	3.9	0														
12	13	4.1	0														
13	14	4.3	0														
14	15	4.6	0														
15	16	4.8	0														
16	17	5	0														
17	18	5.2	0														
18	19	5.4	0														
19	20	5.6	0														
20	21	5.7	0														
21	22	5.9	0														
22	23	6	0														
23	24	6.1	0														
24	25	6.1	0														
25	26	6.2	0														
26	27	6.2	0														
27	28	6.2	0														
28	29	6.1	0														
29	30	6.1	0														
30	31	6	0														
31	32	5.9	0														
32	33	5.8	0														
33	34	5.6	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																		
Superficie N.ro: 83																		
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx= SIN		MP-Fx= SIN/2		SARMA		SPENCER		
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	
34	35	5.4	0															
35	36	5.2	0															
36	37	5	0															
37	38	4.7	0															
38	39	4.4	0															
39	40	4.1	0															
40	41	3.7	0															
41	42	3.3	0															
42	43	2.9	0															
43	44	2.5	0															
44	45	2.2	0															
45	46	1.8	0															
46	47	1.5	0															
47	48	1.3	0															
48	49	.8	0															
49	50	.4	0															
50		0	0															

H.2 Combinazione sismica

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	14.680
Latitudine Nord (Grd)	36.970
Categoria Suolo	B
Coeff. Condiz. Topogr.	1.000
Probabilita' Pvr	0.100
Periodo di Ritorno Anni	949.000
Accelerazione Ag/g	0.376
Fattore Stratigrafia 'S'	1.170
Coeff. Sismico Kh	0.123
Coeff. Sismico Kv	0.062
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO	
DATI GENERALI DI VERIFICA	
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	38.930
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	20.000
PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI	
Ascissa Polo (m):	35.000
Ordinata Polo (m):	38.000
Numero righe maglia :	10.0
Numero colonne maglia :	10.0
Passo direzione 'X' (m) :	1.00
Passo direzione 'Y' (m) :	1.00
Rotazione maglia (Grd) :	0.0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1.000
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1.25
Peso Specifico	1.00
Coesione Efficace (c'k)	1.25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1.40
Coefficiente R2	1.00

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	0.00	20.00
		2	3.00	0.00				
		3	38.94	20.00				
		4	46.44	25.00				
		5	48.44	25.00				
		6	52.94	28.00				
		7	94.94	28.00				
		8	99.44	25.00				
		9	101.44	25.00				
		10	108.94	20.00				
		11	120.00	20.00				

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	RIL	1.700	24.00	1.900	1.900	1	6.00	0.00
						2	38.93	19.50
						3	40.93	19.50
						4	50.41	25.00
						5	50.43	25.00
						6	54.93	28.00
						7	92.00	28.00
						8	97.43	25.00
						9	97.44	25.00
						10	106.94	19.50
						11	108.44	19.50
2	RIL	0.000	38.00	1.900	1.900			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 63											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	35.0	38.0	18.4	1,8198							
2	36.0	38.0	18.2	1,7261							
3	37.0	38.0	18.1	1,5327							
4	38.0	38.0	18.0	1,3355							
5	39.0	38.0	18.0	1,2108							
6	40.0	38.0	18.0	1,1894							
7	41.0	38.0	18.1	1,2441							
8	42.0	38.0	18.3	1,3167							
9	43.0	38.0	18.5	1,4041							
10	44.0	38.0	18.7	1,5046							
11	35.0	39.0	19.4	1,756							
12	36.0	39.0	19.2	1,7209							
13	37.0	39.0	19.1	1,4495							
14	38.0	39.0	19.0	1,2589							
15	39.0	39.0	19.0	1,1833							
16	40.0	39.0	19.0	1,1997							
17	41.0	39.0	19.1	1,2569							
18	42.0	39.0	19.2	1,33							
19	43.0	39.0	19.4	1,4163							
20	44.0	39.0	19.7	1,5146							
21	35.0	40.0	20.4	1,7961							
22	36.0	40.0	20.2	1,6717							
23	37.0	40.0	20.1	1,365							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 63											
Cerchi	Xc	Yc	Rc	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
N.ro	(m)	(m)	(m)								
24	38.0	40.0	20.0	1,2216							
25	39.0	40.0	20.0	1,1695							
26	40.0	40.0	20.0	1,2121							
27	41.0	40.0	20.1	1,2684							
28	42.0	40.0	20.2	1,3419							
29	43.0	40.0	20.4	1,4295							
30	44.0	40.0	20.6	1,5254							
31	35.0	41.0	21.4	1,7894							
32	36.0	41.0	21.2	1,525							
33	37.0	41.0	21.1	1,2832							
34	38.0	41.0	21.0	1,1906							
35	39.0	41.0	21.0	1,1802							
36	40.0	41.0	21.0	1,2228							
37	41.0	41.0	21.1	1,2838							
38	42.0	41.0	21.2	1,3571							
39	43.0	41.0	21.4	1,441							
40	44.0	41.0	21.6	1,5372							
41	35.0	42.0	22.3	1,7515							
42	36.0	42.0	22.2	1,4171							
43	37.0	42.0	22.1	1,2253							
44	38.0	42.0	22.0	1,1597							
45	39.0	42.0	22.0	1,1927							
46	40.0	42.0	22.0	1,2381							
47	41.0	42.0	22.1	1,3							
48	42.0	42.0	22.2	1,3729							
49	43.0	42.0	22.4	1,4556							
50	44.0	42.0	22.6	1,5498							
51	35.0	43.0	23.3	1,6379							
52	36.0	43.0	23.2	1,3095							
53	37.0	43.0	23.1	1,191							
54	38.0	43.0	23.0	1,1697							
55	39.0	43.0	23.0	1,2032							
56	40.0	43.0	23.0	1,2542							
57	41.0	43.0	23.1	1,3165							
58	42.0	43.0	23.2	1,3889							
59	43.0	43.0	23.4	1,4704							
60	44.0	43.0	23.6	1,5626							
61	35.0	44.0	24.3	1,4617							
62	36.0	44.0	24.2	1,2476							
63	37.0	44.0	24.1	1,1574							
64	38.0	44.0	24.0	1,1776							
65	39.0	44.0	24.0	1,2183							
66	40.0	44.0	24.0	1,2706							
67	41.0	44.0	24.1	1,3334							
68	42.0	44.0	24.2	1,4053							

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO											
N.ro Cerchio critico : 63											
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
69	43.0	44.0	24.3	1,4855							
70	44.0	44.0	24.5	1,5759							
71	35.0	45.0	25.3	1,3605							
72	36.0	45.0	25.2	1,1968							
73	37.0	45.0	25.1	1,1662							
74	38.0	45.0	25.0	1,1911							
75	39.0	45.0	25.0	1,234							
76	40.0	45.0	25.0	1,2874							
77	41.0	45.0	25.1	1,3503							
78	42.0	45.0	25.2	1,4216							
79	43.0	45.0	25.3	1,5008							
80	44.0	45.0	25.5	1,5895							
81	35.0	46.0	26.3	1,2669							
82	36.0	46.0	26.2	1,1651							
83	37.0	46.0	26.1	1,1727							
84	38.0	46.0	26.0	1,2055							
85	39.0	46.0	26.0	1,2467							
86	40.0	46.0	26.0	1,3013							
87	41.0	46.0	26.1	1,3671							
88	42.0	46.0	26.2	1,4379							
89	43.0	46.0	26.3	1,5159							
90	44.0	46.0	26.5	1,6031							
91	35.0	47.0	27.3	1,2118							
92	36.0	47.0	27.2	1,1675							
93	37.0	47.0	27.1	1,1852							
94	38.0	47.0	27.0	1,2168							
95	39.0	47.0	27.0	1,2634							
96	40.0	47.0	27.0	1,3185							
97	41.0	47.0	27.1	1,3814							
98	42.0	47.0	27.2	1,4543							
99	43.0	47.0	27.3	1,5312							
100	44.0	47.0	27.5	1,6169							

CARATTERISTICHE CONCI											
Superficie di Scorrimento N.ro: 63											
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)	
1	0.09	0.32	5.01	1.36	19.6	0.06	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	0.28	0.32	5.78	1.36	19.6	0.17	0.0	0.00	0.00	0.00	
3	0.46	0.32	6.54	1.36	19.6	0.28	0.0	0.00	0.00	0.00	
4	0.63	0.32	7.31	1.36	19.6	0.38	0.0	0.00	0.00	0.00	
5	0.80	0.32	8.08	1.36	19.6	0.49	0.0	0.00	0.00	0.00	
6	0.97	0.32	8.86	1.36	19.6	0.59	0.0	0.00	0.00	0.00	

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
7	1.13	0.33	9.63	1.36	19.6	0.69	0.0	0.00	0.00	0.00
8	1.29	0.33	10.41	1.36	19.6	0.78	0.0	0.00	0.00	0.00
9	1.44	0.33	11.18	1.36	19.6	0.88	0.0	0.00	0.00	0.00
10	1.59	0.33	11.96	1.36	19.6	0.97	0.0	0.00	0.00	0.00
11	1.73	0.33	12.75	1.36	19.6	1.06	0.0	0.00	0.00	0.00
12	1.87	0.33	13.53	1.36	19.6	1.14	0.0	0.00	0.00	0.00
13	2.01	0.33	14.32	0.00	32.0	1.22	0.0	0.00	0.00	0.00
14	2.13	0.33	15.11	0.00	32.0	1.30	0.0	0.00	0.00	0.00
15	2.26	0.33	15.90	0.00	32.0	1.38	0.0	0.00	0.00	0.00
16	2.38	0.34	16.70	0.00	32.0	1.45	0.0	0.00	0.00	0.00
17	2.50	0.34	17.50	0.00	32.0	1.52	0.0	0.00	0.00	0.00
18	2.61	0.34	18.30	0.00	32.0	1.59	0.0	0.00	0.00	0.00
19	2.71	0.34	19.10	0.00	32.0	1.65	0.0	0.00	0.00	0.00
20	2.81	0.34	19.92	0.00	32.0	1.71	0.0	0.00	0.00	0.00
21	2.91	0.34	20.73	0.00	32.0	1.77	0.0	0.00	0.00	0.00
22	3.00	0.35	21.55	0.00	32.0	1.83	0.0	0.00	0.00	0.00
23	3.08	0.35	22.37	0.00	32.0	1.88	0.0	0.00	0.00	0.00
24	3.13	0.35	23.20	0.00	32.0	1.91	0.0	0.00	0.00	0.00
25	2.99	0.35	24.03	0.00	32.0	1.82	0.0	0.00	0.00	0.00
26	2.84	0.35	24.87	0.00	32.0	1.73	0.0	0.00	0.00	0.00
27	2.69	0.36	25.72	0.00	32.0	1.64	0.0	0.00	0.00	0.00
28	2.53	0.36	26.57	0.00	32.0	1.55	0.0	0.00	0.00	0.00
29	2.37	0.36	27.43	0.00	32.0	1.45	0.0	0.00	0.00	0.00
30	2.20	0.36	28.29	0.00	32.0	1.34	0.0	0.00	0.00	0.00
31	2.22	0.37	29.16	0.00	32.0	1.35	0.0	0.00	0.00	0.00
32	2.25	0.37	30.04	0.00	32.0	1.37	0.0	0.00	0.00	0.00
33	2.28	0.37	30.93	0.00	32.0	1.39	0.0	0.00	0.00	0.00
34	2.29	0.38	31.82	0.00	32.0	1.40	0.0	0.00	0.00	0.00
35	2.31	0.38	32.73	0.00	32.0	1.41	0.0	0.00	0.00	0.00
36	2.31	0.39	33.64	0.00	32.0	1.41	0.0	0.00	0.00	0.00
37	2.31	0.39	34.56	0.00	32.0	1.41	0.0	0.00	0.00	0.00
38	2.30	0.39	35.49	0.00	32.0	1.40	0.0	0.00	0.00	0.00
39	2.28	0.40	36.44	0.00	32.0	1.39	0.0	0.00	0.00	0.00
40	2.25	0.40	37.39	0.00	32.0	1.37	0.0	0.00	0.00	0.00
41	2.21	0.41	38.36	0.00	32.0	1.35	0.0	0.00	0.00	0.00
42	2.17	0.42	39.34	0.00	32.0	1.32	0.0	0.00	0.00	0.00
43	2.12	0.42	40.34	0.00	32.0	1.29	0.0	0.00	0.00	0.00
44	2.05	0.43	41.35	0.00	32.0	1.25	0.0	0.00	0.00	0.00
45	1.79	0.43	42.37	0.00	32.0	1.09	0.0	0.00	0.00	0.00

CARATTERISTICHE CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63										
Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
46	1.49	0.44	43.42	0.00	32.0	0.91	0.0	0.00	0.00	0.00
47	1.18	0.45	44.48	0.00	32.0	0.72	0.0	0.00	0.00	0.00
48	0.86	0.46	45.56	0.00	32.0	0.52	0.0	0.00	0.00	0.00
49	0.52	0.47	46.66	0.00	32.0	0.32	0.0	0.00	0.00	0.00
50	0.18	0.48	47.79	0.00	32.0	0.11	0.0	0.00	0.00	0.00

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.18
3	0.00	0.00	0.00	0.02	0.30
4	0.00	0.00	0.00	0.02	0.41
5	0.00	0.00	0.00	0.03	0.52
6	0.00	0.00	0.00	0.04	0.63
7	0.00	0.00	0.00	0.04	0.73
8	0.00	0.00	0.00	0.05	0.83
9	0.00	0.00	0.00	0.05	0.93
10	0.00	0.00	0.00	0.06	1.03
11	0.00	0.00	0.00	0.06	1.12
12	0.00	0.00	0.00	0.07	1.21
13	0.00	0.00	0.00	0.08	1.30
14	0.00	0.00	0.00	0.08	1.38
15	0.00	0.00	0.00	0.08	1.46
16	0.00	0.00	0.00	0.09	1.54
17	0.00	0.00	0.00	0.09	1.62
18	0.00	0.00	0.00	0.10	1.69
19	0.00	0.00	0.00	0.10	1.76
20	0.00	0.00	0.00	0.11	1.82
21	0.00	0.00	0.00	0.11	1.88
22	0.00	0.00	0.00	0.11	1.94
23	0.00	0.00	0.00	0.12	1.99
24	0.00	0.00	0.00	0.12	2.03

FORZE VERTICALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63					
Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
25	0.00	0.00	0.00	0.11	1.94
26	0.00	0.00	0.00	0.11	1.84
27	0.00	0.00	0.00	0.10	1.74
28	0.00	0.00	0.00	0.10	1.64
29	0.00	0.00	0.00	0.09	1.53
30	0.00	0.00	0.00	0.08	1.42
31	0.00	0.00	0.00	0.08	1.44
32	0.00	0.00	0.00	0.08	1.46
33	0.00	0.00	0.00	0.09	1.47
34	0.00	0.00	0.00	0.09	1.49
35	0.00	0.00	0.00	0.09	1.49
36	0.00	0.00	0.00	0.09	1.50
37	0.00	0.00	0.00	0.09	1.49
38	0.00	0.00	0.00	0.09	1.49
39	0.00	0.00	0.00	0.09	1.47
40	0.00	0.00	0.00	0.08	1.46
41	0.00	0.00	0.00	0.08	1.43
42	0.00	0.00	0.00	0.08	1.40
43	0.00	0.00	0.00	0.08	1.37
44	0.00	0.00	0.00	0.08	1.33
45	0.00	0.00	0.00	0.07	1.16
46	0.00	0.00	0.00	0.06	0.96
47	0.00	0.00	0.00	0.04	0.76
48	0.00	0.00	0.00	0.03	0.56
49	0.00	0.00	0.00	0.02	0.34
50	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superficie di Scorrimento N.ro: 63					
Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 63																	
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx = C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
	1	0	0														
1	2	.3	0														
2	3	.7	0														
3	4	1.1	0														
4	5	1.5	0														
5	6	1.9	0														
6	7	2.3	0														
7	8	2.7	0														
8	9	3.1	0														
9	10	3.4	0														
10	11	3.8	0														
11	12	4.1	0														
12	13	4.5	0														
13	14	4.7	0														
14	15	4.8	0														
15	16	5	0														
16	17	5.2	0														
17	18	5.4	0														
18	19	5.5	0														

REAZIONI MUTUE FRA CONCI																		
Superficie N.ro: 63																		
		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - F _x = C		MP - F _x = SIN		MP-F _x = SIN/2		SARMA		SPENCER		
Conc.	Conc.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	F.or.	F.vert.	
sx	dx	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	
19	20	5.6	0															
20	21	5.7	0															
21	22	5.8	0															
22	23	5.9	0															
23	24	5.9	0															
24	25	5.9	0															
25	26	5.9	0															
26	27	5.8	0															
27	28	5.8	0															
28	29	5.7	0															
29	30	5.6	0															
30	31	5.5	0															
31	32	5.3	0															
32	33	5.2	0															
33	34	5	0															
34	35	4.8	0															
35	36	4.6	0															
36	37	4.3	0															
37	38	4	0															
38	39	3.7	0															
39	40	3.4	0															
40	41	3	0															
41	42	2.7	0															
42	43	2.3	0															
43	44	1.9	0															
44	45	1.4	0															
45	46	1	0															
46	47	.7	0															
47	48	.4	0															
48	49	.2	0															
49	50	0	0															
50		0	0															

I VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO GENERALE

RILEVATO PK 1+525

I.1 Combinazione statica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sez_1+525_statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: rilevato
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32.01 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato stabilizzato

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 13.6 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: ec

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 17.91 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: a incoerente

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: a coesivo

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.9 kN/m³
Cohesion: 6.88 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.6 kN/m³
Cohesion: 17.6 kPa
Friction Angle: 21.31 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

List of Coordinates

Material Boundary - ec

51.534	68.241
55.766	68.597
62.569	68.597
74.808	68.638
77.443	68.696

134.029	68.965
136.009	68.988
143.369	68.817
156.596	68.509
165.213	69.027

Material Boundary - bonifica

81.604	68.789
--------	--------

83.606	68.833
84.855	68.861
91.353	68.833
92.854	68.826
95.247	68.816
97.168	68.807
102.762	68.845
103.997	68.845
105.747	68.859
106.049	68.860
115.656	68.901
119.247	68.916
120.747	68.916
128.487	68.916
130.487	68.965

Material Boundary – a coerente

51.534	62.358
143.369	62.185
165.213	62.185

Material Boundary - Qa

51.534	58.943
143.406	58.747
165.213	58.680

External Boundary

51.534	68.241
51.534	62.358
51.534	58.943
51.534	48.943
165.213	48.943
165.213	58.680
165.213	62.185
165.213	69.027
165.213	70.087
156.949	69.168
155.500	69.165
153.534	69.205
149.307	69.271
143.946	69.403
136.009	69.588
135.583	69.587
134.029	69.581
130.487	71.942
128.487	71.942
120.747	77.103
119.247	77.103
118.702	77.116
113.747	77.240
109.997	77.334
106.247	77.427
105.747	77.440
104.997	77.440
103.997	77.481
103.247	77.481
102.747	77.468
98.996	77.374

95.246	77.281
93.285	77.231
92.854	77.221
91.353	77.221
83.606	72.065
81.604	72.066
77.443	69.296
76.351	69.272
74.808	69.237
55.577	69.174
51.534	68.943

Water Table

51.534	65.776
165.213	65.604

Search Grid

65.824	80.044
87.755	80.044
87.755	100.104
65.824	100.104

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.445850

Center: 75.967, 92.080

Radius: 22.855

Left Slip Surface Endpoint: 75.067, 69.243

Right Slip Surface Endpoint: 93.342, 77.233

Resisting Moment=7439.45 kN-m

Driving Moment=5145.38 kN-m

I.2 Combinazione sismica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sez_1+525_sismica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Right to Left

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.123
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.062

Material Properties

Material: rilevato
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32.01 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato stabilizzato
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 13.6 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: ec
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 17.91 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: a incoerente
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: a coesivo

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.9 kN/m³
Cohesion: 6.88 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.6 kN/m³
Cohesion: 17.6 kPa
Friction Angle: 21.31 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

List of Coordinates

Material Boundary - ec

51.534	68.241
55.766	68.597
62.569	68.597
74.808	68.638
77.443	68.696

134.029	68.965
136.009	68.988
143.369	68.817
156.596	68.509
165.213	69.027

Material Boundary - bonifica

81.604	68.789
83.606	68.833
84.855	68.861
91.353	68.833
92.854	68.826
95.247	68.816
97.168	68.807
102.762	68.845
103.997	68.845
105.747	68.859
106.049	68.860
115.656	68.901
119.247	68.916
120.747	68.916
128.487	68.916
130.487	68.965

Material Boundary - a coerente

51.534	62.358
143.369	62.185
165.213	62.185

Material Boundary - Qa

51.534	58.943
143.406	58.747

165.213 58.680

External Boundary

51.534 68.241
51.534 62.358
51.534 58.943
51.534 48.943
165.213 48.943
165.213 58.680
165.213 62.185
165.213 69.027
165.213 70.087
156.949 69.168
155.500 69.165
153.534 69.205
149.307 69.271
143.946 69.403
136.009 69.588
135.583 69.587
134.029 69.581
130.487 71.942
128.487 71.942
120.747 77.103
119.247 77.103
118.702 77.116
113.747 77.240
109.997 77.334
106.247 77.427
105.747 77.440
104.997 77.440
103.997 77.481
103.247 77.481
102.747 77.468
98.996 77.374
95.246 77.281
93.285 77.231
92.854 77.221
91.353 77.221
83.606 72.065
81.604 72.066
77.443 69.296
76.351 69.272
74.808 69.237
55.577 69.174
51.534 68.943

Water Table

51.534 65.776
165.213 65.604

Search Grid

65.824 80.044
87.755 80.044
87.755 100.104
65.824 100.104

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.122610

Center: 75.693, 92.582

Radius: 23.375

Left Slip Surface Endpoint: 74.520, 69.237

Right Slip Surface Endpoint: 93.322, 77.232

Resisting Moment=7499.93 kN-m

Driving Moment=6680.78 kN-m

J VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO GENERALE RILEVATO PK 7+625

J.1 Combinazione statica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sez_7+625_statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: rilevato
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 13.6 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato esistente

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: ar

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.4 kN/m³
Cohesion: 14.08 kPa
Friction Angle: 13.74 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.7 kN/m³
Cohesion: 16 kPa
Friction Angle: 17.07 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Pvs

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

List of Coordinates

Material Boundary – rilevato esistente

189.124	172.996
190.127	171.432
191.986	171.432
217.040	172.913
218.840	173.757

Material Boundary - Pvs

100.729	162.272
108.831	161.936
143.148	161.363
160.964	161.091
196.520	161.808
219.484	163.072
221.331	163.131

Material Boundary - Qa

100.729	169.563
110.954	168.688
125.676	166.043
144.638	166.530
161.709	165.972
175.550	165.970
192.059	169.648
214.402	171.025

221.331 170.320

Material Boundary - ar

103.339	171.463
104.373	171.432
104.387	171.433
104.445	171.431
104.485	171.431
106.177	171.431
109.177	171.431
110.261	171.440
111.070	171.431
112.997	171.465
116.771	171.545
121.063	171.637
122.896	171.700
124.251	171.917
124.385	171.921
125.446	171.177
126.121	170.750
126.262	170.631
126.381	170.725
126.425	170.730
126.671	170.754
127.072	170.830
132.363	172.004
134.145	172.117
146.487	172.211
158.402	172.362
158.545	172.364
158.784	172.366
159.202	172.369
159.867	172.375
160.808	172.382
161.961	172.392
163.225	172.404
164.457	172.416
165.578	172.428
166.578	172.438
167.579	172.449
168.678	172.461
169.702	172.471
170.765	172.454
171.765	172.438
172.568	172.426
173.253	172.415
173.581	172.409

External Boundary – External boundary

188.560	172.997
186.864	172.999
182.939	173.014
182.751	173.015
182.181	173.014
180.983	172.803
180.249	172.604
178.953	172.321
174.879	172.386

174.443	172.394
173.886	172.404
173.581	172.409
164.915	178.187
163.415	178.187
161.665	178.064
157.915	177.802
154.165	177.539
150.365	177.273
149.615	177.273
143.031	177.563
142.281	177.563
141.781	177.529
138.031	177.276
134.281	177.022
130.231	176.748
128.731	176.748
121.063	171.637
120.889	171.631
116.771	171.545
114.316	172.947
113.316	172.947
109.815	172.769
106.314	172.592
105.314	172.592
103.339	171.463
101.175	171.528
100.729	171.548
100.729	169.563
100.729	162.272
100.729	154.471
221.331	154.471
221.331	163.131
221.331	170.320
221.331	173.807
218.840	173.757
213.894	176.144
211.931	177.226
211.825	177.227
211.548	177.178
204.882	176.917
201.390	176.876
201.242	176.902
200.971	176.949
194.096	173.606
191.692	172.495
191.431	172.050
191.382	171.962
190.699	171.964
190.548	171.965
190.303	172.406
190.259	172.498
189.811	172.683
189.124	172.996
188.741	172.997

Water Table

100.729	165.009
---------	---------

221.331 165.009

Search Grid Coordinates:

163.959 168.317
186.760 168.317
186.760 191.118
163.959 191.118

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.615180

Center: 170.800, 180.572

Radius: 8.732

Left Slip Surface Endpoint: 162.420, 178.117

Right Slip Surface Endpoint: 173.886, 172.404

Resisting Moment=3257.22 kN-m

Driving Moment=2016.63 kN-m

J.2 Combinazione sismica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sez_7+625_sismica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.123
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.062

Material Properties

Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 13.6 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato esistente

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: ar

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.4 kN/m³
Cohesion: 14.08 kPa
Friction Angle: 13.74 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.7 kN/m³
Cohesion: 16 kPa
Friction Angle: 17.07 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Pvs

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

List of Coordinates

Material Boundary – rilevato esistente
189.124 172.996

190.127	171.432
191.986	171.432
217.040	172.913
218.840	173.757

Material Boundary - Pvs

100.729	162.272
108.831	161.936
143.148	161.363
160.964	161.091
196.520	161.808
219.484	163.072
221.331	163.131

Material Boundary - Qa

100.729	169.563
110.954	168.688
125.676	166.043
144.638	166.530
161.709	165.972
175.550	165.970
192.059	169.648
214.402	171.025
221.331	170.320

Material Boundary - ar

103.339	171.463
104.373	171.432
104.387	171.433
104.445	171.431
104.485	171.431
106.177	171.431
109.177	171.431
110.261	171.440
111.070	171.431
112.997	171.465
116.771	171.545
121.063	171.637
122.896	171.700
124.251	171.917
124.385	171.921
125.446	171.177
126.121	170.750
126.262	170.631
126.381	170.725
126.425	170.730
126.671	170.754
127.072	170.830
132.363	172.004
134.145	172.117
146.487	172.211
158.402	172.362
158.545	172.364
158.784	172.366
159.202	172.369
159.867	172.375
160.808	172.382
161.961	172.392

163.225	172.404
164.457	172.416
165.578	172.428
166.578	172.438
167.579	172.449
168.678	172.461
169.702	172.471
170.765	172.454
171.765	172.438
172.568	172.426
173.253	172.415
173.581	172.409

External Boundary – External boundary

188.560	172.997
186.864	172.999
182.939	173.014
182.751	173.015
182.181	173.014
180.983	172.803
180.249	172.604
178.953	172.321
174.879	172.386
174.443	172.394
173.886	172.404
173.581	172.409
164.915	178.187
163.415	178.187
161.665	178.064
157.915	177.802
154.165	177.539
150.365	177.273
149.615	177.273
143.031	177.563
142.281	177.563
141.781	177.529
138.031	177.276
134.281	177.022
130.231	176.748
128.731	176.748
121.063	171.637
120.889	171.631
116.771	171.545
114.316	172.947
113.316	172.947
109.815	172.769
106.314	172.592
105.314	172.592
103.339	171.463
101.175	171.528
100.729	171.548
100.729	169.563
100.729	162.272
100.729	154.471
221.331	154.471
221.331	163.131
221.331	170.320
221.331	173.807

218.840	173.757
213.894	176.144
211.931	177.226
211.825	177.227
211.548	177.178
204.882	176.917
201.390	176.876
201.242	176.902
200.971	176.949
194.096	173.606
191.692	172.495
191.431	172.050
191.382	171.962
190.699	171.964
190.548	171.965
190.303	172.406
190.259	172.498
189.811	172.683
189.124	172.996
188.741	172.997

Water Table

100.729	165.009
221.331	165.009

Search Grid Coordinates:

163.959	168.317
186.760	168.317
186.760	191.118
163.959	191.118

Number of elements in x direction = 80
Number of elements in y direction = 80

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.270180

Center: 170.800, 181.427

Radius: 9.536

Left Slip Surface Endpoint: 161.871, 178.079

Right Slip Surface Endpoint: 173.886, 172.404

Resisting Moment=3724.84 kN-m

Driving Moment=2932.52 kN-m

K VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE MECCANISMO GENERALE RILEVATO PK 7+700

K.1 Combinazione statica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sez_7+700_statica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: rilevato
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 13.6 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato esistente

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qa
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.7 kN/m³
Cohesion: 16 kPa
Friction Angle: 17.07 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qca
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.7 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Pv
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 2 kPa
Friction Angle: 27.45 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Pvs
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

List of Coordinates

Material Boundary - Qca

59.306	66.350
84.344	67.391
95.773	67.866
96.990	67.916
107.887	68.369
107.887	68.369
136.003	70.036
137.053	70.568

Material Boundary - Pvs

33.813	55.965
48.126	57.032
63.692	58.420
72.390	59.584
74.232	59.179

78.468	58.312
83.248	57.491
89.479	56.661
93.517	56.291
96.797	56.114
99.989	56.097
106.620	56.158
121.586	57.345
142.810	57.642
143.957	57.626

Material Boundary - Pv

72.390	59.584
81.625	60.820
87.834	62.173
92.894	63.500
95.960	64.419
98.011	65.257
114.247	64.095
126.251	63.333
143.957	62.422

External Boundary

59.235	67.542
56.573	67.485
56.205	67.689
49.063	68.560
48.756	68.486
48.647	68.615
45.601	68.201
44.940	68.113
44.807	68.109
43.259	68.079
40.340	67.970
39.302	67.932
38.748	67.989
38.557	67.805
35.278	67.653
34.934	67.199
33.813	67.250
33.813	66.049
33.813	55.965
33.813	50.199
143.957	50.199
143.957	57.626
143.957	62.422
143.957	70.042
143.185	70.094
142.464	70.199
142.237	70.269
141.757	70.436
141.741	70.345
141.239	70.438
138.465	70.450
138.157	70.477
137.053	70.568
130.545	74.347
129.646	74.721

129.645	74.199
129.326	74.713
129.267	74.825
126.672	74.655
118.989	74.327
118.988	74.547
118.799	74.548
118.594	74.558
113.596	72.042
112.032	71.251
105.500	75.600
90.200	74.700
82.800	74.900
69.150	74.140

Water Table

80.000	60.500
33.813	60.500
143.957	60.500

Search Grid

35.170	59.662
71.334	59.662
71.334	95.826
35.170	95.826

Search Grid Coordinates

35.170	59.662
71.334	59.662
71.334	95.826
35.170	95.826

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.589040

Center: 61.389, 78.648

Radius: 11.340

Left Slip Surface Endpoint: 59.109, 67.539

Right Slip Surface Endpoint: 71.859, 74.291

Resisting Moment=4824.7 kN-m

Driving Moment=3036.25 kN-m

K.2 Combinazione sismica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: sez_7+700_sismica

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.123
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.062

Material Properties

Material: rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 13.6 kPa
Friction Angle: 19.61 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: rilevato esistente

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28.35 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qa

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.7 kN/m³
Cohesion: 16 kPa
Friction Angle: 17.07 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Qca
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.7 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 28 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Pv
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 2 kPa
Friction Angle: 27.45 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: Pvs
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 29.26 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

List of Coordinates

Material Boundary - Qca

59.306	66.350
84.344	67.391
95.773	67.866
96.990	67.916
107.887	68.369
107.887	68.369
136.003	70.036
137.053	70.568

Material Boundary - Pvs

33.813	55.965
48.126	57.032
63.692	58.420
72.390	59.584
74.232	59.179
78.468	58.312
83.248	57.491
89.479	56.661
93.517	56.291
96.797	56.114
99.989	56.097
106.620	56.158
121.586	57.345
142.810	57.642
143.957	57.626

Material Boundary - Pv

72.390	59.584
81.625	60.820
87.834	62.173
92.894	63.500
95.960	64.419
98.011	65.257
114.247	64.095
126.251	63.333
143.957	62.422

External Boundary

59.235	67.542
56.573	67.485
56.205	67.689
49.063	68.560
48.756	68.486
48.647	68.615
45.601	68.201
44.940	68.113
44.807	68.109
43.259	68.079
40.340	67.970
39.302	67.932
38.748	67.989
38.557	67.805
35.278	67.653
34.934	67.199
33.813	67.250
33.813	66.049
33.813	55.965
33.813	50.199
143.957	50.199
143.957	57.626
143.957	62.422
143.957	70.042
143.185	70.094
142.464	70.199
142.237	70.269
141.757	70.436
141.741	70.345
141.239	70.438
138.465	70.450
138.157	70.477
137.053	70.568
130.545	74.347
129.646	74.721
129.645	74.199
129.326	74.713
129.267	74.825
126.672	74.655
118.989	74.327
118.988	74.547
118.799	74.548
118.594	74.558
113.596	72.042
112.032	71.251

105.500	75.600
90.200	74.700
82.800	74.900
69.150	74.140

Water Table

80.000	60.500
33.813	60.500
143.957	60.500

Search Grid Coordinates

35.170	59.662
71.334	59.662
71.334	95.826
35.170	95.826

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.250800

Center: 60.937, 80.908

Radius: 13.493

Left Slip Surface Endpoint: 59.109, 67.539

Right Slip Surface Endpoint: 72.724, 74.339

Resisting Moment=5972.5 kN-m

Driving Moment=4774.94 kN-m