

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



## S.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE SUD

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

#### LINEA POTENZA-METAPONTO

#### INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

#### CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	A	9	5	1	3	R	7	8	R	H	G	E	0	0	0	6	0	0	2	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi 	Settembre 2021	C. Toraldo 	Settembre 2021	I. D'Amore 	Settembre 2021	D. Tiberti 	Dicembre 2021
B	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi 	Dicembre 2021	C. Toraldo 	Dicembre 2021	I. D'Amore 	Dicembre 2021		

ITALFERR SpA  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Società per le Infrastrutture Ferroviarie  
Dott. ing. Dario Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10879

File IA9513R78RHGE0006002B.doc

n. Elab.:

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 2 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	-------------------

## INDICE

<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Normativa di riferimento.....</i>	4
2.2 <i>Documenti di riferimento .....</i>	4
<b>3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>5</b>
3.1 <i>Sintesi dei parametri geotecnici di progetto.....</i>	6
3.2 <i>Falda .....</i>	6
<b>4 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI RILEVATI FERROVIARI .....</b>	<b>7</b>
4.1 <i>Criteri generali di verifica .....</i>	7
4.1.1 <i>Stati limite di riferimento per le verifiche sismiche.....</i>	8
4.2 <i>Verifiche di sicurezza per opere in materiali sciolti.....</i>	11
4.3 <i>Verifiche di stabilità .....</i>	12
4.3.1 <i>Azioni sismiche per analisi delle scarpate .....</i>	13
4.4 <i>Carichi mobili da traffico stradale.....</i>	15
<b>5 RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ .....</b>	<b>15</b>
5.1 <i>Sezione tipologica di altezza massima 5 metri .....</i>	17
<b>6 STIMA DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI.....</b>	<b>19</b>
<b>7 CALCOLO DEL DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO .....</b>	<b>28</b>
<b>8 PIANO DI POSA .....</b>	<b>31</b>
<b>9 APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO .....</b>	<b>32</b>
9.1 <i>SEZIONE di altezza massima 5M – STATIC.....</i>	32
9.2 <i>SEZIONE di altezza massima 5M – SISMICA.....</i>	43
9.3 <i>SEZIONE H = 5m – CEDIMENTI .....</i>	54

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 3 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	-------------------

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano i predimensionamenti e le verifiche geotecniche relative ai rilevati stradali relativi alle nuove viabilità nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica per gli interventi di velocizzazione della linea Potenza – Metaponto tratta Grassano-Bernalda-Ferrandina.

In particolare nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Valutazione dei cedimenti dei rilevati e del loro decorso nel tempo;
- Verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati;
- Breve descrizione e caratteristiche del piano di posa dei rilevati

Si precisa inoltre che in progetto non ci sono delle trincee stradali che necessitano di verifiche di stabilità del fronte scavo, in quanto le sezioni in trincea sono presenti solo nelle zone di attacco alla linea ferroviaria esistente con altezze inferiori a 1.0m.

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 4 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	-------------------

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L’interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni. I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [DC1]. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- [DC2]. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;
- [DC3]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (31 Dicembre 2020);
- [DC4]. RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (31 Dicembre 2020);
- [DC5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.

### 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

- [DC6]. IA95.13.R.78.GE.GE.00.0.6.001 Relazione Geotecnica generale
- [DC7]. IA95.13.R.78.L5.GE.00.0.6.003 ÷ 005 Profili geotecnici di linea

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 5 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	-------------------

### 3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel presente capitolo si riporta brevemente la caratterizzazione geotecnica generale del lotto in esame, valutata sulla base dell’interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte.

Gli elementi ricavati dai sondaggi attraverso le misure in situ, e le determinazioni di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e non, hanno consentito di definire l’assetto stratigrafico e le caratteristiche di resistenza e deformabilità da attribuire ai singoli strati.

Di seguito si elencano le unità geotecniche individuate lungo il tracciato:

- **Terreno di riporto – Unità h:** sono formati prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, con locali frammenti di laterizi, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e nocciola, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie e sabbie limose grigie, marroni e giallastre, a struttura indistinta, con diffusi resti vegetali e abbondanti ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.
- **Depositi alluvionali recenti – Unità Ar:** questa unità si rinviene diffusamente in tutta l’area di studio, lungo tutta la piana alluvionale del Fiume Basento e, più limitatamente, lungo l’alveo di alcuni corsi d’acqua secondari. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale, piana inondabile e lago di meandro, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa (GS), sabbioso-limosa e argilloso-limosa (LS-LA). Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e sono caratterizzati da uno spessore massimo è di circa 20 m. Dal punto di vista cronostratigrafico, i depositi in questione sono ascrivibili all’Olocene.
- **Argille subappenniniche– Unità Sub:** La formazione in esame rappresenta il substrato e si rinviene in tutto l’area di studio, sia lungo i rilievi collinari che bordano la piana del Fiume Basento che al di sotto dei terreni di copertura più recenti. Si tratta di depositi marini di piattaforma e scarpata superiore, costituiti da due differenti litofacies a composizione argilloso-limosa e ghiaioso-conglomeratica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante su unità non affioranti nell’area e presentano uno spessore massimo di circa 1000 m. Dal punto di vista cronologico, questi terreni sono riferibili all’intervallo Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica e Sismica del progetto e ai Profili Geotecnici di linea del lotto.

### 3.1 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche.

Unità-geotecnica <sup>a</sup>	$\gamma^a$ [kN/m <sup>3</sup> ] <sup>a</sup>	$\phi^a$ [°] <sup>a</sup>	$C^a$ [kPa] <sup>a</sup>	$C_u^a$ [kPa] <sup>a</sup>	$C_c^a$ [-] <sup>a</sup>	$C_s^a$ [-] <sup>a</sup>	$E_{ed}^a$ [MPa] <sup>a</sup>	$C_v^a$ [m <sup>2</sup> /s] <sup>a</sup>	$K_{LEFRANC}^a$ [m/s] <sup>a</sup>
Ar(LS) <sup>a</sup>	18-20 <sup>a</sup>	22-28 <sup>a</sup>	10-20 <sup>a</sup>	50-110 <sup>a</sup>	0.15-0.24 <sup>a</sup>	0.05-0.10 <sup>a</sup>	5-10 <sup>a</sup>	3x10 <sup>-8</sup> <sup>a</sup>	4.7x10 <sup>-8</sup> -7.7x10 <sup>-7</sup> <sup>a</sup>
Ar(Gs) <sup>a</sup>	20-21 <sup>a</sup>	38-40 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	1.6x10 <sup>-7</sup> -1.3x10 <sup>-5</sup> <sup>a</sup>
Sub(ASP) <sup>a</sup>	19-21 <sup>a</sup>	20-27 <sup>a</sup>	18-45 <sup>a</sup>	130-250 <sup>a</sup>	0.11-0.22 <sup>a</sup>	0.05-0.08 <sup>a</sup>	7-15 <sup>a</sup>	3x10 <sup>-7</sup> <sup>a</sup>	6.7x10 <sup>-9</sup> -3x10 <sup>-8</sup> <sup>a</sup>

Unità-Geotecnica <sup>a</sup>	$G_0^a$ [MPa] <sup>a</sup>	$E_0^a$ [MPa] <sup>a</sup>	$E_p^a$ [MPa] <sup>a</sup>
	[MPa] <sup>a</sup>	[MPa] <sup>a</sup>	[MPa] <sup>a</sup>
Ar(LS) <sup>a</sup>	55-170 <sup>a</sup>	170-500 <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
Ar(Gs) <sup>a</sup>	110-230 <sup>a</sup>	330-700 <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
Sub(ASP) <sup>a</sup>	120-430 <sup>a</sup>	350-1300 <sup>a</sup>	17-45 <sup>a</sup>

Tabella 1 PARAMETRI DI RESISTENZA (sopra) e DEFORMABILITA' (sotto)

### 3.2 FALDA

Nel profilo stratigrafico longitudinale è rappresentato graficamente l'andamento massimo del livello di progetto lungo il tracciato da considerare per il dimensionamento delle opere definitive a lungo termine.

In generale il livello massimo della falda è variabile lungo il tracciato con andamento oscillante generalmente compreso da oltre 1 m a circa 10 m di profondità da p.c..

Per il dimensionamento delle opere si farà riferimento al valore di falda delle indagini più vicine, in accordo a quanto riportato nel profilo geotecnico.

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 7 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	-------------------

#### 4 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI RILEVATI FERROVIARI

Si riportano di seguito le necessarie verifiche geotecniche dei rilevati, prendendo come riferimento due particolari sezioni considerate le più gravose per altezza, dimensioni e condizioni stratigrafiche dell'intera linea in progetto.

I rilevati hanno una pendenza delle scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale), per un'altezza massima non superiore a 5 metri.

Cautelativamente è stata quindi verificata la massima altezza possibile per i rilevati della viabilità stradali, includendo in questo modo qualsiasi tipo di casistica.

La sezione scelta corrisponde a quella di massima altezza, pari a 5 metri, individuate sul totale delle nuove viabilità previste per il tracciato del lotto 1 e secondo il modello geotecnico tipologico più conservativo.

E' stato quindi studiato sia lo stato limite ultimo valutando le condizioni di equilibrio limite delle opere in terra, che il loro comportamento in fase di esercizio ovvero valutando i cedimenti attesi.

##### 4.1 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Per le opere in esame devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche agli Stati Limite d'Esercizio (SLE).

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- $E_d$  = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$  = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione  $E_d \leq R_d$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare (si vedano i paragrafi seguenti). Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto  $E_d$  tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	8 di 58

caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche.

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d$$

dove:

$E_d$  = valore di progetto dell'effetto dell'azione;

$C_d$  = valore limite prescritto dell'effetto delle azioni (definito Progettista Strutturale).

La verifica della condizione  $E_d \leq C_d$  deve essere effettuata impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali.

#### **4.1.1 Stati limite di riferimento per le verifiche sismiche**

Le NTC-2018 stabiliscono differenti Stati Limite (sia d'Esercizio che Ultimi) in funzione, in primo luogo, dell'importanza dell'opera mediante l'identificazione della Classe d'Uso e poi in funzione del danno conseguente ad un certo Stato Limite. In particolare si definiscono i seguenti Stati Limite di Esercizio e Ultimi, come riportato al par. 3.2.1:

##### *Stati Limite di Esercizio (SLE):*

- Stato Limite di immediata Operatività **SLO** per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico. Tale stato limite non si applica per l'opera in oggetto.
- Stato Limite di Danno **SLD** definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

##### *Stati Limite Ultimi (SLU):*

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, **SLV**, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidezza nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
- Stato Limite di Prevenzione del Collasso, **SLC**, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

La tabella che segue riporta, in funzione della classe d'uso della struttura, lo stato limite da considerare in funzione della verifica di sicurezza appropriata per l'opera.

Con riferimento all'opera in oggetto, le verifiche geotecniche in presenza di un evento sismico richiedono la verifica ai seguenti stati limite:

Stato Limite Ultimo: **SLV** – Stato Limite di Salvaguardia della Vita (cui corrisponde una probabilità di superamento  $P_{vr} = 10\%$  nel periodo  $V_r$ );

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 9 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	-------------------

Le suddette probabilità, valutate nel periodo di riferimento  $V_r$  per l'azione sismica, consentono di determinare, per ciascuno stato limite, il tempo di ritorno del terremoto di progetto corrispondente.

Stato Limite	Prestazione da verificare	Classe d'uso			
		I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali			X	X
	Funzionalità degli impianti			X	X
SLD	Resistenza degli elementi strutturali			X	X
	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	X	X		
	Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno	X	X	X	X
	Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno	X	X	X	X
SLV	Assenza di martellamento tra strutture contigue	X	X	X	X
	Resistenza delle strutture	X	X	X	X
	Duttilità delle strutture	X	X	X	X
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	X	X	X	X
	Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti	X	X	X	X
	Stabilità del sito	X	X	X	X
	Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati	X	X	X	X
	Resistenza del sistema terreno-fondazione	X	X	X	X
	Stabilità del muro di sostegno	X	X	X	X
	Stabilità delle paratie	X	X	X	X
SLC	Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi	X	X	X	X
	Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate	X	X	X	X
	Capacità di spostamento degli isolatori	X	X	X	X

**Tabella 2: Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso**

Per tutte le verifiche l'azione sismica di progetto deve essere valutata sulla base degli Stati Limite relativi all'opera da verificare (vedasi tabella precedente). Per l'opera in oggetto, come definito al punto 4.1.1, le verifiche agli Stati Limite Ultimi verranno condotte con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (**SLV**).

Per le opere oggetto della presente relazione si è assunto:

- Vita nominale Vn: 75 anni
- Classe d'uso: II (coefficiente d'uso= 1.0)
- Vita nominale=  $75 \times 1.0 = 75$  anni

Le verifiche di sicurezza agli SLU in campo sismico devono contemplare almeno le medesime verifiche definite in campo statico. In particolare la stabilità globale in condizioni sismiche dei opere in materiali sciolti, quali rilevati, deve essere svolta secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2.

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 10 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

- Approccio 1 Combinazione 2 : A2 + M2 + R2

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle precedenti e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza dei terreni tutti pari ad uno e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

PARAMETRO	Coefficiente parziale	
Resistenza	$\gamma_R$	1.2

**Tabella 3: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni sismiche)**

Le condizioni di stabilità del rilevato devono essere verificate affinché prima, durante e dopo il sisma la resistenza del sistema sia superiore alle azioni, ovvero gli spostamenti permanenti indotti dal sisma siano di entità tale da non pregiudicare le condizioni di sicurezza o di funzionalità delle strutture o infrastrutture medesime.

Le verifiche possono essere condotte mediante metodi pseudo statici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 11 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

#### 4.2 VERIFICHE DI SICUREZZA PER OPERE IN MATERIALI SCIOLTI

Sulla base di quanto prescritto dalle NTC 2018 le verifiche di sicurezza che devono essere eseguite per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo il seguente approccio:

Approccio 1:

- Combinazione 2 : A2 + M2 + R2

tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta in generale se:

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\gamma_R} \cdot R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R$$

essendo R resistenza globale del sistema, calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto.

La stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno di fondazione deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi costruttive ed al termine della costruzione.

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tabella 4

		<b>Coefficiente</b>	<b>EQU</b>	<b>A1 STR</b>	<b>A2 GEO</b>	<b>Comb. eccezionale</b>	<b>Comb. Sismica</b>
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30	1,00 1,00	1,00 1,00
Carichi variabili da traffico	Favorevoli sfavorevoli	$\gamma_Q$	0,00 1,45	0,00 1,45	0,00 1,25	0,00 0,20	0,00 0,20
Carichi variabili	Favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30	0,00 1,00	0,00 0,00

**Tabella 4: coefficienti parziali sulle azioni**

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 12 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_\phi$	1.0	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{Cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_y$	1.0	1.0

Tabella 5: coefficienti parziali di sicurezza sui parametri meccanici dei terreni

PARAMETRO	Coefficiente parziale
Resistenza	$\gamma_R$

Tabella 6: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni statiche)

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ) in condizioni SLU statiche, quindi generalmente il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare è  $FS \geq 1.1$ .

In condizioni sismiche le verifiche di sicurezza sono mirate a controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione  $Ed < Rd$  [6.2.1] delle NTC 2018) impiegando lo stesso approccio delle condizioni statiche SLU (§ 6.8.2 delle NTC 2018) Combinazione (A2+M2+R2), ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 delle NTC 2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

In sostanza il valore del carico variabile è stato amplificato per il fattore 1.3 nell'analisi SLU-A2+M2+R2 (Tabella 5.2.V NTC 2018) e ridotto nell'analisi sismica considerando un fattore di combinazione  $\gamma = 0.2$  come da § 5.2.2.8 NTC2018.

#### 4.3 VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche delle sezioni rappresentativa sono state effettuate attraverso il metodo di Morgenstern-Price, basato sulla teoria dell'equilibrio limite applicata al terreno potenzialmente instabile dopo averne effettuato una suddivisione in un numero finito dei conci.

Le superfici di scorrimento critiche sono state ricercate variando la posizione della griglia dei centri ed i limiti di tangenza. Il programma utilizzato, GEOSLOPE, che analizza una striscia di 1 m di profondità e fornisce i fattori di sicurezza delle superfici a fattore di sicurezza minimo, ovvero:

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 13 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

- $F_S = T_f/T$  fattore di sicurezza globale dove,
  - $T_f$ : resistenza al taglio lungo il cerchio critico;
  - $T$ : forza di taglio totale agente lungo il cerchio critico

Sono state analizzate le condizioni di stabilità di breve e lungo termine del nuovo rilevato considerando, per le verifiche di lungo termine e in condizioni drenate, i livelli di falda riscontrati nei sondaggi delle aree in questione ovvero cautelativamente pari a 2 m da p.c., in quanto la viabilità più alta in progetto (NV05) ha una falda a circa -2.5m da pc. Invece, laddove è presente una falda a -1m da pc sono presenti solo viabilità sterrate (NV06 e NV07).

Per il materiale costituente il rilevato stradale sono state adottate le seguenti caratteristiche :

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3; \quad c' = 0 \text{ kPa}, \quad \varphi' = 38^\circ$$

Mentre per i terreni si è fatto riferimento ai parametri caratteristici minimi riportati all'inizio della relazione e alla stratigrafia ricostruita nel profilo geotecnico di progetto con riferimento alla sezione caratteristica più cautelativa e come indicato all'inizio del capitolo.

#### 4.3.1 Azioni sismiche per analisi delle scarpate

Le combinazioni verificate sono, come già specificato, le seguenti:

- SLU: A2+M2+R2 (in condizioni statiche)
- SLV (per le condizioni sismiche)

L'azione sismica, valutata con il metodo pseudostatico, è stata schematizzata con una forza statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come  $F_h = k_h \times W$  ed  $F_v = k_v \times W$ , con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

nelle quali:

- $\beta_s$ : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, pari a 0.38 per lo stato limite SLV.
- $a_{\max}$ : accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 14 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

- $S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica (assunto in questo caso pari a 1)
- $S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafica (dipendente dalla classe di suolo: pari a C in questo caso)
- $a_g$ : accelerazione di sito su substrato rigido;
- $a_{max}$ : accelerazione di picco;

Per il tracciato in oggetto, come riportato nella relazione geotecnica generale, si ha la seguente caratterizzazione sismica più gravosa nell'ambito del lotto in esame ( per  $V_N=75$   $c_u=1.0$ , SLV, Categoria C – condizione più gravosa sulla linea):

$$a_g / g = 0.193$$

$$S_s = 1.41$$

$$S_T = 1.0$$

$$\text{Da cui } a_{max} = 0.193 \cdot 1.41 = 0.272g$$

Per le analisi di stabilità sismiche SLV di fronti di scavo e rilevati, il coefficiente di riduzione dall'accelerazione massima attesa al sito va assunto pari a  $\beta_s = 0.38$ .

Quindi si ha in condizioni sismiche:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.38 \times 0.272 = 0.103$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.051$$

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 15 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

#### 4.4 CARICHI MOBILI DA TRAFFICO STRADALE

Il sovraccarico stradale assunto è pari a 20 kPa – valore caratteristico.

Quindi in sintesi per le condizioni di carico esaminate si applicano i seguenti carichi:

- Condizioni statiche: carico accidentale pari a 26 kPa.
- Condizioni sismiche: carico accidentale pari a 4 kPa (coefficiente di combinazione pari a 0.2 come da § 5.2.2.8 della NTC2018). In condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni vanno posti pari ad 1.

#### 5 RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ

Di seguito si riportano i risultati delle analisi di stabilità per le due combinazioni SLU in condizioni statiche e SLV sismiche.

**Si precisa che i fattori di sicurezza sotto riportati per le due sezioni analizzate tengono conto dei fattori parziali sulle resistenze  $\gamma_R = 1.1$  per lo SLU statico e  $\gamma_R = 1.2$  per lo SLU sismico.**

Infatti come previsto nel programma di calcolo, i risultati in termini di coefficiente di sicurezza sono espressi in termini di **ODF (Over Design Factor)  $\geq 1$** , ovvero

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\gamma_R} \cdot R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d \gamma_R} \geq 1.0$$

Infine per la verifica di stabilità in fase sismica, la combinazione SLV avendo considerato anche il coefficiente sismico verticale  $k_v$  cautelativamente preso pari a 0.5 kh, è stata sviluppata in termini di tensioni totali, ovvero utilizzando i parametri di resistenza in condizioni non drenate, qualora in presenza di terreni coerenti.

Seguono i risultati in forma grafica delle superfici di scivolamento limite e relativi coefficienti ODF con indicazione del valore minimo registrato nell'analisi, ovvero:

- Sezione tipologica per rilevati di altezza  $\leq 5$  metri

Per la sezione di calcolo verificata è stato assunto cautelativamente come terreno di fondazione l'unità Ar(LS), ovvero considerando l'unità geotecnica prevalente che affiora a p.c. e con falda a 2 m di profondità da p.c..

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
 Trincee stradali

 COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO  
 IA95      13      R 78      RH GE0006 002      B      16 di 58

I parametri meccanici caratteristici utilizzati nelle analisi sono quelli indicati nella Tabella 1 e con riferimento ai valori minimi, come di seguito riportato:

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
[Green]	Ar	Mohr-Coulomb	19	10	28	0	1
[Yellow]	ASP	Mohr-Coulomb	19	20	25	0	1
[Orange]	GS	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
[Light Green]	RILEVATO	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
[Green]	Ar cud	Undrained (Phi=0)	19				50	1
[Yellow]	ASP	Mohr-Coulomb	19	20	25	0		1
[Orange]	GS	Mohr-Coulomb	20	0	38	0		1
[Light Green]	RILEVATO	Mohr-Coulomb	20	0	38	0		1

Tabella 7 parametri meccanici caratteristici utilizzati nelle analisi

## 5.1 SEZIONE TIPOLOGICA DI ALTEZZA MASSIMA 5 METRI

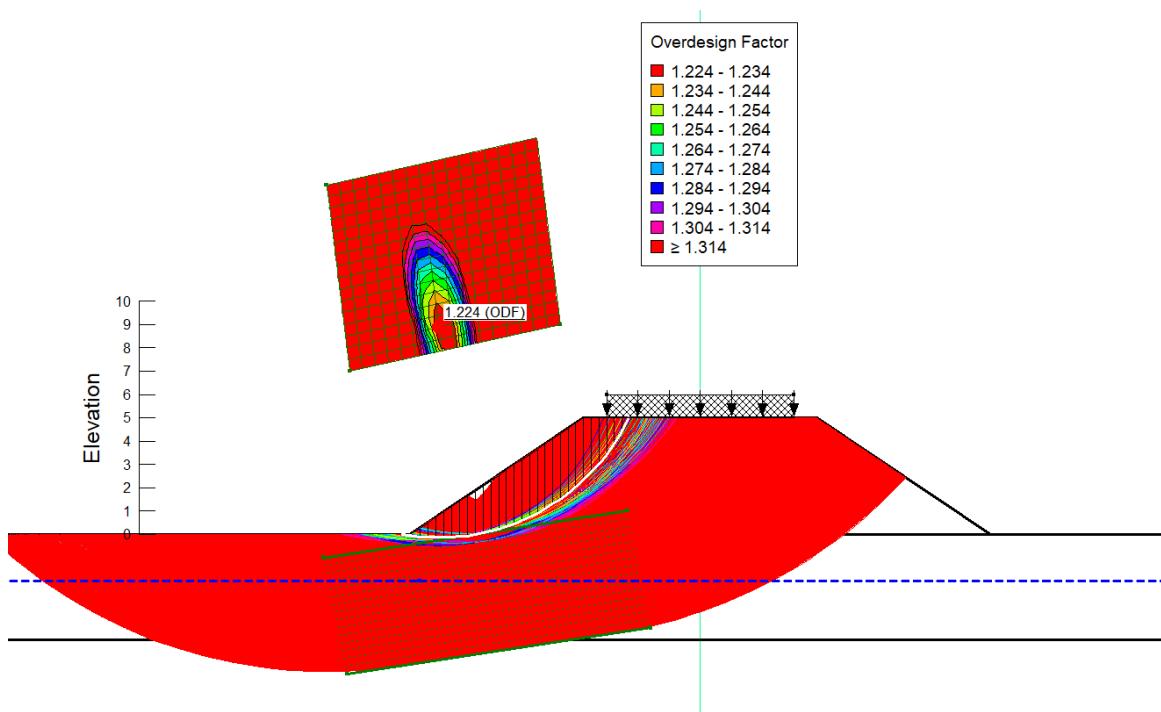
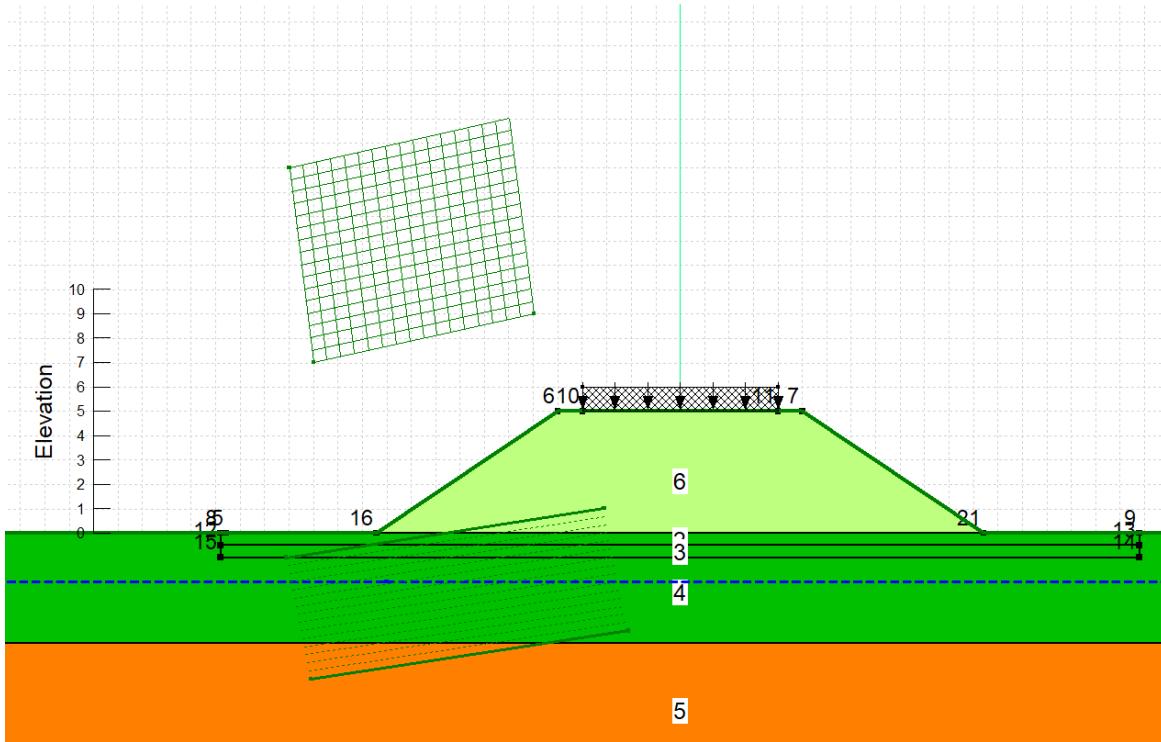


Figura 1: fattore di sicurezza per il rilevato convenzionale in condizioni statiche (A2+M2+R2)- ODF = 1.224  $\geq 1$

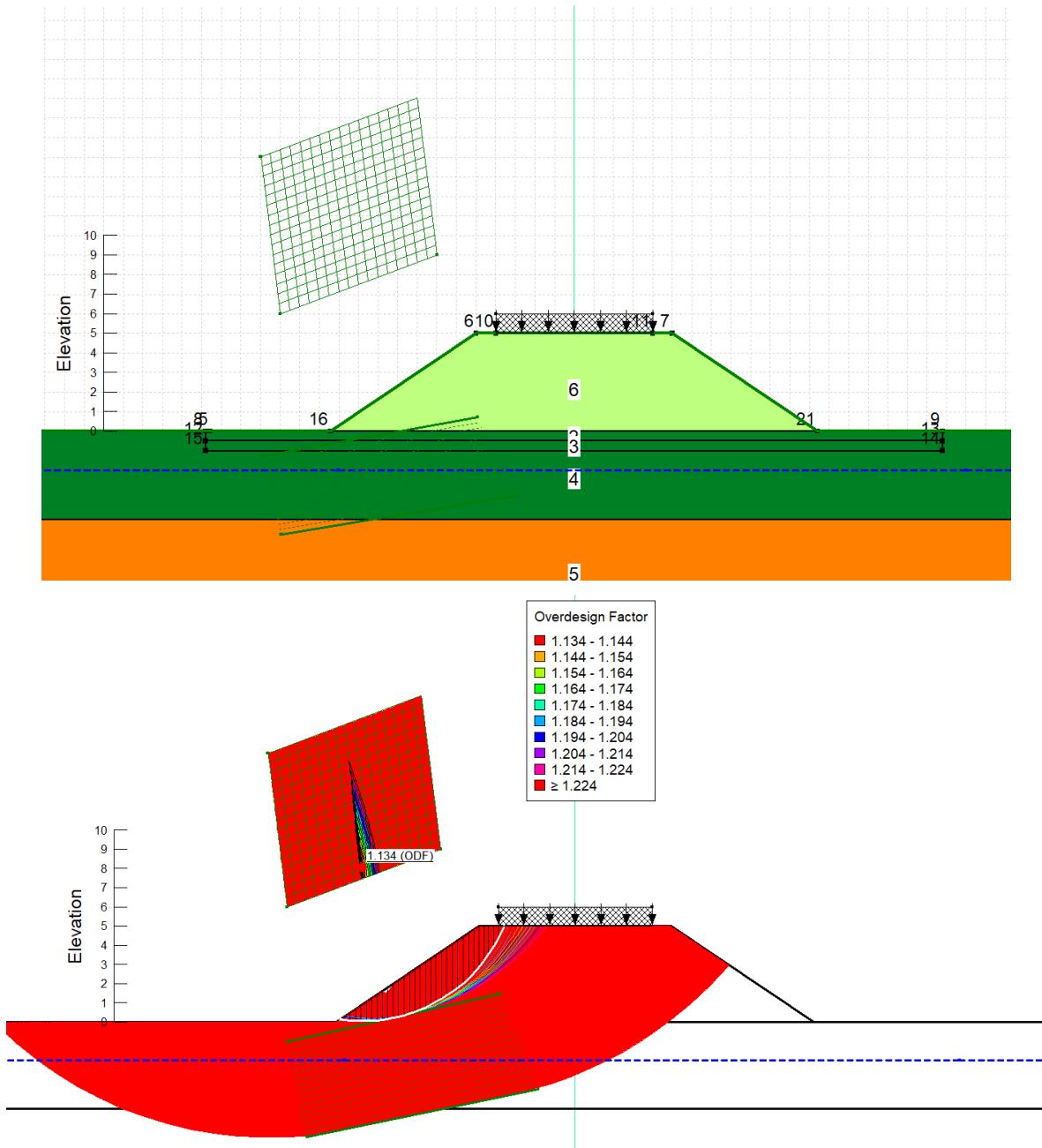


Figura 2: fattore di sicurezza per il rilevato convenzionale in condizioni sismiche SLV – ODF = 1.134  $\geq 1$

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 19 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

## 6 STIMA DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

La stima dei cedimenti, trattandosi di terreni a grana fine, è stata eseguita calcolando il cedimento di consolidazione  $W_t$  e l'aliquota dovuta alla consolidazione secondaria a carico costante  $W_s$ .

La falda, seppur variabile lungo il tracciato, è stata considerata alla quota più gravosa, ovvero a circa 2 m di profondità dal piano campagna.

E' stato utilizzato il metodo di Terzaghi che si basa sulle ipotesi di consolidazione edometrica (deformazioni verticali senza contrazioni o espansioni laterali e moto di filtrazione in direzione verticale). Il metodo si articola attraverso i seguenti passaggi:

- suddivisione del banco di terreno comprimibile in un conveniente numero di strati aventi spessore iniziale  $H_i$
- in corrispondenza della mezzeria di ciascuno strato si calcola la tensione efficace verticale iniziale  $\sigma'_v0$  e si definisce la tensione di preconsolidazione  $\sigma'_p$  (pari a  $OCR \cdot \sigma'_v0$ );
- in corrispondenza della mezzeria di ciascuno strato si calcola l'incremento di tensione efficace verticale  $\Delta\sigma'_v$  prodotta dal carico applicato;
- si calcola il cedimento di ciascuno strato, nell'ipotesi che le deformazioni dell'elemento di volume siano monodimensionali, attraverso le prime due dell'equazione;
- il cedimento edometrico  $w_{ed}$  è pari alla somma dei cedimenti di ciascuno strato compreso fino alla profondità in corrispondenza della quale si risentono degli effetti del carico applicato.

Il cedimento è dato dalla:

$$w_i = \begin{cases} \text{se } \sigma'_{vF} \leq \sigma'_p \quad w_i = \frac{H_i}{1 + e_0} \cdot C_r \cdot \log \frac{\sigma'_{vF}}{\sigma'_{v0}} \\ \text{se } \sigma'_{vF} > \sigma'_p \quad w_i = \frac{H_i}{1 + e_0} \cdot \left( C_r \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} + C_c \cdot \log \frac{\sigma'_{vF}}{\sigma'_p} \right) \end{cases}$$

$$w_{ed} = \sum_{z_{int}}^{\Sigma} w_i$$

essendo  $\sigma'_{vF} = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$

ed in cui  $H_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo,  $e_0$  l'indice dei vuoti iniziale,  $c_r$  è coefficiente di compressibilità e  $c_s$  il coefficiente di rigonfiamento.

Poiché il metodo di Terzaghi si basa sulle ipotesi di consolidazione monodimensionale ( $\epsilon_r = 0$ ,  $\Delta u = \Delta\sigma$ ). Poiché il terreno sottostante la fondazione non è confinato lateralmente, l'incremento di pressione interstiziale all'istante di applicazione del carico, in condizione non drenate, è diverso e in genere inferiore all'incremento di tensione

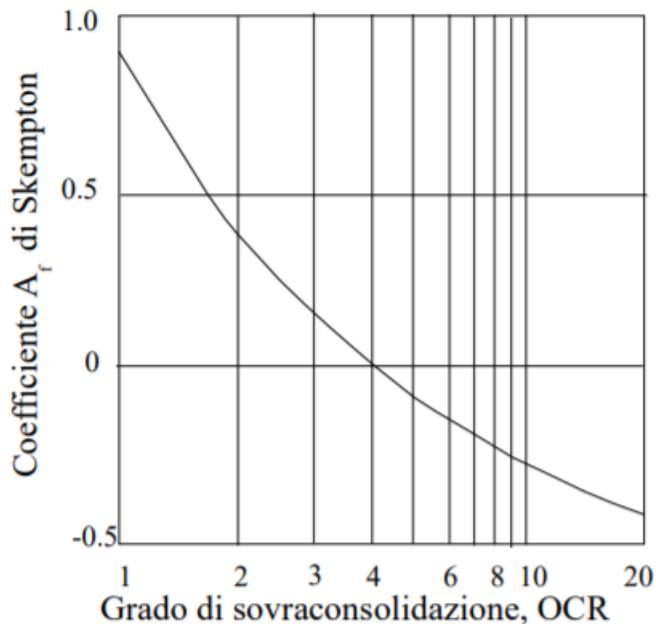
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA-METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA</b> <b>PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA                    LOTTO                    CODIFICA                    DOCUMENTO                    REV.                    FOGLIO IA95                        13                        R 78                        RH GE0006 002                B                        20 di 58					

verticale totale ( $\Delta u < \Delta \sigma$ ). Poiché le deformazioni per consolidazione sono dovute alla riduzione di volume derivante dal dissiparsi delle sovrappressioni interstiziali, ne consegue che le deformazioni reali di consolidazione sono inferiori a quelle calcolate con il metodo di Terzaghi. Skempton e Bjerrum propongono di calcolare l'incremento di pressione interstiziale per mezzo della relazione

$$\Delta u = B \cdot [\Delta \sigma_3 + A \cdot (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)]$$

I parametri A e B (*coefficienti di Skempton*), con riferimento ai diagrammi riportati nelle Figura 7 e Figura 8, dipendono da:

- coeff. A= 0.3 (Ar) / 0.8 (substrato) (dipendente dalla storia tensionale ovvero dal grado di sovraconsolidazione)



**Figura 3: tipica variazione del coefficiente A di Skempton con il grado di sovraconsolidazione OCR**

- coeff. B= 0.9 (dipendente dal grado di saturazione considerato mediamente pari al 90%)

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 21 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

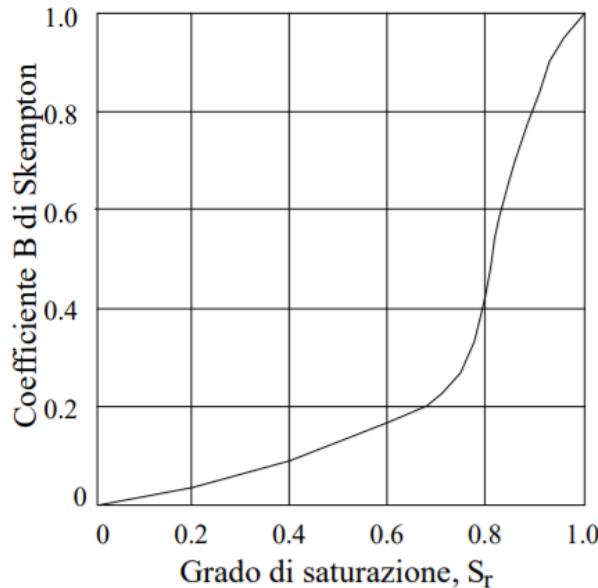


Figura 4: tipica variazione del coefficiente B di Skempton con il grado di saturazione

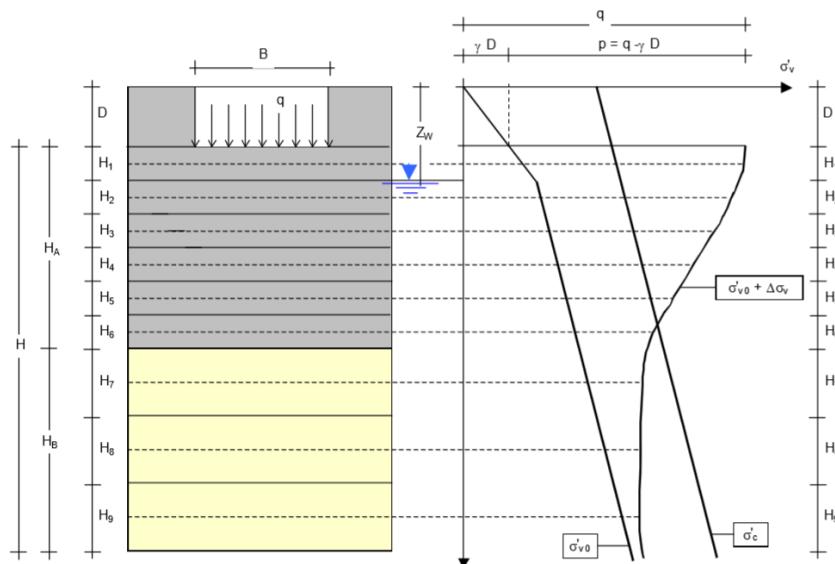


Figura 5: Metodo Edometrico per la stima dei cedimenti di consolidazione di fondazioni superficiali su terreni a grana fine

L'incremento di tensione verticale efficace  $\Delta\sigma'_v$  è stato valutato sulla base della teoria dell'elasticità, facendo riferimento ad aree di carico infinitamente flessibili nastriformi; con riferimento allo schema nella figura

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 22 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

seguinte, risulta (Terzaghi, 1943; Tsytovich, 1976):

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}(\alpha + \sin \alpha \cos 2\beta)$$

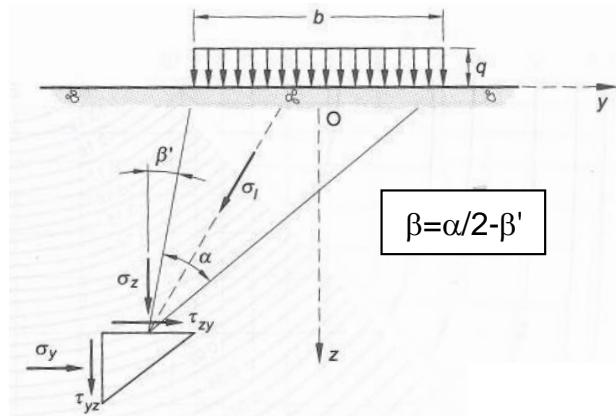


Figura 6: Schema di calcolo delle tensioni indotte nel terreno.

La stima dei cedimenti indotti dalla costruzione dei rilevati è stata eseguita per le due sezioni di altezza massima, già considerate per le verifiche di stabilità, presi a riferimento in base alle caratteristiche dei terreni di fondazione:

- sezione al km 16+700 – terreno di fondazione di tipo coerente e soggetto a consolidazione
- sezione al km 13+100 – terreno di fondazione di tipo coerente e con caratteristiche drenate

Ovviamente più in profondità ritroviamo sempre il substrato delle argille sub-appenniniche, terreno soggetto a consolidazione.

Di seguito si riportano i parametri di deformabilità considerati per i terreni limo-argillosi oggetto delle valutazioni numeriche del fenomeno della consolidazione con il metodo edometrico.

## Ar

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $e_0 = 0.61$
- $c_c = 0.24$
- $c_s = 0.075$
- $OCR = 3.2$

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 23 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

**Sub**

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $e_0 = 0.58$
- $c_c = 0.22$
- $c_s = 0.065$
- $OCR = 1.6$

I terreni sabbio-ghiaiosi, corrispondenti all'unità AR (GS), sono stati considerati in condizioni drenate e pertanto ammettono un cedimento soltanto immediato e calcolato in base all'aliquota di carico in funzione della profondità e secondo il valore del modulo elastico medio di riferimento pari a  $E = 38.5 \text{ MPa}$ .

Di seguito si riportano gli andamenti dei parametrici caratteristici che descrivono il comportamento per i terreni coerenti.

Infine si mostrano quindi i risultati della stima dei cedimenti di consolidazione ed immediati indotti dal peso della struttura in terra.

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali

COMMESSE	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	24 di 58

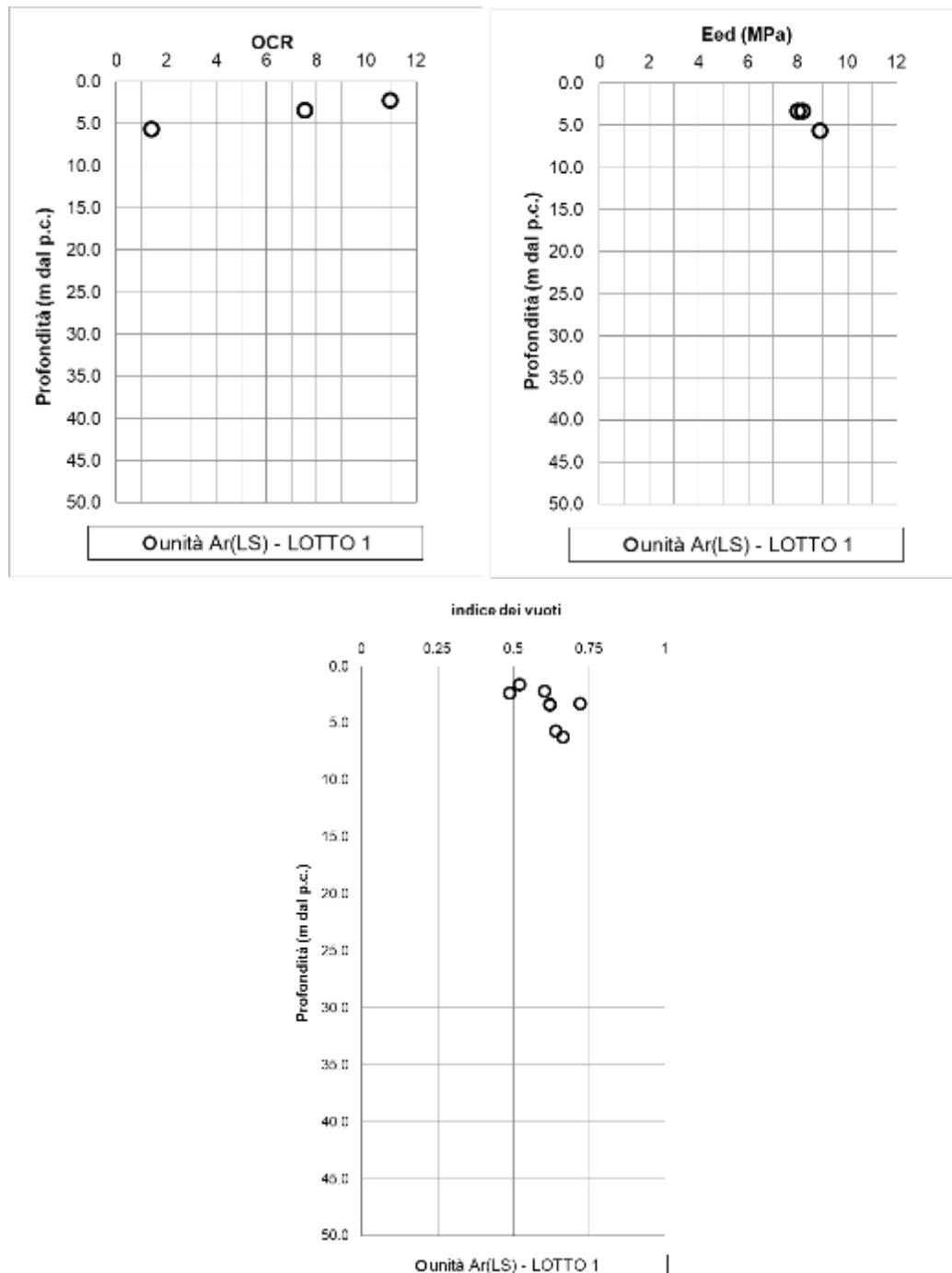


Figura 7 andamento OCR con la profondità, modulo edometrico indice dei vuoi unità AR (LS)

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali

COMMESSE	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	25 di 58

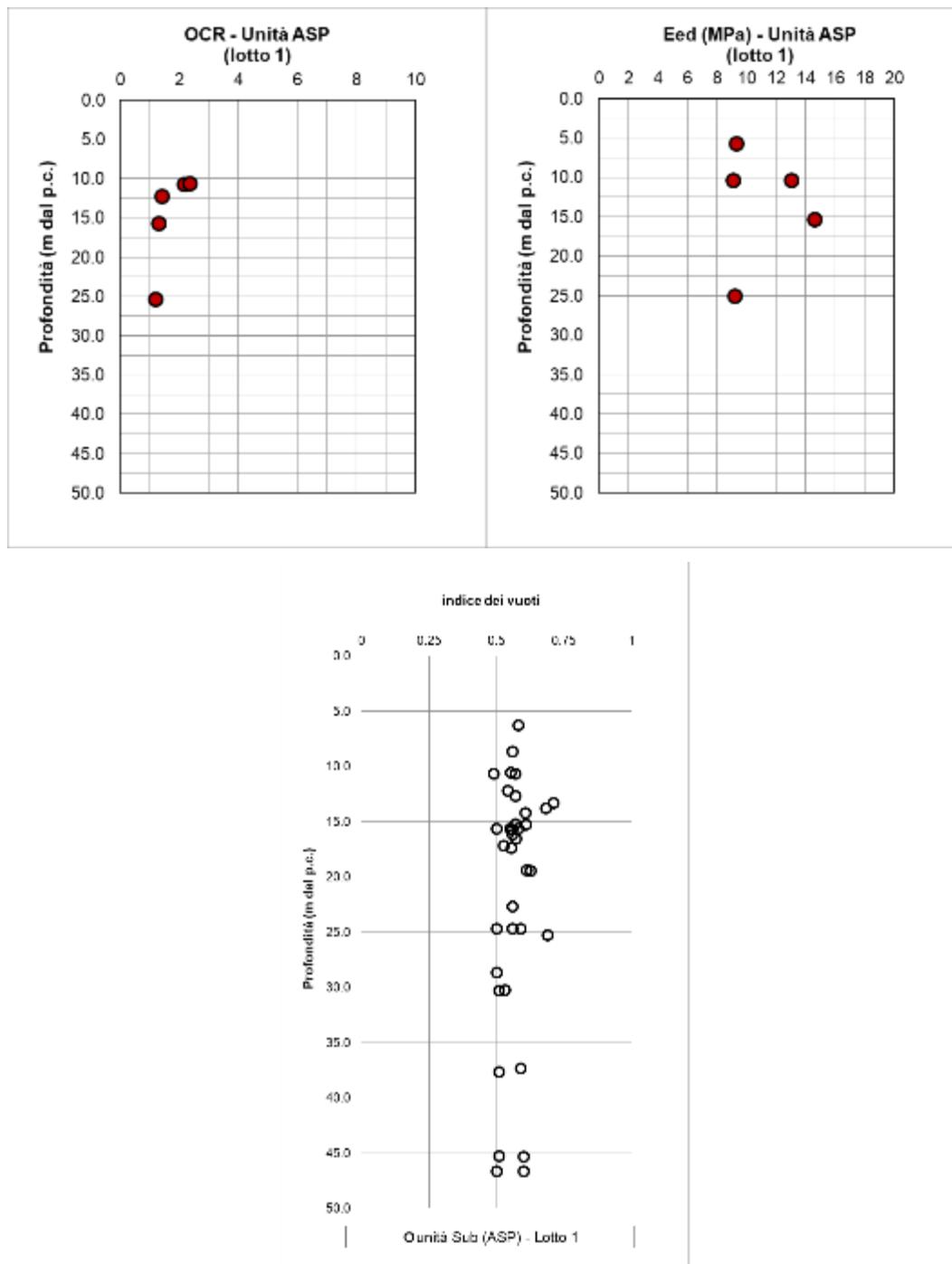


Figura 8 andamento OCR con la profondità, modulo edometrico indice dei vuoi unità Sub (ASP)

Sezione rilevato stradale H = 5 metri

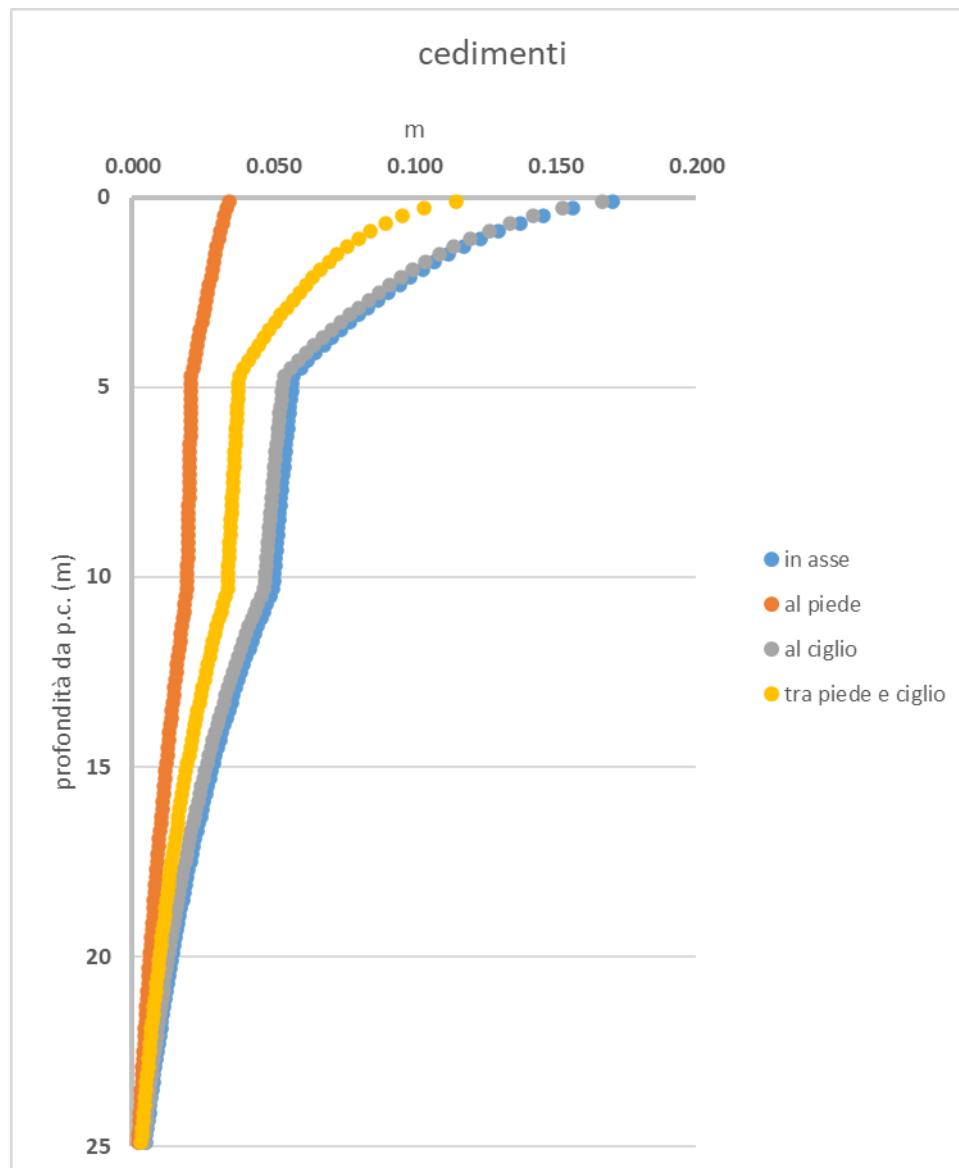
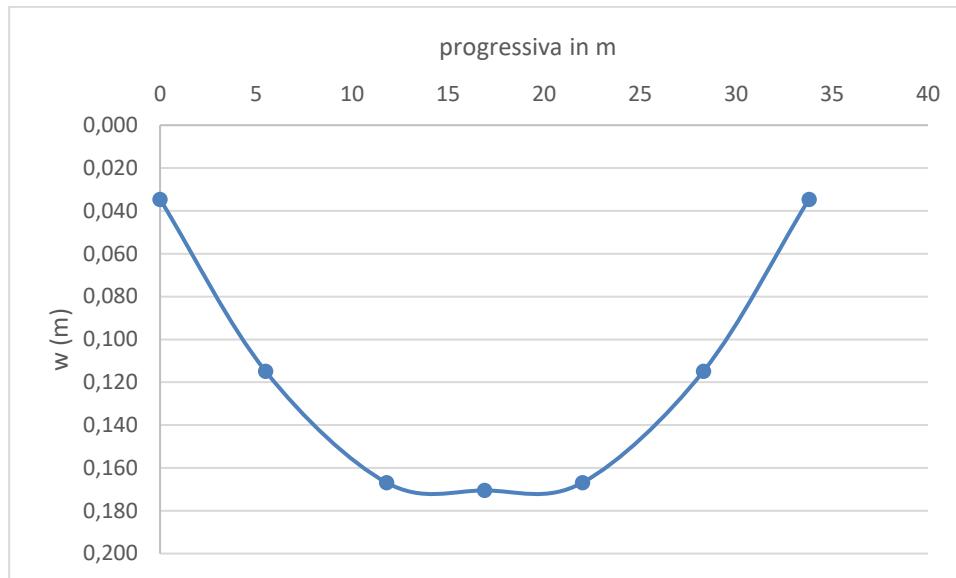


Figura 9 andamento del cedimento di consolidazione con la profondità

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 27 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------


**Figura 10 andamento del cedimento a piano campagna sotto il rilevato**

La stima dei cedimenti attesi, al termine del processo di consolidazione fornisce 17.1 cm totali in asse rilevato, comprensivo anche dei cedimenti immediati che valgono circa il 10% in prima approssimazione per i terreni soggetti a consolidazione e dei cedimenti immediati dei terreni con comportamento drenato (Ar(GS)), per cui:

unità	prof da	prof a	cedimento parziale in mm	comportamento
Ar (LS)	0	4.5	113	consolidazione
Ar (GS)	4.5	10	7	drenato
Sub (ASP)	10	30	51	consolidazione

**Tabella 8 in asse al rilevato in progetto**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 28 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

## 7 CALCOLO DEL DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

Il decorso dei cedimenti nel tempo è stato valutato con la teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi (1923) che, in particolare, consente di ricavare il tempo necessario a raggiungere il valore del cedimento finale di consolidazione  $w_c$ .

La soluzione dell'equazione differenziale che governa il fenomeno della consolidazione porta, infatti, ad una relazione  $U_m=f(T)$  tra il grado di consolidazione medio  $U_m$  e il fattore tempo  $T$ , ricavato come:

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dre}^2}$$

in cui  $C_v$  è il coefficiente di consolidazione,  $t$  è il tempo in secondi e  $H_{dre}$  è il massimo percorso di filtrazione all'interno del banco.

La relazione  $U_m=f(T)$  permette di costruire il decorso dei cedimenti nel tempo in quanto il cedimento totale al tempo  $t$  si ricava come:

$$w_{TOT}(t) = w_0 + U_m \cdot w_c(t)$$

Di seguito si riporta sinteticamente il valore del coefficiente di consolidazione restituito nelle prove di laboratorio, il valore considerato al sito (almeno 10 volte quello ottenuto in cella edometrica), spessore dello strato soggetto a cedimenti e il percorso di drenaggio in base alle stratigrafie di progetto:

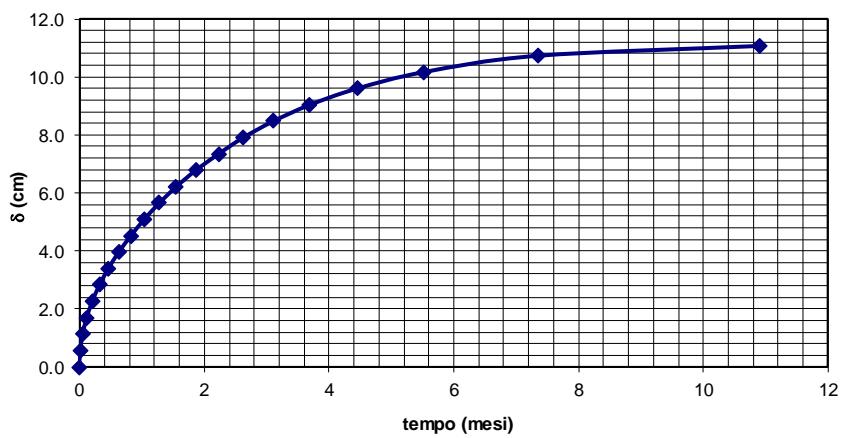
strato	spessore (m)	cv <sub>lab</sub> (m <sup>2</sup> /s)	cv <sub>site</sub> (m <sup>2</sup> /s)	H (m)
Ar (LS)	4.5	3.0 E-08	3.0 E-7	2.25
Sub (ASP)	20	3.0 E-07	3.0 E-06	10

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
 Trincee stradali

 COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO  
 IA95            13            R 78            RH GE0006 002      B      29 di 58

Sezione H=5 metri
**DATI DI INPUT:**

$\delta_{\max} = 11.30$  (cm) (Cedimento massimo)  
 $h = 2.25$  (m) (Massimo Percorso di Drenaggio)  
 $c_v = 3.0.E-07$  ( $m^2/sec$ ) (Coeff. di Consolidazione) verticale

Andamento del Cedimento nel Tempo


$t =$	8	(mesi)	$U_m =$	95.6	(%)	$\delta_t =$	10.80	(cm)		
$\delta_t =$	11.20	(cm)	$U_m =$	99.1	(%)	$t =$	15	(mesi)	1	(anni)
$U_m =$	95	(%)	$t =$	8	(mesi)	$\delta_t =$	10.74	(cm)	1	(anni)

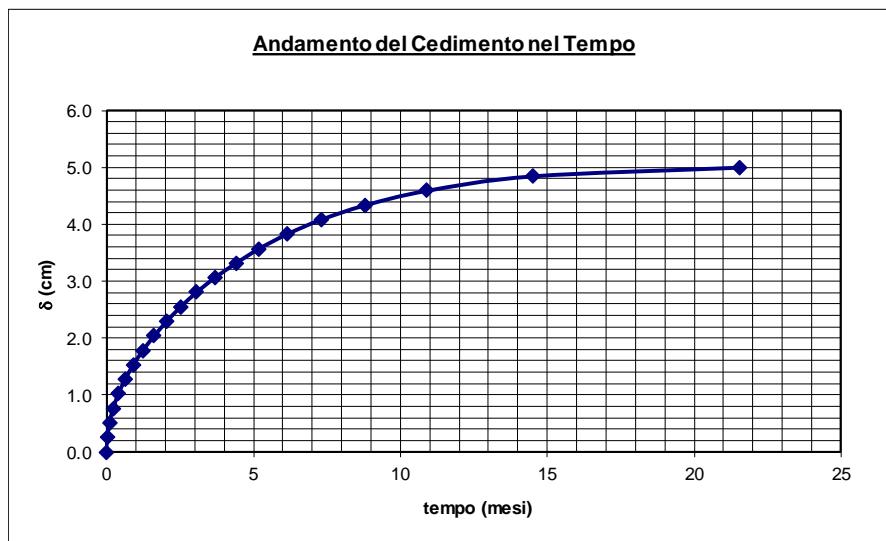
Figura 11 decorso naturale dei cedimenti (unità Ar (LS) )

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
 Trincee stradali

 COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO  
 IA95            13            R 78            RH GE0006 002      B      30 di 58

DATI DI INPUT:
 $\delta_{t\max} = 5.10 \text{ (cm)}$  (Cedimento massimo)

 $h = 10.00 \text{ (m)}$  (Massimo Percorso di Drenaggio)

 $c_v = 3.0.E-06 \text{ (m}^2/\text{sec)}$  (Coeff. di Consolidazione) verticale


$t =$	$8$	(mesi)	$U_m =$	$82.6$	(%)	$\delta_t =$	$4.21$	(cm)		
$\delta_t =$	$5.00$	(cm)	$U_m =$	$98.0$	(%)	$t =$	$22$	(mesi)	$2$	(anni)
$U_m =$	$95$	(%)	$t =$	$15$	(mesi)	$\delta_t =$	$4.85$	(cm)	$0$	(anni)

Figura 12 decorso naturale dei cedimenti (unità Sub (ASP) )

I cedimenti stimati risultano compatibili con i tempi di costruzione (8 mesi) e comunque ritenersi del tutto concluso entro 2 anni.

Più precisamente i cedimenti residui da scontarsi al termine della costruzione del rilevato stradale, si stimano in Ar (LS):  $11.3 - 10.80$  (scontati al tempo  $t=8$ mesi) =  $0.5$  cm

ASP:  $5.10 - 4.21$  (scontati al tempo  $t=8$ mesi) =  $0.89$  cm

Per un totale di 1.39cm, compatibili con l'opera in progetto.

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 31 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

## 8 PIANO DI POSA

Sulla base dei risultati delle indagini geotecniche in situ (sondaggi e pozzi esplorativi) è stato possibile individuare lo spessore di coltre vegetale e quindi il trattamento idoneo per la formazione del piano di posa dei rilevati in progetto.

In particolare si esclude la bonifica per i rilevati in progetto. Si chiarisce che il risultato del Modulo su piastra eseguito nel pozzo esplorativo TP4, non si ritiene indicativo in quanto eseguito sul rilevato antropico diverso dal terreno di fondazione del rilevato ferroviario.

Di seguito vengono elencati tutti i pozzi esplorativi eseguiti e con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, pk, coordinate, quota, profondità, numero dei campioni analizzati in laboratorio).

sigla	pk	WGS84/UTM zona 33N X	Y	quota m s.l.m.	profondità m
TP1	11+089	615447	4493155	130.0	1.5
TP2	12+047	616250	4492671	122.0	1.2
TP3	17+038	620652	4490359	106.0	1.5
TP4	18+445	621844	4489619	97.0	1.2

**Tabella 9 sintesi dei pozzi esplorativi eseguiti**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 32 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

## 9 APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO

### 9.1 SEZIONE DI ALTEZZA MASSIMA 5M – STATICÀ

Analysis Settings

SEZ statica

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Limit State Design Approach: STATICÀ

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m<sup>3</sup>

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO  
INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA  
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	33 di 58

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack Option: (none)

Distribution

ODF Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.25 m

Number of Slices: 30

Overdesign Factor Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in ODF: 0.001

Solution Settings

Search Method: Root Finder



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 34 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Tolerable difference between starting and converged ODF: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

**Materials**

RILEVATO

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion': 0 kPa

Phi': 38 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

GS

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion': 0 kPa

Phi': 38 °



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	35 di 58

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

ASP

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 20 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

LA

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 10 kPa

Phi': 28 °



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**  
**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**  
**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	36 di 58

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Grid

Upper Left: (-16; 15) m

Lower Left: (-15; 7) m

Lower Right: (-6; 9) m

Grid Horizontal Increment: 16

Grid Vertical Increment: 16

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (-16.120031; -1) m

Upper Right Coordinate: (-3.120031; 1) m

Lower Left Coordinate: (-15.120031; -6) m

Lower Right Coordinate: (-2.120031; -4) m

Number of Increments: 15

Use Left Projection: No



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO  
INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA  
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 37 di 58
--	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Left Projection Angle: 135 °

Use Right Projection: No

Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-50; 0) m

Right Coordinate: (50; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

X Y

Coordinate 1 -50 m -2 m

Coordinate 2 -12 m -2 m

Coordinate 3 20 m -2 m

Coordinate 4 50 m -2 m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 26 kN/m³

Direction: Vertical

Mode: Variable

Coordinates

X Y



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	38 di 58

-4 m        6 m

4 m        6 m

Design Factor Set: STATICÀ

Permanent Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Variable Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Soil Unit Weight: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Effective Cohesion: 1.25

Effective Coefficient of Friction: 1.25

Undrained Strength: 1.4

Shear Strength (Other Models): 1

Pullout Resistance: 1

Shear Force: 1

Tensile Strength: 1

Compressive Strength: 1

Seismic Coefficients: 1

Earth Resistance: 1.1

Points



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

## LINEA POTENZA-METAPONTO

## INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

## PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradaliCOMMESMA  
IA95                    LOTTO  
                          13                    CODIFICA  
                          R 78                    DOCUMENTO  
                          RH GE0006 002            REV.  
                          B                            FOGLIO  
                          39 di 58

XY

Point 1 -50 m 0 m

Point 2 -50 m -20 m

Point 3 50 m 0 m

Point 4 50 m -20 m

Point 5 -18.57 m 0 m

Point 6 -5 m 5 m

Point 7 5 m 5 m

Point 8 -18.8 m 0 m

Point 9 18.8 m 0 m

Point 10 -4 m 5 m

Point 11 4 m 5 m

Point 12 -18.8 m -0.5 m

Point 13 18.8 m -0.5 m

Point 14 18.8 m -1 m

Point 15 -18.8 m -1 m

Point 16 -12.42 m 0 m

Point 17 -50 m -4.5 m

Point 18 -50 m -10 m

Point 19 50 m -4.5 m

Point 20 50 m -10 m

Point 21 12.42 m 0 m

Regions

Material Points Area

Region 1 ASP 2;4;20;18 1,000 m<sup>2</sup>Region 2 LA 8;12;13;9;21;16;5 18.8 m<sup>2</sup>Region 3 LA 12;15;14;13 18.8 m<sup>2</sup>Region 4 LA 1;17;19;3;9;13;14;15;12;8 412.4 m<sup>2</sup>Region 5 GS 17;18;20;19 550 m<sup>2</sup>Region 6 RILEVATO 16;21;7;11;10;6 87.1 m<sup>2</sup>



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	40 di 58

**Slip Results**

Slip Surfaces Analysed: 4563 of 4624 converged

**Current Slip Surface**

Slip Surface: 657

Overdesign Factor: 1.224

Degree of Utilization: 0.817

Volume: 17.687053 m<sup>3</sup>

Weight: 353.46405 kN

Resisting Moment: 1,924.9429 kN·m

Activating Moment: 1,573.1017 kN·m

Resisting Force: 184.07783 kN

Activating Force: 150.30981 kN

Slip Rank: 1 of 4,624 slip surfaces

Exit: (-12.742191; 0) m

Entry: (-3.0531859; 5) m

Radius: 9.0101437 m



**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 41 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Center: (-11.1875; 8.875) m

Slip Slices

X Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material	
Slice 1 LA	-12.581096 m	-0.025224335 m	-19.366625 kPa	1.9790002 kPa	0.76527495 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 2	-12.21 m	-0.074441786 m	-18.883949 kPa	7.0486837 kPa	2.7257103 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 3 LA	-11.830915 m	-0.11054234 m	-18.529911 kPa	14.63545 kPa	5.6594959 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 4 LA	-11.492745 m	-0.12838232 m	-18.354955 kPa	21.203127 kPa	8.1992021 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 5 LA	-11.154575 m	-0.13349688 m	-18.304796 kPa	27.346175 kPa	10.574705 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 6 LA	-10.816404 m	-0.12590772 m	-18.379223 kPa	32.850873 kPa	12.703359 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 7 LA	-10.478234 m	-0.10558261 m	-18.578551 kPa	37.54671 kPa	14.519229 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 8 LA	-10.140064 m	-0.072434622 m	-18.903634 kPa	41.324115 kPa	15.979943 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 9 LA	-9.8018937 m	-0.026320294 m	-19.355877 kPa	44.141418 kPa	17.069388 kPa	7.2727273 kPa	0 kPa
Slice 10 RILEVATO	-9.4673512 m	0.032185617 m	-19.929644 kPa	46.347234 kPa	26.334857 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 11 RILEVATO	-9.1364363 m	0.10305865 m	-20.624696 kPa	47.349203 kPa	26.904183 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 12 RILEVATO	-8.8055214 m	0.18710992 m	-21.448987 kPa	47.548294 kPa	27.017308 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 13 RILEVATO	-8.4746065 m	0.28472687 m	-22.406316 kPa	47.078737 kPa	26.750502 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 14 RILEVATO	-8.1436916 m	0.39637888 m	-23.501288 kPa	46.083813 kPa	26.185179 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 15 RILEVATO	-7.8127767 m	0.52262984 m	-24.739431 kPa	44.701243 kPa	25.399592 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 16 RILEVATO	-7.4818618 m	0.66415453 m	-26.127363 kPa	43.053338 kPa	24.463239 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 17 RILEVATO	-7.1509469 m	0.82175997 m	-27.673 kPa	41.2416 kPa	23.433796 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 18 RILEVATO	-6.820032 m	0.99641356 m	-29.385828 kPa	39.344796 kPa	22.356017 kPa	0 kPa	0 kPa

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 42 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Slice 19 -6.4891171 m RILEVATO	1.1892807 m	-31.277276 kPa	37.419315 kPa	21.261944 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 20 -6.1582022 m RILEVATO	1.4017759 m	-33.361216 kPa	35.500717 kPa	20.171782 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 21 -5.8272873 m RILEVATO	1.6356337 m	-35.654659 kPa	33.60561 kPa	19.094967 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 22 -5.4963724 m RILEVATO	1.8930095 m	-38.178744 kPa	31.733139 kPa	18.031015 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 23 -5.1654575 m RILEVATO	2.1766278 m	-40.960188 kPa	29.86557 kPa	16.969847 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 24 -4.8333333 m RILEVATO	2.491274 m	-44.045924 kPa	26.587308 kPa	15.107114 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 25 -4.5 m 2.8419141 m RILEVATO	-47.484652 kPa	21.933751 kPa	12.462927 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 26 -4.1666667 m RILEVATO	3.2340975 m	-51.330794 kPa	17.175819 kPa	9.759433 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 27 -3.8421977 m RILEVATO	3.6639689 m	-55.546543 kPa	26.898488 kPa	15.283929 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 28 -3.526593 m RILEVATO	4.1418132 m	-60.232762 kPa	21.833378 kPa	12.405894 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 29 -3.2109883 m RILEVATO	4.6986122 m	-65.69329 kPa	16.143741 kPa	9.1729985 kPa	0 kPa	0 kPa

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 43 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

## 9.2 SEZIONE DI ALTEZZA MASSIMA 5M – SISMICA

Analysis Settings

SEZ sismica

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Limit State Design Approach: SISMICA

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	44 di 58

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack Option: (none)

Distribution

ODF Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.25 m

Number of Slices: 30

Overdesign Factor Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in ODF: 0.001

Solution Settings

Search Method: Root Finder



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	45 di 58

Tolerable difference between starting and converged ODF: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

RILEVATO

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion': 0 kPa

Phi': 38 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

GS

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion': 0 kPa

Phi': 38 °



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	46 di 58

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

ASP

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 20 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Ar cud

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion: 50 kPa

Pore Water Pressure



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**  
**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**  
**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	47 di 58

Piezometric Line: 1

Slip Surface Grid

Upper Left: (-16; 14) m

Lower Left: (-15; 6) m

Lower Right: (-7; 9) m

Grid Horizontal Increment: 16

Grid Vertical Increment: 16

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (-14.933246; -1.017967) m

Upper Right Coordinate: (-3.933246; 1.471543) m

Lower Left Coordinate: (-13.933246; -5.996988) m

Lower Right Coordinate: (-1.933246; -3.507478) m

Number of Increments: 15

Use Left Projection: No

Left Projection Angle: 135 °

Use Right Projection: No



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	48 di 58

Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-50; 0) m

Right Coordinate: (50; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

X	Y
Coordinate 1	-50 m
Coordinate 2	-12 m
Coordinate 3	20 m
Coordinate 4	50 m

Coordinate 1	-50 m	-2 m
Coordinate 2	-12 m	-2 m
Coordinate 3	20 m	-2 m
Coordinate 4	50 m	-2 m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.103

Vert Seismic Coef.: 0.052

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 4 kN/m³

Direction: Vertical

Mode: Variable

Coordinates



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	49 di 58

X Y

-4 m 6 m

4 m 6 m

Design Factor Set: SISMICA

Permanent Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Variable Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Soil Unit Weight: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Effective Cohesion: 1

Effective Coefficient of Friction: 1

Undrained Strength: 1

Shear Strength (Other Models): 1

Pullout Resistance: 1

Shear Force: 1

Tensile Strength: 1

Compressive Strength: 1

Seismic Coefficients: 1

Earth Resistance: 1.2



**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 50 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Points

X      Y

Point 1 -50 m 0 m

Point 2 -50 m -20 m

Point 3 50 m 0 m

Point 4 50 m -20 m

Point 5 -18.57 m 0 m

Point 6 -5 m 5 m

Point 7 5 m 5 m

Point 8 -18.8 m 0 m

Point 9 18.8 m 0 m

Point 10 -4 m 5 m

Point 11 4 m 5 m

Point 12 -18.8 m -0.5 m

Point 13 18.8 m -0.5 m

Point 14 18.8 m -1 m

Point 15 -18.8 m -1 m

Point 16 -12.42 m 0 m

Point 17 -50 m -4.5 m

Point 18 -50 m -10 m

Point 19 50 m -4.5 m

Point 20 50 m -10 m

Point 21 12.42 m 0 m

Regions

Material Points Area

Region 1 ASP 2;4;20;18 1,000 m<sup>2</sup>

Region 2 Ar cud 8;12;13;9;21;16;5 18.8 m<sup>2</sup>

Region 3 Ar cud 12;15;14;13 18.8 m<sup>2</sup>

Region 4 Ar cud 1;17;19;3;9;13;14;15;12;8 412.4 m<sup>2</sup>

Region 5 GS 17;18;20;19 550 m<sup>2</sup>



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESMA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 51 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Region 6 RILEVATO 16:21:7;11:10;6 87.1 m<sup>2</sup>

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 4622 of 4624 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 401

Overdesign Factor: 1.134

Degree of Utilization: 0.882

Volume: 14.391487 m<sup>3</sup>

Weight: 287.82973 kN

Resisting Moment: 1,431.0918 kN·m

Activating Moment: 1,262.0356 kN·m

Resisting Force: 157.14917 kN

Activating Force: 138.65343 kN

Slip Rank: 1 of 4,624 slip surfaces

Exit: (-12.209115; 0.14210598) m

Entry: (-3.7098662; 5) m

Radius: 7.9411097 m

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali	COMMESSE IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 78	DOCUMENTO RH GE0006 002	REV. B	FOGLIO 52 di 58
---	------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Center: (-11.0625; 8) m

## Slip Slices

X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-12.104557 m	0.12826472 m	-20.871892 kPa	2.0037556 kPa	1.3045879 kPa	0 kPa	0 kPa
	RILEVATO						
Slice 2	-11.86 m	0.10029002 m	-20.597544 kPa	6.9045293 kPa	4.4953412 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 3	-11.58 m	0.077012317 m	-20.36926 kPa	12.820103 kPa	8.3468017 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 4	-11.3 m	0.063678441 m	-20.238494 kPa	18.909323 kPa	12.311318 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 5	-11.02 m	0.060238235 m	-20.204756 kPa	24.941676 kPa	16.238811 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 6	-10.74 m	0.066678813 m	-20.267919 kPa	30.639283 kPa	19.94836 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 7	-10.46 m	0.083024319 m	-20.428219 kPa	35.715771 kPa	23.253516 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 8	-10.18 m	0.10933639 m	-20.686262 kPa	39.921582 kPa	25.991798 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 9	-9.9 m	0.1457153 m	-21.04303 kPa	43.083224 kPa	28.050253 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 10	-9.62 m	0.19230198 m	-21.499905 kPa	45.126325 kPa	29.380457 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 11	-9.34 m	0.24928072 m	-22.058696 kPa	46.078035 kPa	30.000089 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 12	-9.06 m	0.31688305 m	-22.721672 kPa	46.050845 kPa	29.982386 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 13	-8.78 m	0.39539273 m	-23.491617 kPa	45.214552 kPa	29.4379 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 14	-8.5 m	0.48515213 m	-24.371887 kPa	43.764827 kPa	28.494025 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 15	-8.22 m	0.58657057 m	-25.366498 kPa	41.895597 kPa	27.277023 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 16	-7.94 m	0.70013485 m	-26.480222 kPa	39.779423 kPa	25.899243 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 17	-7.66 m	0.82642293 m	-27.71873 kPa	37.556837 kPa	24.45218 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 18	-7.38 m	0.96612161 m	-29.088755 kPa	35.333141 kPa	23.004396 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 19	-7.1 m	1.1200497 m	-30.598328 kPa	33.18019 kPa	21.602671 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 20	-6.82 m	1.289189 m	-32.257077 kPa	31.140669 kPa	20.274798 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 21	-6.54 m	1.4747259 m	-34.076637 kPa	29.233065 kPa	19.032812 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 22	-6.26 m	1.6781089 m	-36.071214 kPa	27.456224 kPa	17.875961 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 23	-5.98 m	1.9011308 m	-38.25839 kPa	25.792879 kPa	16.793005 kPa	0 kPa	0 kPa
Slice 24	-5.7 m	2.1460466 m	-40.660279 kPa	24.211807 kPa	15.763614 kPa	0 kPa	0 kPa



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

#### **LINEA POTENZA-METAPONTO**

## **INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

## **PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

<b>Relazione descrittiva generale Rilevati e</b>	COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Trincee stradali</b>	IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	53 di 58

Slice 25	-5.42 m	2.4157537 m	-43.305297 kPa	22.66835 kPa	14.758713 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 26	-5.14 m	2.7140741 m	-46.230925 kPa	21.103006 kPa	13.739563 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 27	-4.875 m	3.026444 m	-49.294336 kPa	18.644986 kPa	12.139216 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 28	-4.625 m	3.3551987 m	-52.518434 kPa	15.255135 kPa	9.9321814 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 29	-4.375 m	3.7239358 m	-56.134638 kPa	11.637831 kPa	7.5770584 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 30	-4.125 m	4.144341 m	-60.257552 kPa	7.6486452 kPa	4.9798138 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 31	-3.8549331 m	4.6846269 m	-65.556136 kPa	4.4326646 kPa	2.885981 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Digitized by srujanika@gmail.com

#### **LINEA POTENZA-METAPONTO**

## INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

## **PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Relazione descrittiva generale	Rilevati e	COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Trincee stradali</b>		IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	54 di 58

### **9.3 SEZIONE H = 5M – CEDIMENTI**

In asset



LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	55 di 58

Al piede

**LINEA POTENZA-METAPONTO**
**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**
**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**
**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**
**COMMESMA**      **LOTTO**      **CODIFICA**      **DOCUMENTO**      **REV.**      **FOGLIO**

IA95

13

R 78

RH GE0006 002

B

56 di 58

	$\sigma_v \cdot v$ (kPa)	$\sigma_z \cdot z$ (kPa)	$\sigma_z \cdot v \cdot z$ (kPa)	R0	R1	R2	ang0	ang2	ang1	alfa	$\Delta \sigma_z \cdot z$ (kPa)	$\sigma_v \cdot z$ (kPa)	$\sigma_z \cdot v$ (kPa)	$\sigma_z \cdot z$ (NC)	$\sigma_z \cdot v \cdot p$ (kPa)	$\sigma_z \cdot z$ (SC)							
CONS.	0.3	1.9	0	0.0	0.0	0.0	1.80	21.90	1.57	0.01	0.00	1.55	0.01	0.81	5.22	1.00	1.3	7.03	0.675	0.000	108.70	0.004	
CONS.	0.3	5.7	0	0.5	0.5	0.3	1.80	21.90	1.57	0.01	0.00	1.55	0.01	0.81	5.22	1.00	1.3	7.03	0.675	0.000	108.70	0.004	
CONS.	0.5	9.5	0	0.5	0.5	0.3	11.81	21.91	1.57	0.02	0.00	1.53	0.02	1.35	3.60	1.48	2.0	11.47	11.47	0.658	0.000	112.50	0.004
CONS.	0.7	13.3	0	0	13.30	0.70	11.82	21.91	1.57	0.03	0.00	1.53	0.03	1.89	4.49	1.51	2.5	15.83	15.83	0.647	0.000	116.30	0.003
CONS.	0.9	17.1	0	0	17.10	0.90	11.83	21.92	1.57	0.04	0.00	1.49	0.04	2.42	2.40	2.5	3.0	20.13	20.13	0.639	0.000	120.10	0.003
CONS.	1.1	20.9	0	0	20.70	1.10	11.85	21.93	1.57	0.05	0.00	1.48	0.05	2.49	2.50	2.5	2.5	24.39	24.39	0.633	0.000	123.00	0.003
CONS.	1.3	24.7	0	0	24.70	1.30	11.87	21.94	1.57	0.06	0.00	1.46	0.05	3.49	6.46	2.98	3.9	28.62	28.62	0.627	0.000	127.70	0.003
CONS.	1.5	28.5	0	0	28.50	1.50	11.89	21.95	1.57	0.07	0.00	1.44	0.06	4.02	6.96	3.29	4.3	32.81	32.81	0.623	0.000	131.50	0.003
CONS.	1.7	32.3	0	0	32.30	1.70	11.92	21.97	1.57	0.08	0.00	1.43	0.07	4.54	7.39	3.58	4.7	36.98	36.98	0.619	0.000	135.30	0.003
CONS.	1.9	36.1	0	0	36.10	1.90	11.95	21.98	1.57	0.09	0.00	1.41	0.07	5.07	8.85	3.83	4.9	41.13	41.13	0.615	0.000	139.00	0.003
CONS.	2.1	39.9	0	0	38.90	2.10	11.99	22.00	1.57	0.10	0.00	1.39	0.08	5.59	8.11	4.11	5.4	45.26	45.26	0.612	0.000	141.90	0.003
CONS.	2.3	43.7	0	0	40.70	2.30	12.02	22.02	1.57	0.10	0.00	1.38	0.09	6.10	8.40	4.35	5.7	49.37	46.37	0.611	0.000	143.70	0.003
CONS.	2.5	47.5	0	0	42.50	2.50	12.06	22.04	1.57	0.11	0.00	1.36	0.10	6.61	8.66	4.58	6.0	53.46	48.46	0.610	0.000	145.50	0.003
CONS.	2.7	51.3	0	0	41.30	2.70	12.10	22.07	1.57	0.12	0.00	1.35	0.10	7.12	8.88	4.80	6.0	57.53	50.53	0.609	0.000	147.30	0.003
CONS.	2.9	55.1	0	0	46.10	2.90	12.15	22.09	1.57	0.13	0.00	1.34	0.11	7.62	9.07	5.15	6.5	61.59	55.00	0.607	0.000	149.10	0.003
CONS.	3.1	58.9	0	0	47.90	3.10	12.20	22.12	1.57	0.14	0.00	1.31	0.12	8.12	9.24	5.21	6.7	65.64	54.64	0.605	0.000	150.90	0.003
CONS.	3.3	62.7	0	0	49.70	3.30	12.25	22.15	1.57	0.15	0.00	1.30	0.12	8.61	9.37	5.39	7.0	69.68	56.68	0.604	0.000	152.70	0.003
CONS.	3.5	66.5	0	0	51.50	3.50	12.31	22.18	1.57	0.16	0.00	1.28	0.13	9.09	9.49	5.57	7.2	73.70	58.70	0.603	0.000	154.50	0.003
CONS.	3.7	70.3	0	0	53.30	3.70	12.37	22.21	1.57	0.17	0.00	1.27	0.14	9.57	9.88	5.74	7.4	77.71	60.71	0.602	0.000	156.30	0.003
CONS.	3.9	74.1	0	0	55.10	3.90	12.43	22.24	1.57	0.18	0.00	1.25	0.14	10.05	9.65	5.91	7.6	81.71	62.71	0.601	0.000	158.10	0.003
CONS.	4.1	77.9	0	0	56.90	4.10	12.49	22.28	1.57	0.19	0.00	1.24	0.15	10.51	9.70	6.06	7.8	85.70	64.70	0.600	0.000	159.90	0.003
CONS.	4.3	81.7	0	0	58.70	4.30	12.56	22.32	1.57	0.20	0.00	1.23	0.16	10.97	9.73	6.21	8.0	89.68	66.68	0.599	0.000	161.70	0.003
CONS.	4.5	85.5	0	0	60.50	4.50	12.62	22.36	1.57	0.21	0.00	1.22	0.17	11.42	9.75	6.35	8.2	93.00	68.00	0.598	0.000	163.50	0.003
DRE	4.7	89.3	0	0	62.30	4.70	12.70	22.40	1.57	0.22	0.00	1.21	0.18	11.87	9.75	6.49	8.3	97.62	70.62	0.597	0.000	165.30	0.003
DRE	4.9	93.1	0	0	64.10	4.90	12.78	22.44	1.57	0.23	0.00	1.20	0.18	12.30	9.74	6.61	8.5	101.57	72.57	0.596	0.000	167.10	0.003
DRE	5.1	96.9	0	0	65.90	5.10	12.85	22.49	1.57	0.24	0.00	1.19	0.18	12.73	9.72	6.74	8.6	105.24	74.52	0.595	0.000	168.90	0.003
DRE	5.3	100.3	0	0	67.70	5.30	12.90	22.53	1.57	0.25	0.00	1.18	0.18	13.18	9.68	6.88	8.8	109.46	76.46	0.594	0.000	170.70	0.002
DRE	5.5	104.1	0	0	69.50	5.50	12.95	22.58	1.57	0.26	0.00	1.17	0.18	13.57	9.64	6.96	8.8	113.99	78.33	0.593	0.000	172.50	0.002
DRE	5.7	108.3	0	0	71.30	5.70	13.00	22.62	1.57	0.27	0.00	1.16	0.18	13.98	9.58	7.07	9.0	117.32	80.32	0.593	0.000	174.30	0.002
DRE	5.9	112.1	0	0	73.10	5.90	13.10	22.63	1.57	0.28	0.00	1.15	0.18	14.20	9.51	7.17	9.1	121.24	82.24	0.592	0.000	176.10	0.002
DRE	6.1	115.9	0	0	74.90	6.10	13.20	22.67	1.57	0.29	0.00	1.14	0.18	14.44	9.44	7.26	9.2	125.15	84.15	0.591	0.000	177.90	0.002
DRE	6.3	119.7	0	0	76.70	6.30	13.25	22.72	1.57	0.30	0.00	1.13	0.18	14.69	9.37	7.35	9.3	129.09	86.05	0.590	0.000	179.70	0.002
DRE	6.5	123.5	0	0	78.50	6.50	13.47	22.84	1.57	0.30	0.00	1.07	0.21	15.53	9.26	7.44	9.5	132.95	87.95	0.590	0.000	181.50	0.002
DRE	6.7	127.3	0	0	80.30	6.70	13.57	22.90	1.57	0.30	0.00	1.05	0.22	15.89	9.16	7.52	9.6	136.84	89.84	0.589	0.000	183.30	0.002
DRE	6.9	131.1	0	0	82.10	6.90	13.67	22.96	1.57	0.31	0.00	1.04	0.22	16.25	9.06	7.66	9.6	140.73	91.73	0.588	0.000	185.10	0.002
DRE	7.1	134.9	0	0	83.90	7.10	13.70	23.01	1.57	0.32	0.00	1.03	0.23	16.64	8.95	7.83	9.7	144.71	93.71	0.587	0.000	187.50	0.002
DRE	7.3	138.7	0	0	85.70	7.30	13.88	23.08	1.57	0.33	0.00	1.02	0.23	17.04	8.83	7.98	9.8	148.49	95.69	0.586	0.000	188.70	0.002
DRE	7.5	142.5	0	0	87.50	7.50	13.98	23.15	1.57	0.34	0.00	1.01	0.24	17.42	8.77	8.09	9.9	152.36	97.56	0.585	0.000	190.50	0.002
DRE	7.7	146.3	0	0	89.30	7.70	14.08	23.21	1.57	0.35	0.00	1.00	0.24	17.79	8.71	8.21	10.0	158.02	99.33	0.584	0.000	194.10	0.002
DRE	7.9	150.1	0	0	91.10	7.90	14.10	23.27	1.57	0.36	0.00	0.99	0.25	18.17	8.65	8.34	10.1	162.87	101.00	0.583	0.000	196.90	0.002
DRE	8.1	153.9	0	0	92.90	8.10	14.19	23.32	1.57	0.37	0.00	0.98	0.25	18.54	8.59	8.53	10.2	167.02	102.00	0.582	0.000	200.70	0.002
DRE	8.3	157.7	0	0	94.70	8.30	14.29	23.37	1.57	0.38	0.00	0.97	0.26	18.91	8.53	8.74	10.3	171.28	103.00	0.581	0.000	204.50	0.002
DRE	8.5	161.5	0	0	96.50	8.50	14.39	23.42	1.57	0.39	0.00	0.96	0.26	19.28	8.47	8.93	10.4	175.57	104.80	0.580	0.000	208.30	0.002
DRE	8.7	165.3	0	0	98.30	8.70	14.49	23.47	1.57	0.40	0.00	0.95	0.26	19.65	8.41	9.04	10.5	179.62	106.65	0.579	0.000	212.00	0.002
DRE	8.9	171.1	0	0	100.10	8.90	14.59	23.52	1.57	0.41	0.00	0.94	0.26	20									



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	57 di 58

Al ciglio

z (m)	x, v (kPa)	w (kPa)	e', v0 (kPa)	R0	R1	R2	ang0	ang2	ang1	alfa	beta	Ae, zq (kPa)	Ae, zv (kPa)	Ae, z (kPa)	a, v (kPa)	e', v (kPa)	v0	e, z (NC)	e', v0 (kPa)	e, z (kPa)
CONS. 0.1	5.7	0	1.90	11.80	0.10	10.10	0.01	0.01	1.56	1.56	1.54	99.73	97.98	59.31	76.5	78.38	0.711	104.90	0.029	
CONS. 0.3	5.7	0	5.70	11.80	0.30	10.10	0.03	0.03	1.55	1.55	1.54	99.19	94.72	58.17	74.9	80.64	0.675	108.70	0.052	
CONS. 0.5	5.7	0	9.50	11.81	0.50	10.11	0.04	0.04	1.53	1.53	1.52	98.65	91.80	57.14	73.6	83.05	0.658	112.50	0.043	
CONS. 0.7	5.7	0	13.30	11.82	0.70	10.12	0.06	0.07	1.51	1.51	1.50	90.11	89.08	56.16	72.2	85.54	0.647	118.30	0.037	
CONS. 0.9	17.1	0	17.10	11.83	0.90	10.14	0.08	0.09	1.49	1.49	1.48	97.56	86.50	55.22	71.0	88.08	0.639	120.10	0.033	
CONS. 1.1	20.9	0	20.90	11.85	1.10	10.16	0.09	0.11	1.48	1.48	1.46	97.01	84.04	54.31	69.8	90.67	0.633	123.90	0.029	
CONS. 1.3	24.7	0	24.70	11.87	1.30	10.18	0.11	0.13	1.46	1.46	1.44	96.46	81.67	53.44	68.6	93.30	0.627	127.70	0.027	
CONS. 1.5	28.5	0	28.50	11.89	1.50	10.20	0.13	0.15	1.44	1.44	1.42	92.51	79.38	52.59	67.5	95.56	0.623	131.50	0.026	
CONS. 1.7	32.3	0	32.30	11.92	1.70	10.24	0.14	0.17	1.43	1.43	1.40	95.35	77.17	51.76	66.4	98.66	0.619	135.30	0.022	
CONS. 1.9	36.1	0	36.10	11.94	1.90	10.28	0.16	0.19	1.41	1.41	1.38	94.78	75.03	50.94	65.3	101.37	0.615	139.10	0.021	
CONS. 2.1	39.9	1	38.90	11.99	2.10	10.32	0.18	0.20	1.39	1.39	1.37	94.21	72.95	50.15	64.2	104.12	0.612	141.90	0.020	
CONS. 2.3	43.7	1	40.70	12.02	2.30	10.36	0.19	0.22	1.38	1.38	1.35	95.84	70.94	49.37	63.2	108.88	0.609	144.70	0.017	
CONS. 2.5	47.5	5	42.50	12.06	2.50	10.40	0.21	0.24	1.36	1.36	1.33	93.05	68.99	48.61	62.2	109.67	0.610	145.50	0.018	
CONS. 2.7	51.3	7	44.30	12.10	2.70	10.45	0.22	0.26	1.35	1.35	1.31	92.47	67.09	47.87	61.2	112.48	0.608	147.30	0.018	
CONS. 2.9	55.1	9	46.10	12.14	2.90	10.51	0.24	0.28	1.33	1.33	1.29	91.87	65.25	47.14	60.2	116.31	0.607	149.10	0.017	
CONS. 3.1	58.9	11	47.90	12.18	3.10	10.63	0.26	0.30	1.31	1.31	1.27	91.30	63.46	46.42	59.2	119.00	0.606	150.90	0.016	
CONS. 3.3	62.7	13	49.70	12.25	3.30	10.63	0.27	0.32	1.30	1.30	1.25	90.66	61.73	45.72	58.3	121.02	0.604	152.70	0.016	
CONS. 3.5	66.5	15	51.50	12.31	3.50	10.69	0.29	0.33	1.28	1.28	1.24	90.05	60.04	45.03	57.4	123.91	0.603	154.50	0.015	
CONS. 3.7	70.3	17	53.30	12.37	3.70	10.76	0.30	0.35	1.27	1.27	1.22	89.43	58.41	44.35	56.5	126.82	0.602	156.30	0.015	
CONS. 3.9	74.1	19	55.10	12.43	3.90	10.82	0.32	0.37	1.25	1.25	1.20	88.81	56.82	43.69	54.8	128.74	0.601	158.10	0.014	
CONS. 4.1	77.9	21	56.90	12.49	4.10	10.90	0.33	0.39	1.24	1.24	1.19	88.17	55.28	43.04	54.8	132.68	0.600	159.90	0.014	
CONS. 4.3	81.7	23	58.70	12.54	4.30	10.98	0.35	0.40	1.22	1.22	1.17	87.54	53.79	42.40	54.9	135.64	0.599	161.70	0.013	
CONS. 4.5	85.5	25	60.50	12.63	4.50	11.06	0.36	0.42	1.21	1.21	1.15	86.89	52.55	41.77	55.1	138.61	0.598	163.50	0.013	
DRE. 4.7	89.3	27	62.30	12.70	4.70	11.14	0.38	0.44	1.19	1.19	1.14	86.25	51.05	41.16	55.2	141.60	0.597	165.30	0.012	
DRE. 4.9	93.1	29	64.10	12.78	4.90	11.23	0.39	0.45	1.18	1.18	1.12	85.59	49.59	40.56	55.3	144.61	0.596	167.10	0.012	
DRE. 5.1	96.9	31	65.90	12.85	5.10	11.31	0.41	0.47	1.16	1.16	1.10	84.94	48.28	39.96	50.7	147.63	0.595	168.90	0.012	
DRE. 5.3	100.7	33	67.70	12.92	5.30	11.39	0.42	0.48	1.15	1.15	1.09	84.26	47.69	39.38	50.0	150.67	0.594	170.70	0.011	
DRE. 5.5	104.5	35	69.50	12.98	5.50	11.40	0.44	0.50	1.13	1.13	1.07	83.54	46.97	38.86	50.2	153.72	0.594	175.50	0.011	
DRE. 5.7	108.3	37	71.30	13.10	5.70	11.60	0.45	0.51	1.12	1.12	1.07	82.95	44.58	38.26	48.5	156.79	119.79	0.593	174.30	0.011
DRE. 5.9	112.1	39	73.10	13.19	5.80	11.60	0.46	0.53	1.11	1.11	1.06	81.82	44.32	37.71	47.8	158.97	120.87	0.592	176.10	0.010
DRE. 6.1	115.9	41	74.90	13.24	5.90	11.60	0.48	0.54	1.09	1.09	1.03	81.60	42.31	37.17	47.1	161.29	121.97	0.591	177.90	0.010
DRE. 6.3	119.7	43	76.70	13.28	6.00	11.60	0.49	0.56	1.08	1.08	1.03	81.32	42.03	36.65	46.6	166.08	120.98	0.590	179.70	0.010
DRE. 6.5	123.5	45	78.50	13.47	6.50	12.01	0.50	0.57	1.07	1.07	1.00	80.26	40.19	36.13	45.7	169.21	124.21	0.590	181.50	0.009
DRE. 6.7	127.3	47	80.30	13.50	6.70	12.12	0.52	0.59	1.05	1.05	0.99	79.58	39.18	35.63	45.1	172.35	125.35	0.589	183.30	0.009
DRE. 6.9	131.1	49	82.10	13.67	6.90	12.23	0.53	0.60	1.04	1.04	0.97	78.91	38.20	35.15	44.5	175.50	126.35	0.588	185.10	0.009
DRE. 7.1	134.9	51	83.90	13.70	7.00	12.35	0.54	0.61	1.03	1.03	0.96	78.03	38.25	35.05	43.8	178.67	127.67	0.587	186.90	0.009
DRE. 7.3	138.7	53	85.70	13.88	7.10	12.46	0.55	0.63	1.02	1.02	0.94	77.56	36.35	34.47	43.2	181.85	128.85	0.587	187.80	0.008
DRE. 7.5	142.5	55	87.50	13.98	7.20	12.50	0.57	0.64	1.01	1.01	0.93	76.88	35.47	33.70	42.5	185.00	130.95	0.586	190.50	0.008
DRE. 7.7	146.3	57	89.30	14.09	7.30	12.58	0.58	0.65	0.99	0.99	0.92	76.21	34.67	32.90	41.8	189.47	132.47	0.585	191.90	0.008
DRE. 7.9	150.1	59	91.10	14.20	7.40	12.60	0.59	0.66	0.98	0.98	0.91	75.54	33.79	32.80	41.2	193.47	134.47	0.584	194.10	0.008
DRE. 8.1	153.9	61	92.90	14.31	8.10	12.75	0.60	0.68	0.97	0.97	0.90	74.87	33.03	32.36	40.8	194.70	133.70	0.584	195.90	0.007
DRE. 8.3	157.7	63	94.70	14.43	8.40	12.80	0.61	0.69	0.96	0.96	0.89	74.21	32.23	31.93	40.7	194.70	134.94	0.583	197.70	0.007
DRE. 8.5	161.5	65	96.50	14.53	8.50	12.85	0.62	0.70	0.95	0.95	0.87	73.54	31.43	31.13	40.6	195.10	136.20	0.582	199.70	0.007
DRE. 8.7	165.3	67	98.30	14.66	8.70	12.93	0.64	0.71	0.94	0.94	0.86	72.88	30.77	30.09	40.5	196.40	137.46	0.582	200.30	0.007
DRE. 8.9	169.1	69	100.10	14.78	8.90	13.04	0.65	0.72	0.92	0.92	0.85	72.23	30.07	30.69	40.4	197.74	138.74	0.582	201.30	0.007
DRE. 9.1	172.9	71	101.90	14.90	9.10	13.14	0.66	0.73	0.91	0.91	0.84	71.58	29.38	30.07	40.3	199.00	140.03	0.581	202.30	0.007
DRE. 9.3	176.7	73	103.70	15.00	9.30	13.25	0.68	0.75	0.90	0.90	0.83	70.93	28.75	29.45	40.2	200.30	141.64	0.580	203.30	0.007
DRE. 9.5	180.5	75	105.50	15.10	9.50	13.38	0.69	0.76	0.89	0.89	0.82	70.28	28.13	29.13	40.1	201.64	142.64	0.579	205.30	0.007
DRE. 9.7	184.3	77	107.30	15.20	9.70	13.50	0.70	0.77	0.88	0.88	0.81	69.64	27.52	28.82	40.0	202.95	143.95	0.579	206.30	0.007
DRE. 9.9	188.1	79	109.10	15.40	9.90	13.60	0.71	0.78	0.87	0.87	0.80</									



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

**Relazione descrittiva generale Rilevati e  
Trincee stradali**

**LINEA POTENZA-METAPONTO**

**INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA**

**PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

COMMESMA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 78	RH GE0006 002	B	58 di 58

Tra piede e ciglio

CONS.	z (m)	e, v (kPa)	w (kPa)	d', v (kPa)	R0	R1	R2	ang0	ang2	ang1	alfa	Ar, zq (kPa)	Ar, zq (kPa)	Ar, q (kPa)	Δz (kPa)	e, v (kPa)	d', v (kPa)	v0	x, z (NC)	d', v (kPa)	x, z (NC)
CONS.	0.1	1.9	0	1.90	2.50	6.30	16.40	0.02	0.01	1.55	3.11	0.01	46.61	46.25	35.9	27.83	31.71	0.000	104.90	0.057	
CONS.	0.3	5.7	0	5.70	5.51	6.31	16.40	0.05	0.02	1.52	3.04	0.03	46.61	45.54	27.65	41.34	41.34	0.675	108.70	0.039	
CONS.	0.5	9.5	0	9.50	5.52	6.32	16.41	0.09	0.03	1.48	2.97	0.05	46.61	44.83	27.43	44.82	44.85	0.658	112.50	0.030	
CONS.	0.7	13.3	0	13.30	5.54	6.34	16.42	0.13	0.04	1.44	2.90	0.06	46.61	44.61	27.22	44.61	44.64	0.647	114.00	0.021	
CONS.	0.9	17.1	0	17.10	5.57	6.36	16.42	0.16	0.05	1.41	2.84	0.09	46.61	43.41	27.01	51.87	51.87	0.639	120.10	0.022	
CONS.	1.1	20.9	0	20.90	5.61	6.40	16.43	0.20	0.07	1.37	2.77	0.11	46.61	42.70	26.79	34.5	55.38	0.633	123.90	0.019	
CONS.	1.3	24.7	0	24.70	5.65	6.43	16.45	0.23	0.08	1.34	2.71	0.12	46.61	42.47	26.58	38.83	58.89	0.627	127.70	0.017	
CONS.	1.5	28.5	0	28.50	5.70	6.48	16.47	0.27	0.09	1.30	2.64	0.16	46.62	41.59	26.37	33.9	62.40	0.629	132.00	0.016	
CONS.	1.7	32.3	0	32.30	5.76	6.53	16.49	0.30	0.10	1.27	2.58	0.16	46.62	40.59	26.16	35.7	65.91	0.619	135.30	0.019	
CONS.	1.9	36.1	0	36.10	5.82	6.58	16.51	0.33	0.12	1.24	2.52	0.16	46.62	39.89	25.95	33.3	69.41	0.643	139.10	0.013	
CONS.	2.1	39.9	0	39.80	6.04	6.64	16.53	0.36	0.13	1.21	2.46	0.19	46.62	39.02	25.75	37.9	71.94	0.631	143.00	0.012	
CONS.	2.3	43.7	3	40.70	5.96	6.71	16.56	0.40	0.14	1.17	2.40	0.21	46.63	38.50	25.54	32.8	76.46	73.46	0.611	143.70	0.012
CONS.	2.5	47.5	5	42.50	6.04	6.78	16.59	0.43	0.15	1.14	2.34	0.23	46.63	37.82	25.33	32.5	79.98	74.98	0.610	145.50	0.011
CONS.	2.7	51.3	7	44.30	6.13	6.85	16.62	0.46	0.16	1.11	2.28	0.24	46.63	37.13	25.13	32.3	83.50	76.50	0.609	147.30	0.011
CONS.	2.9	55.1	9	46.30	6.23	6.94	16.65	0.49	0.19	1.09	2.22	0.26	46.63	36.49	24.93	31.9	79.03	76.03	0.608	149.00	0.011
CONS.	3.1	58.9	11	47.90	6.31	7.02	16.69	0.51	0.16	1.06	2.17	0.27	46.63	35.78	24.72	31.6	80.55	79.55	0.606	150.90	0.010
CONS.	3.3	62.7	13	49.70	6.41	7.11	16.73	0.54	0.20	1.03	2.12	0.28	46.63	35.11	24.52	31.4	94.00	81.08	0.600	152.70	0.010
CONS.	3.5	66.5	15	51.30	6.52	7.21	16.77	0.57	0.21	1.00	2.07	0.30	46.63	34.45	24.27	31.2	97.80	82.20	0.600	154.50	0.010
CONS.	3.7	70.3	17	52.30	6.63	7.31	16.81	0.59	0.22	0.98	2.02	0.32	46.62	34.12	24.02	30.9	101.13	84.17	0.602	156.30	0.009
CONS.	3.9	74.1	19	55.10	6.74	7.41	16.86	0.62	0.23	0.95	1.97	0.32	46.61	33.15	23.93	30.8	104.66	85.66	0.600	158.10	0.009
CONS.	4.1	77.9	21	56.60	6.86	7.52	16.90	0.64	0.24	0.93	1.92	0.33	46.60	32.50	23.73	30.3	108.20	87.20	0.600	159.90	0.009
CONS.	4.3	81.7	23	58.70	6.98	7.63	16.95	0.66	0.26	0.91	1.88	0.35	46.59	32.06	23.54	30.2	110.87	88.00	0.600	161.70	0.008
CONS.	4.5	85.5	25	60.50	7.11	7.74	17.01	0.69	0.27	0.89	1.84	0.35	46.58	31.23	23.34	29.8	115.27	90.27	0.598	163.50	0.008
DIRE.	4.7	89.3	27	62.30	7.23	7.86	17.06	0.71	0.28	0.86	1.79	0.36	46.56	30.61	23.15	29.5	118.81	91.81	0.597	165.30	0.008
DIRE.	4.9	93.1	29	64.10	7.32	7.91	17.12	0.73	0.29	0.84	1.75	0.37	46.54	29.99	22.96	26.7	122.35	93.35	0.596	167.10	0.008
DIRE.	5.1	97.0	31	66.70	7.42	8.04	17.22	0.77	0.31	0.80	1.68	0.39	46.54	29.39	22.77	26.7	124.30	94.30	0.595	168.70	0.007
DIRE.	5.3	101.8	33	67.70	7.64	8.22	17.24	0.77	0.31	0.80	1.68	0.39	46.54	28.78	22.58	26.7	124.93	96.43	0.594	170.70	0.007
DIRE.	5.5	104.5	35	69.50	7.78	8.36	17.30	0.79	0.32	0.79	1.64	0.39	46.54	28.19	22.39	26.8	132.90	97.98	0.596	172.50	0.007
DIRE.	5.7	108.3	37	71.30	7.92	8.50	17.36	0.80	0.33	0.79	1.60	0.40	46.41	27.59	22.20	26.8	136.52	95.52	0.593	174.10	0.007
DIRE.	5.9	112.1	39	73.10	8.07	8.63	17.42	0.82	0.33	0.77	1.57	0.41	46.31	27.03	22.02	26.8	137.80	93.17	0.592	175.80	0.007
DIRE.	6.1	115.9	41	74.90	8.21	8.77	17.50	0.84	0.36	0.73	1.54	0.41	46.33	26.46	21.84	27.7	143.62	102.62	0.591	177.90	0.006
DIRE.	6.3	119.7	43	76.70	8.36	8.91	17.57	0.85	0.37	0.70	1.52	0.42	46.28	26.21	21.66	27.6	147.18	104.18	0.590	179.70	0.006
DIRE.	6.5	123.5	45	78.50	8.51	9.04	17.64	0.87	0.37	0.68	1.49	0.42	46.23	26.03	21.48	27.5	149.96	105.76	0.589	181.30	0.006
DIRE.	6.7	127.3	47	80.30	8.67	9.20	17.72	0.88	0.39	0.69	1.44	0.43	46.17	24.81	21.30	27.0	154.29	107.29	0.589	183.30	0.006
DIRE.	6.9	131.1	49	82.10	8.82	9.34	17.79	0.90	0.40	0.67	1.41	0.43	46.11	24.28	21.22	26.7	157.85	108.85	0.589	185.10	0.006
DIRE.	7.1	134.9	51	83.90	8.94	9.49	17.87	0.91	0.41	0.66	1.38	0.44	46.04	23.75	20.94	26.3	161.41	111.41	0.587	186.90	0.006
DIRE.	7.3	138.7	53	85.70	9.06	9.61	17.94	0.93	0.42	0.65	1.36	0.44	46.01	23.24	20.76	26.0	164.30	112.10	0.586	188.70	0.006
DIRE.	7.5	142.5	55	87.50	9.19	9.75	18.01	0.95	0.43	0.63	1.33	0.44	45.99	22.73	20.59	25.7	168.54	113.54	0.586	190.50	0.005
DIRE.	7.7	146.3	57	89.30	9.46	9.95	18.12	0.95	0.44	0.62	1.31	0.45	45.92	22.23	20.42	25.8	172.11	111.51	0.586	192.30	0.005
DIRE.	7.9	150.1	59	91.10	9.63	10.10	18.20	0.96	0.45	0.61	1.28	0.45	45.87	21.71	20.20	25.7	175.68	116.68	0.585	194.10	0.005
DIRE.	8.1	153.9	61	92.90	9.78	10.24	18.26	0.97	0.46	0.60	1.26	0.46	45.82	21.23	20.00	25.6	177.28	118.28	0.584	195.90	0.005
DIRE.	8.3	157.7	63	94.70	9.94	10.42	18.32	0.98	0.47	0.59	1.23	0.45	45.76	20.74	19.80	25.5	182.82	119.82	0.583	197.70	0.005
DIRE.	8.5	161.5	65	96.50	10.12	10.58	18.47	1.00	0.48	0.57	1.21	0.45	45.46	20.33	19.74	25.4	184.60	121.40	0.583	199.50	0.005
DIRE.	8.7	165.3	67	98.30	10.30	10.74	18.54	1.01	0.49	0.56	1.19	0.45	45.37	20.00	19.57	25.3	189.96	123.20	0.582	201.30	0.005
DIRE.	8.9	169.1	69	100.10	10.47	10.90	18.61	1.02	0.50	0.55	1.17	0.46	44.93	19.56	19.45	25.2	191.54	125.00	0.581	203.10	0.005
DIRE.	10.1	172.9	71	101.90	10.63	11.20	18.68	1.03	0.51	0.54	1.15	0.47	44.51	19.16	19.34	25.1	195.14	126.80	0.580	204.90	0.005
DIRE.	10.3	176.7	73	103.70	10.83	11.24	18.75	1.04	0.52	0.53	1.13	0.48	44.16	18.76	19.23	25.0	198.90	128.50	0.579	206.70	0.005
DIRE.	10.5	180.5	75	105.50	10.91	11.34	18.82	1.05	0.53	0.52	1.12	0.49	43.82	18.36	19.12	24.9	202.20	130.20	0.578	208.50	0.005
DIRE.	10.7	184.3																			