

COMMITTENTE:



**DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA**

PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
U.O. PRODUZIONE SUD E ISOLE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA**  
*(Infrastrutture strategiche legge n. 443/2001)*

**Lotto 1: Ripalta- Lesina**

**GEOTECNICA  
TRINCEE FERROVIARIE – RELAZIONE DI STABILITA'**

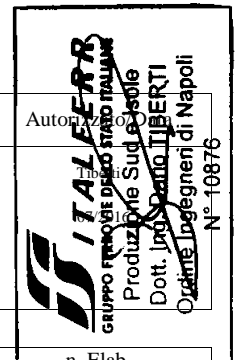
SCALA:

---

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

**L I 0 0    0 1    D    7 8    C L    G E 0 0 0 5    0 0 2    A**

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	EMISSIONE	L. Infante	07/2016	D. Caputo	07/2016	F. Gernone <i>Fazio Gernone</i>	07/2016



**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	2 DI 43

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO .....	5
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE.....</b>	<b>6</b>
3.1	PREMESSA .....	6
3.2	RICONOSCIMENTO DELLE UNITÀ GEOTECNICHE.....	6
3.3	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	7
3.4	FALDA .....	10
<b>4</b>	<b>ANALISI DI STABILITA' DELLE TRINCEE.....</b>	<b>11</b>
4.1	METODOLOGIE DI CALCOLO .....	11
4.1.1	<i>Azioni sismiche per analisi di stabilità.....</i>	<i>12</i>
4.2	SEZIONI DI CALCOLO .....	12
4.3	RISULTATI .....	13
<b>5</b>	<b>PIANO DI POSA .....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>APPENDICE A: ANALISI DI STABILITA' SCARPATE. TABULATI DI CALCOLO PCSTABL5M .....</b>	<b>17</b>
6.1	METODOLOGIE DI VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALI DELLE SCARPATE.....	17
6.2	TRINCEA H=9 M - ANALISI STATICA SLU.....	19
6.3	TRINCEA H=9 M - ANALISI SISMICA SLU .....	26
6.4	TRINCEA H=3 M - ANALISI STATICA SLU.....	32
6.5	TRINCEA H=3 M - ANALISI SISMICA SLU .....	38

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	3 DI 43

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti e le verifiche geotecniche relative alle trincee ferroviarie del Progetto Definitivo del raddoppio della linea ferroviaria Termoli-Lesina lotto 1: Ripalta - Lesina.

Quindi nel presente elaborato verranno affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Verifiche di stabilità delle scarpate delle trincee;
- Piani di posa delle trincee.

**GEOTECNICA****Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	4 DI 43

## 2 **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

### 2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);

[N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.

[N.5]. RFI DTC SICS MA IFS 001 A del 29-12-15 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

[N.6]. RFI DTC SICS SP IFS 001 B del 24-12-15 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

### 2.2 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

[D1]. LI00 01 D78 F6 GE0005 001 A ÷ LI00 01 D78 F6 GE0005 004 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale. (4 tavole formato A0).

[D2]. LI00 01 D78 RH GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati ferroviari. Relazione geotecnica.

[D3]. LI00 01 D78 CL GE0005 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati ferroviari. Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti.

[D4]. LI00 01 D78 CL GE0005 003 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Interventi di mitigazione alla liquefazione.

**GEOTECNICA****Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	5 DI 43

- [D5]. LI00 01 D78 WZ GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati. Interventi di mitigazione alla liquefazione.
- [D6]. LI00 01 D78 RH GE0005 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto.
- [D7]. LI0002D11BZID0002004A - Progetto Definitivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. Tipologico opere di presidio idraulico – fondazioni in alveo e protezioni.

### 2.3 PROGRAMMI DI CALCOLO

Nella redazione del presente documento sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- “PC STABL 5M” - Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Prof. C. W. Lovell. Purdue University (1988). Il programma di calcolo è in uso gratuito. E’ validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l’idoneità di utilizzo nel caso specifico.

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	6 DI 43

### 3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE

#### 3.1 PREMESSA

Dopo aver individuato le principali unità geotecniche intercettate lungo il tracciato, nella relazione geotecnica generale sono interpretati i risultati delle indagini geotecniche in sito ed in laboratorio e quindi definiti i parametri geotecnici di progetto e la stratigrafia di riferimento sia lungo il tracciato, sia per le principali opere d'arte.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato l'andamento del livello di falda massimo rilevato da letture piezometriche.

Il profilo stratigrafico verrà preso a riferimento per definire la stratigrafia di dettaglio lungo il tracciato ed in corrispondenza delle opere d'arte in progetto.

#### 3.2 RICONOSCIMENTO DELLE UNITÀ GEOTECNICHE

Lungo il tracciato dalle indagini eseguite sono state intercettate le seguenti unità geotecniche:

**Terreno di riporto – Unità R:** si tratta dello spessore di terreno vegetale (Rv) costituito prevalentemente da limo sabbioso debolmente argilloso con resti vegetali e inclusi clasti e da terreno di riporto antropico (Ra) costituente il rilevato ferroviario esistente;

**Depositi alluvionali recenti (unità geologica 5):** si tratta di terreni alluvionali che si possono distinguere in base alla composizione granulometrica in:

- **Unità 5AL:** argille limose e limi argillosi con locali intercalazioni centimetriche di limi sabbiosi e/o di sabbie fini limose;
- **Unità 5GS:** ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante;
- **Unità 5S:** sabbie e sabbie limose.

**Depositi alluvionali terrazzati (unità geologica 6) – Unità 6AL:** si tratta di argille limose e limi argillosi;

**Conglomerati di Campomarino (unità geologica 7):** Si tratta di ghiaie e ciottoli arrotondati in matrice sabbioso-limosa, a luoghi debolmente argillosa di colore marrone chiaro, da poco a moderatamente cementata, a luoghi intercalata a sabbie debolmente addensate ed argille limose giallo-verdastre. Quindi si distinguono tre diverse unità geotecniche:

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	7 DI 43

- **Unità 7GS:** conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.
- **Unità 7S:** sabbie e sabbie limose avana scuro, avana-beige e avana giallastro.
- **Unità 7AL:** argille limose e limi argillosi, di colore avana scuro e avana-beige, con intercalazioni di sabbie limose avana giallastre e grigie.

**Sabbie di Serracapriola (unità geologica 8):** sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile (**Unità 8S**): Talvolta sono presenti lenti di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati (**Unità 8GS**).

**Argille subappenniniche (unità geologica 9) – Unità 9AL:** si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, generalmente bioturbati e talora a laminazione pianoparallela, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e talvolta di sabbie fini di colore grigio e giallastro.

### 3.3 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si sintetizzano i valori dei parametri geotecnici di progetto per le unità geotecniche intercettate.

#### **Depositi alluvionali recenti - Unità 5AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 23 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40 \div 150 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$V_s = 150 \div 250 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 45 \div 125 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 90 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Depositi alluvionali recenti - Unità 5GS (Ghiaia con sabbia)**

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 33 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$V_s = 330 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

**GEOTECNICA****Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	8 DI 43

$G_o = 200$  MPa                      modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 550$  MPa                      modulo di deformazione elastico iniziale

**Depositi alluvionali recenti - Unità 5S (Sabbia, sabbia con limo)**

$\gamma = 19\div 20$  kN/m<sup>3</sup>                      peso di volume naturale

$c' = 0$  kPa                              coesione drenata

$\phi' = 28\div 33$  °                          angolo di resistenza al taglio

$V_s = 150\div 300$  m/s                      velocità delle onde di taglio

$G_o = 50\div 170$  MPa                      modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 110\div 450$  MPa                      modulo di deformazione elastico iniziale

**Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup>                      peso di volume naturale

$c' = 5\div 20$  kPa                          coesione drenata

$\phi' = 23\div 26$  °                          angolo di resistenza al taglio

$c_u = 100\div 350$  kPa                      resistenza al taglio in condizioni non drenate

$E_o = 200\div 350$  MPa                      modulo di deformazione elastico iniziale

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 19.5$  kN/m<sup>3</sup>                      peso di volume naturale

$c' = 5\div 15$  kPa                          coesione drenata

$\phi' = 24\div 26$  °                          angolo di resistenza al taglio

$c_u = 75\div 350$  kPa                      resistenza al taglio in condizioni non drenate

$V_s = 300\div 400$  m/s                      velocità delle onde di taglio

$G_o = 100\div 320$  MPa                      modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 200\div 800$  MPa                      modulo di deformazione elastico iniziale

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7S (Sabbia, sabbia limosa)**



**GEOTECNICA****Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	9 DI 43

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 33 \div 37^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$V_s = 200 \div 350 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio;
$G_o = 80 \div 240 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 200 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7GS (Ghiaia sabbiosa)**

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 37 \div 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$V_s = 250 \div 400 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio;
$G_o = 120 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 300 \div 800 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

**Sabbie di Serracapriola – Unità 8S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 34^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$V_s = 220 \div 230 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio;
$E_o = 240 \div 270 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

**Sabbie di Serracapriola – Unità 8GS (Ghiaia sabbiosa)**

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$V_s = 290 \div 400 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio;
$E_o = 400 \div 800 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	10 DI 43

**Argille subappenniniche – Unità 9AL (Argille limose)**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5\div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 24\div 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75\div 250 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$V_s = 380 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio;
$G_o = 280 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 300\div 730 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

I valori delle proprietà geotecniche indicate sono da intendersi come range di valori guida per la progettazione; resta inteso che nelle analisi geotecniche di dettaglio delle varie opere andranno calibrati sulla base delle condizioni geotecniche locali, delle specifiche situazioni locali, oltre che rapportati alla tipologia di opere ed alle ipotesi di calcolo assunte.

### 3.4 FALDA

Nel tracciato in progetto sono stati installati piezometri nelle diverse campagne d'indagine. Per la campagna del 2016, al momento della stesura del presente elaborato, si ha a disposizione una sola lettura piezometrica. Nella tabella e figure seguenti si riportano le letture piezometriche espresse in metri di profondità dal p.c. ed in quota assoluta.

Nel profilo stratigrafico longitudinale è stato rappresentato il livello di falda massimo lungo il tracciato, desunto dalle letture piezometriche a disposizione. Per definire il livello piezometrico di progetto per le varie opere si dovrà tenere conto anche del fatto che la zona è soggetta ad allagamento; quindi per il tratto da inizio tracciato fino alla fine del viadotto circa, il livello di falda di progetto per le opere definitive andrà assunto coincidente con il p.c. locale. Per il dimensionamento delle opere ed in particolare le verifiche di stabilità dei rilevati si farà riferimento all'elaborato [D7]. Dopo il viadotto Ripalta il livello della falda si approfondisce rispetto al p.c.; dal km 4+200 circa fino a fine tracciato il livello della falda si approfondisce a 10-15 m dal p.c..

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	11 DI 43

## 4 ANALISI DI STABILITA' DELLE TRINCEE

### 4.1 METODOLOGIE DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità per le scarpate definitive sono state svolte sia in condizioni statiche che sismiche.

L'esame delle condizioni di stabilità è stato condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. Per la valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità globale si è impiegato un codice di calcolo denominato PCSTASBL5M, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. Sono state cautelativamente considerate ipotesi di deformazione piana. In particolare, in questa sede si fa riferimento al metodo di Bishop che prevede superfici di scorrimento circolari nei terreni.

Nelle analisi sono state ovviamente tralasciate le superfici più corticali in quanto poco significative e per le quali non risulta idonea una analisi convenzionale all'equilibrio limite.

Il coefficiente di sicurezza FS a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}}$$

In accordo alla normativa vigente per rilevati in materiali sciolti e fronti di scavo, le analisi di stabilità vengono condotte secondo la combinazione (A2+M2+R2).

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali di seguito riportati.

$\gamma_\phi = 1.25$  coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio

$\gamma_c = 1.25$  coefficiente parziale per la coesione drenata

L'analisi viene quindi condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$\tan(\phi'_k) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$  angolo di resistenza al taglio

$c'_k = c_k / \gamma_c$  coesione drenata

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ).

Pertanto il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare  $FS \geq 1.1$ .

In accordo alla normativa vigente l'analisi sismica allo stato limite ultimo (SLU sismico) viene condotta considerando i parametri del terreno abbattuti con i coefficienti parziali precedentemente riportati ed il

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	12 DI 43

coefficiente di sicurezza dovrà risultare  $\geq 1.1$ .

#### 4.1.1 Azioni sismiche per analisi di stabilità

In generale, il metodo pseudo-statico modella l'azione sismica considerando in luogo delle azioni dinamiche azioni statiche equivalenti ovvero forze statiche orizzontali  $f_h$  e verticali  $f_v$  per unità di volume, d'intensità pari al prodotto fra il peso specifico del corpo  $\gamma$  sottoposto all'azione dinamica ed un coefficiente sismico:

$$f_h = \gamma \cdot k_h \quad \text{forza orizzontale per unità di volume}$$

$$f_v = \gamma \cdot k_v \quad \text{forza verticale per unità di volume}$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico del volume considerato.

In accordo alla normativa vigente per le analisi in esame, la componente orizzontale ( $a_h$ ) dell'accelerazione può essere legata all'accelerazione massima attraverso la seguente relazione:

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

$$k_v = \pm k_h / 2$$

dove:

$k_h$  = coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$k_v$  = coefficiente sismico in direzione verticale;

$\beta_s = 0.28$ , coefficiente di riduzione che dipende dall'accelerazione massima e dalla categoria di suolo).

Per il tracciato in esame si distingue:

- per categoria sottosuolo C:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max} / g = 0.28 \cdot 0.35 = 0.098$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.049$$

- per categoria sottosuolo D:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max} / g = 0.28 \cdot 0.38 = 0.106$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.053$$

## 4.2 SEZIONI DI CALCOLO

L'analisi di stabilità per le scarpate delle trincee è stata condotta cautelativamente per le seguenti sezioni:

- sezione con trincea di massima altezza  $H=9$  m al km 0+200 nei conglomerati di Campomarino prevalentemente incoerenti (unità 7S / unità 7GS), il livello di falda massimo da letture piezometriche è a circa 3 m sotto fondo scavo; cautelativamente l'analisi statica viene svolta con

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	13 DI 43

falda massima a fondo scavo;

- sezione con trincea provvisoria di altezza 3 m al km 5+000 nei depositi alluvionali terrazzati coesivi (unità 6AL) e con falda profonda, non interferente con gli scavi.

Le scarpate di scavo hanno pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con berma intermedia di larghezza 2 m per altezze di scavo maggiori di 6 m.

Sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

**Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7GS (Ghiaia sabbiosa)**

$\gamma_{\text{nat}} = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio

### 4.3 RISULTATI

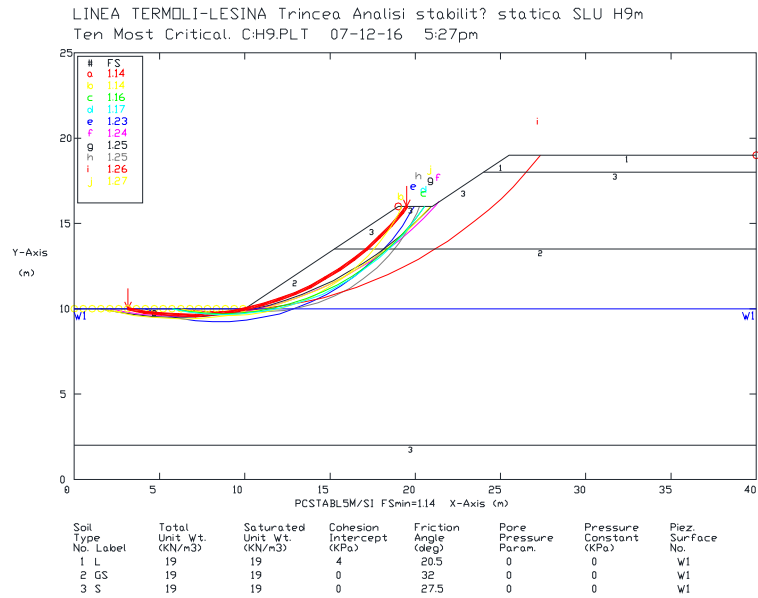
Nelle seguenti figure sono mostrati i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate sia in condizioni statiche che sismiche SLU (per l'analisi sismica è riportata la verifica con  $\pm kv$  che ha fornito il valore minimo del coefficiente di sicurezza). I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice A.

I fattori di sicurezza minimi ottenuti dalle verifiche sono sempre maggiori di quanto previsto da normativa (FS > 1.10); quindi le verifiche di stabilità sono sempre soddisfatte.

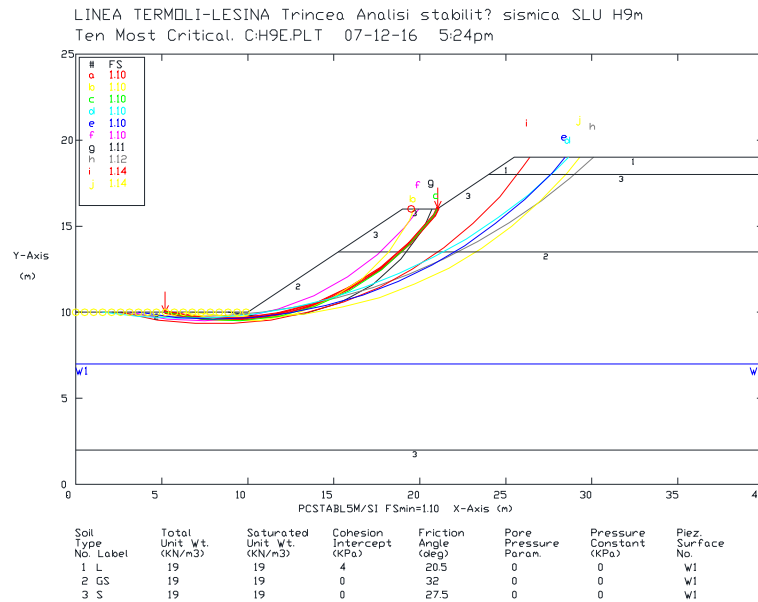
**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	14 DI 43



**Figura 1. Analisi statica SLU – trincea al km 1+900**

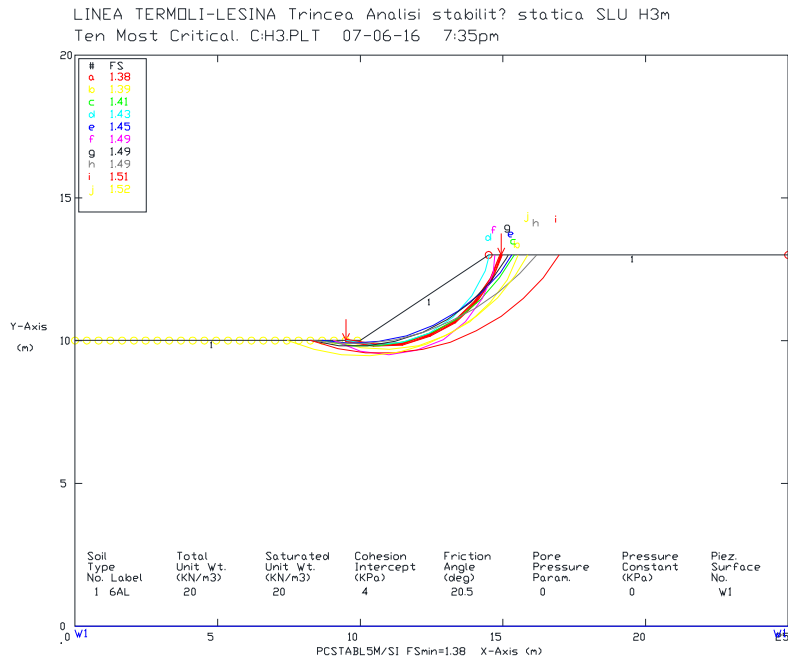


**Figura 2. Analisi sismica SLU – trincea al km 2+300**

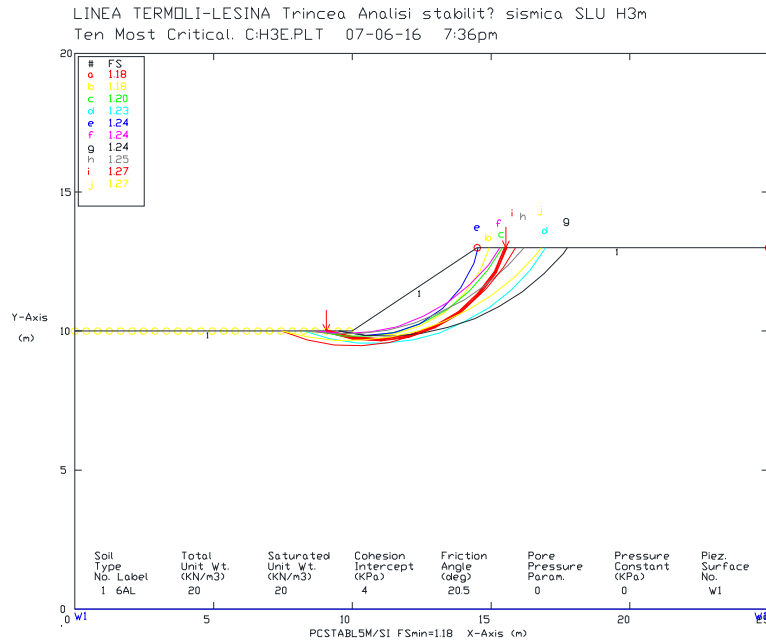
**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	15 DI 43



**Figura 3. Analisi statica SLU – trincea al km 5+000**



**Figura 4. Analisi sismica SLU – trincea al km 5+000**

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

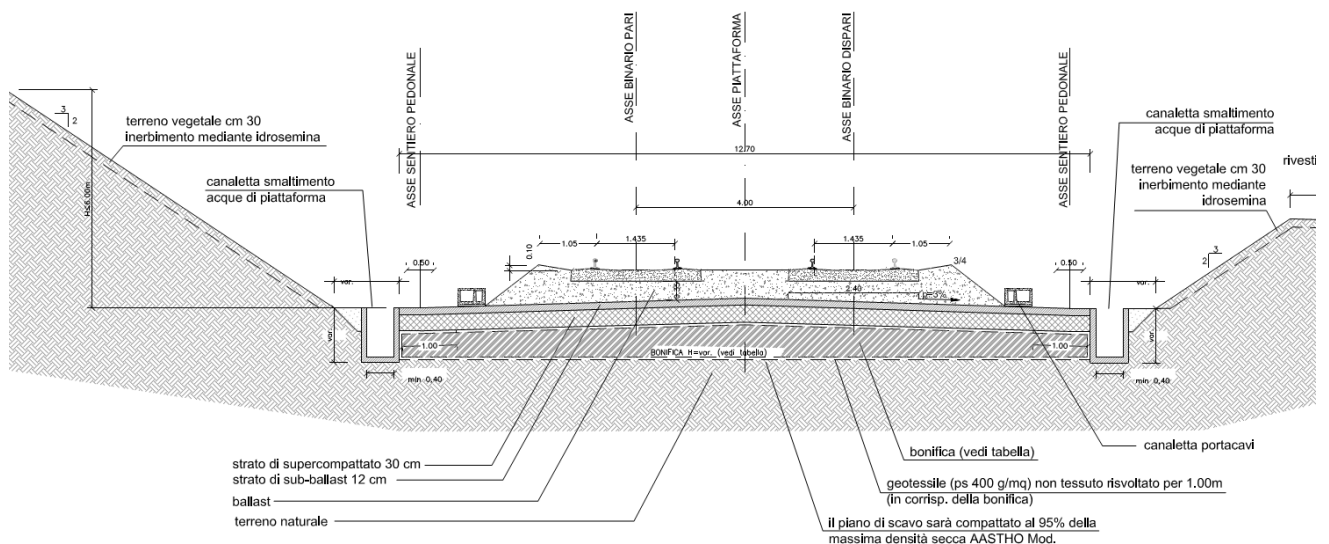
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	16 DI 43

## 5 PIANO DI POSA

Per le trincee, il terreno in situ a fondo scavo potrà essere utilizzato come piano di posa dello strato supercompattato unicamente se risulta appartenere ai gruppi A1, A3 (con coefficiente di disuniformità maggiore di 7) o A2-4 della classificazione UNI 11531-1/2014. Esso dovrà essere costipato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra con la prova di costipamento AASHTO modificata (UNI EN 13286-2). Il modulo di deformazione non dovrà essere inferiore a 40 MPa. In ogni caso, dopo la compattazione, il terreno del piano di posa dovrà avere sulla sommità dello strato supercompattato un modulo di 80 MPa misurato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.25 MPa – 0.35 MPa.

Per le trincee in esame si osserva che nel tratto dalla pk 4+464.61 alla pk 5+469.52 (WBS TR03) il terreno presente al piano di posa è coesivo argilloso limoso (unità 6AL) e quindi sicuramente non idoneo quale piano di posa. Quindi:

- dalla pk 4+464.61 alla pk 5+469.52 (WBS TR03) si prevede bonifica mediante sostituzione dei terreni al di sotto dello strato supercompattato, per uno spessore di 0.50 m. Il materiale del rinterro dovrà essere protetto con geotessile risvoltato per un metro.
- per i restanti tratti in trincea non si prevede bonifica.



**Figura 5. Sezione tipo - trincea**



**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	17 DI 43

## **6 APPENDICE A: ANALISI DI STABILITA' SCARPATE. TABULATI DI CALCOLO PCSTABL5M**

### **6.1 METODOLOGIE DI VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALI DELLE SCARPATE**

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante un programma di calcolo denominato "STABL" (R.A. Siegel 1975) in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento, di norma a sviluppo circolare.

Il programma implementa il metodo di Carter (Bishop modificato - 1971), che conduce a valori del coefficiente di sicurezza ragionevolmente cautelativi.

Le modifiche riguardano essenzialmente l'estensione del metodo di Bishop a superfici diverse da quelle circolari, in particolare il programma permette di ricercare il minimo del coefficiente di sicurezza utilizzando superfici di forma qualsiasi, di solito generate con procedimenti numerici random.

Il criterio di rottura adottato è quello classico di Mohr-Coulomb.

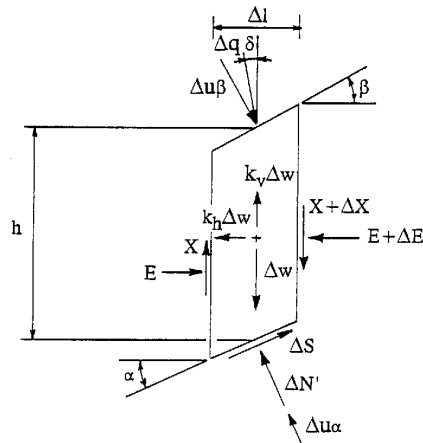
Il valore che si ottiene del coefficiente di sicurezza rappresenta il rapporto fra la resistenza totale al taglio disponibile lungo la superficie di rottura e la forza totale di taglio mobilizzata lungo la stessa superficie.

Il metodo opera nell'ipotesi di stato piano di deformazione. Si può ragionevolmente ritenere che i fattori di sicurezza reali siano maggiori di quelli teorici valutati, tenuto conto dell'effetto tridimensionale. Nella figura seguente si riportano le forze che determinano l'equilibrio del concio elementare.

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	18 DI 43



ove:

- $h$  = altezza media del concio
- $\Delta l$  = larghezza del concio
- $\alpha, \beta$  = inclinazione delle superfici inferiore e superiore rispetto all'orizzontale
- $\Delta q$  = risultante dei carichi distribuiti sulla superficie inclinati di un angolo qualsiasi  $\delta$  rispetto alla verticale
- $\Delta u_\alpha, \Delta u_\beta$  = risultanti della pressione neutra sulle facce inferiore e superiore
- $\Delta w$  = peso totale del concio
- $X$  = azione di taglio verticale tra i concio
- $\Delta X$  = incremento dell'azione tagliante verticale
- $E$  = forza orizzontale agente sulla superficie verticale del concio
- $\Delta E$  = incremento della forza orizzontale
- $k_h, k_v$  = coefficienti moltiplicatori del peso  $\Delta w$  per tener conto di eventuali sollecitazioni sismiche orizzontali e verticali
- $S$  = risultante delle azioni tangenziali agenti alla base del concio
- $N'$  = sforzo normale agente alla base

**Programma STABL - Forze agenti sul concio di terreno**



LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	19 DI 43

**6.2 TRINCEA H=9 M - ANALISI STATICA SLU**

\*\* PCSTABL5M \*\*

by  
 Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--  
 Simplified Janbu, Simplified Bishop  
 or Spencer`s Method of Slices

Run Date: 07-12-16  
 Time of Run: 5:27pm  
 Run By:  
 Input Data Filename: C:H9.SI  
 Output Filename: C:H9.OUT  
 Unit: SI  
 Plotted Output Filename: C:H9.PLT

PROBLEM DESCRIPTION LINEA TERMOLI-LESINA Trincea  
 Analisi stabilit... statica SLU H9m

BOUNDARY COORDINATES

7 Top Boundaries  
 10 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (m)	Y-Left (m)	X-Right (m)	Y-Right (m)	Soil Type Below Bnd
1	.00	10.00	10.00	10.00	2
2	10.00	10.00	15.25	13.50	2
3	15.25	13.50	19.00	16.00	3
4	19.00	16.00	21.00	16.00	3
5	21.00	16.00	24.00	18.00	3
6	24.00	18.00	25.50	19.00	1
7	25.50	19.00	40.00	19.00	1
8	24.00	18.00	40.00	18.00	3
9	15.25	13.50	40.00	13.50	2
10	.00	2.00	40.00	2.00	3

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	19.0	19.0	4.0	20.5	.00	.0	1
2	19.0	19.0	.0	32.0	.00	.0	1
3	19.0	19.0	.0	27.5	.00	.0	1

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 10.00

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points



LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	20 DI 43

Point No.	X-Water (m)	Y-Water (m)
1	.00	10.00
2	40.00	10.00

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

400 Trial Surfaces Have Been Generated.

20 Surfaces Initiate From Each Of 20 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 m and X = 9.90 m

Each Surface Terminates Between X = 19.00 m and X = 40.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 m

1.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

\* \* Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method \* \*

Failure Surface Specified By 20 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	3.13	10.00
2	4.11	9.81
3	5.10	9.69
4	6.10	9.63
5	7.10	9.62
6	8.10	9.68
7	9.09	9.81
8	10.07	9.99
9	11.04	10.23
10	12.00	10.53
11	12.93	10.90
12	13.84	11.31
13	14.72	11.79
14	15.57	12.31
15	16.39	12.89
16	17.16	13.52
17	17.90	14.19
18	18.60	14.91
19	19.25	15.67
20	19.50	16.00

Circle Center At X = 6.6 ; Y = 25.8 and Radius, 16.2

\*\*\* 1.139 \*\*\*

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	21 DI 43

Individual data on the 24 slices

Slice No.	Width (m)	Weight (N)	Water Force		Tie Force		Earthquake Force		Surcharge Load (N)
			Top (N)	Bot (N)	Norm (N)	Tan (N)	Hor (N)	Ver (N)	
1	1.0	528.4	.0	283.0	.0	.0	.0	.0	.0
2	1.0	1425.4	.0	756.1	.0	.0	.0	.0	.0
3	1.0	1976.9	.0	1042.6	.0	.0	.0	.0	.0
4	1.0	2168.4	.0	1141.3	.0	.0	.0	.0	.0
5	1.0	1994.9	.0	1051.9	.0	.0	.0	.0	.0
6	1.0	1460.9	.0	774.7	.0	.0	.0	.0	.0
7	.9	573.1	.0	306.8	.0	.0	.0	.0	.0
8	.1	17.7	.0	3.9	.0	.0	.0	.0	.0
9	.0	16.7	.0	.7	.0	.0	.0	.0	.0
10	.9	1450.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11	1.0	3474.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12	.9	5003.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13	.9	6056.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14	.9	6645.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15	.5	4221.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16	.3	2572.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
17	.8	6537.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
18	.8	5760.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
19	.0	159.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
20	.7	4995.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
21	.7	3826.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
22	.4	1677.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
23	.2	684.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
24	.2	238.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

Failure Surface Specified By 17 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	6.25	10.00
2	7.23	9.79
3	8.22	9.66
4	9.22	9.62
5	10.22	9.67
6	11.21	9.82
7	12.18	10.05
8	13.13	10.36
9	14.05	10.76
10	14.92	11.24
11	15.76	11.80
12	16.53	12.43
13	17.25	13.12
14	17.90	13.88
15	18.49	14.70
16	18.99	15.56
17	19.20	16.00

Circle Center At X = 9.1 ; Y = 20.8 and Radius, 11.2

\*\*\* 1.141 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 18 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	5.73	10.00
2	6.72	9.84
3	7.71	9.74
4	8.71	9.71
5	9.71	9.75
6	10.71	9.86

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	22 DI 43

7	11.69	10.04
8	12.66	10.29
9	13.61	10.60
10	14.54	10.98
11	15.43	11.42
12	16.30	11.92
13	17.13	12.48
14	17.92	13.09
15	18.66	13.76
16	19.36	14.48
17	20.00	15.24
18	20.56	16.00

Circle Center At X = 8.6 ; Y = 24.2 and Radius, 14.5

\*\*\* 1.160 \*\*\*

Failure Surface Specified By 18 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	5.73	10.00
2	6.71	9.81
3	7.71	9.70
4	8.71	9.65
5	9.71	9.68
6	10.70	9.78
7	11.69	9.95
8	12.66	10.19
9	13.61	10.50
10	14.54	10.87
11	15.43	11.32
12	16.30	11.82
13	17.12	12.38
14	17.91	13.01
15	18.64	13.68
16	19.33	14.41
17	19.96	15.18
18	20.54	16.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 23.6 and Radius, 14.0

\*\*\* 1.172 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 20 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	4.17	10.00
2	5.12	9.70
3	6.10	9.47
4	7.09	9.32
5	8.08	9.25
6	9.08	9.25
7	10.08	9.33
8	11.07	9.49
9	12.04	9.72
10	12.99	10.03
11	13.92	10.40
12	14.81	10.85
13	15.67	11.37
14	16.48	11.95
15	17.25	12.59
16	17.97	13.29
17	18.63	14.04



LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	23 DI 43

18	19.23	14.84
19	19.77	15.68
20	19.94	16.00

Circle Center At X = 8.5 ; Y = 22.2 and Radius, 13.0

\*\*\* 1.227 \*\*\*

Failure Surface Specified By 23 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	2.08	10.00
2	3.07	9.81
3	4.06	9.67
4	5.05	9.58
5	6.05	9.53
6	7.05	9.54
7	8.05	9.60
8	9.04	9.71
9	10.03	9.86
10	11.01	10.07
11	11.98	10.32
12	12.93	10.62
13	13.87	10.97
14	14.79	11.36
15	15.69	11.80
16	16.56	12.29
17	17.41	12.82
18	18.23	13.38
19	19.03	13.99
20	19.79	14.64
21	20.52	15.32
22	21.21	16.04
23	21.41	16.28

Circle Center At X = 6.4 ; Y = 29.6 and Radius, 20.1

\*\*\* 1.242 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 23 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	1.56	10.00
2	2.54	9.80
3	3.53	9.65
4	4.53	9.55
5	5.53	9.50
6	6.53	9.50
7	7.52	9.54
8	8.52	9.64
9	9.51	9.79
10	10.49	9.98
11	11.46	10.22
12	12.42	10.51
13	13.36	10.85
14	14.28	11.23
15	15.19	11.66
16	16.07	12.13
17	16.92	12.65
18	17.75	13.21
19	18.56	13.80
20	19.33	14.44
21	20.07	15.11



LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	24 DI 43

22 20.77 15.82  
23 20.93 16.00

Circle Center At X = 6.1 ; Y = 29.7 and Radius, 20.2

\*\*\* 1.247 \*\*\*

Failure Surface Specified By 15 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.38	10.00
2	10.37	9.87
3	11.37	9.84
4	12.37	9.92
5	13.35	10.09
6	14.31	10.37
7	15.24	10.74
8	16.13	11.20
9	16.96	11.75
10	17.74	12.38
11	18.44	13.09
12	19.07	13.87
13	19.62	14.71
14	20.08	15.59
15	20.24	16.00

Circle Center At X = 11.1 ; Y = 19.7 and Radius, 9.8

\*\*\* 1.248 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 26 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	5.73	10.00
2	6.73	9.91
3	7.73	9.86
4	8.73	9.85
5	9.73	9.89
6	10.72	9.96
7	11.72	10.08
8	12.70	10.24
9	13.68	10.43
10	14.66	10.67
11	15.62	10.95
12	16.56	11.27
13	17.50	11.63
14	18.42	12.02
15	19.32	12.45
16	20.20	12.92
17	21.06	13.43
18	21.91	13.97
19	22.72	14.54
20	23.52	15.15
21	24.29	15.79
22	25.03	16.46
23	25.74	17.17
24	26.42	17.90
25	27.07	18.65
26	27.35	19.00

Circle Center At X = 8.4 ; Y = 34.0 and Radius, 24.2





LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	25 DI 43

\*\*\* 1.260 \*\*\*

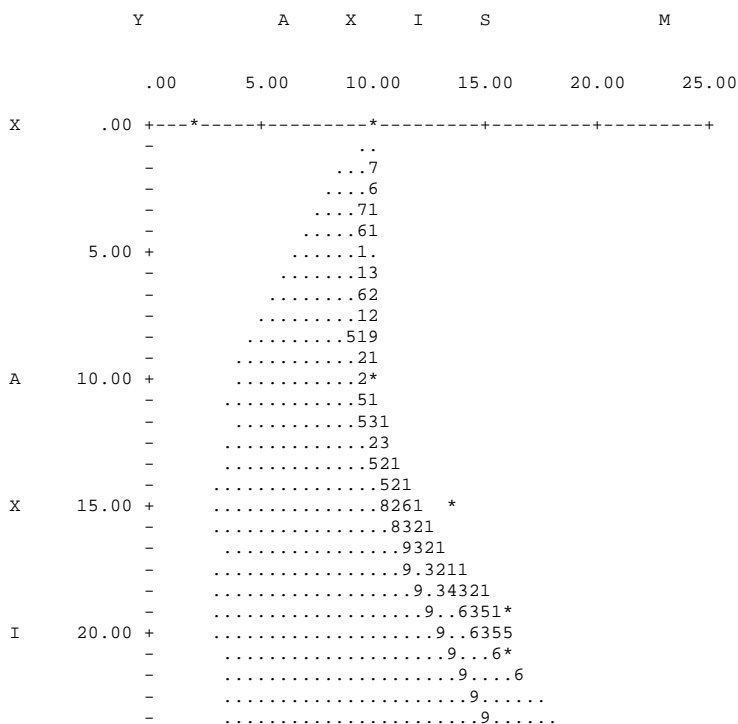
Failure Surface Specified By 23 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	1.56	10.00
2	2.54	9.78
3	3.52	9.61
4	4.52	9.49
5	5.52	9.43
6	6.52	9.41
7	7.51	9.45
8	8.51	9.54
9	9.50	9.67
10	10.48	9.86
11	11.45	10.10
12	12.41	10.39
13	13.35	10.73
14	14.28	11.11
15	15.18	11.55
16	16.06	12.02
17	16.91	12.55
18	17.73	13.11
19	18.53	13.72
20	19.29	14.37
21	20.02	15.05
22	20.71	15.78
23	20.90	16.00

Circle Center At X = 6.3 ; Y = 28.9 and Radius, 19.5

\*\*\* 1.267 \*\*\*

1



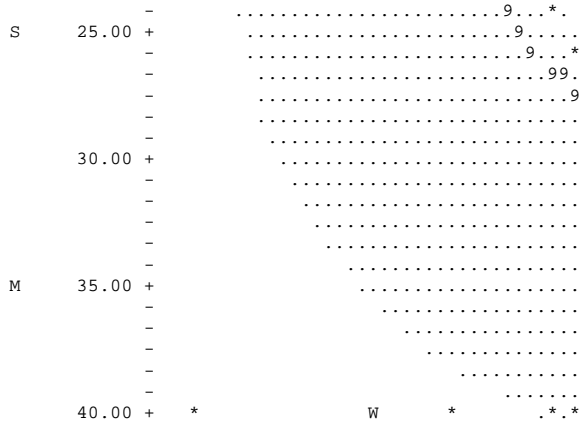


LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	26 DI 43



**6.3 TRINCEA H=9 M - ANALISI SISMICA SLU**

\*\* PCSTABL5M \*\*

by  
 Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--  
 Simplified Janbu, Simplified Bishop  
 or Spencer`s Method of Slices

Run Date: 07-12-16  
 Time of Run: 5:24pm  
 Run By:  
 Input Data Filename: C:H9E.SI  
 Output Filename: C:H9E.OUT  
 Unit: SI  
 Plotted Output Filename: C:H9E.PLT

PROBLEM DESCRIPTION LINEA TERMOLI-LESINA Trincea  
 Analisi stabilit... sismica SLU H9m

BOUNDARY COORDINATES

7 Top Boundaries  
 10 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (m)	Y-Left (m)	X-Right (m)	Y-Right (m)	Soil Type Below Bnd
1	.00	10.00	10.00	10.00	2
2	10.00	10.00	15.25	13.50	2
3	15.25	13.50	19.00	16.00	3
4	19.00	16.00	21.00	16.00	3
5	21.00	16.00	24.00	18.00	3
6	24.00	18.00	25.50	19.00	1
7	25.50	19.00	40.00	19.00	1
8	24.00	18.00	40.00	18.00	3
9	15.25	13.50	40.00	13.50	2
10	.00	2.00	40.00	2.00	3

1



**LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina**

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	27 DI 43

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	19.0	19.0	4.0	20.5	.00	.0	1
2	19.0	19.0	.0	32.0	.00	.0	1
3	19.0	19.0	.0	27.5	.00	.0	1

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 10.00

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (m)	Y-Water (m)
1	.00	7.00
2	40.00	7.00

A Horizontal Earthquake Loading Coefficient Of .098 Has Been Assigned

A Vertical Earthquake Loading Coefficient Of -.049 Has Been Assigned

Cavitation Pressure = .0 (KPa)

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

400 Trial Surfaces Have Been Generated.

20 Surfaces Initiate From Each Of 20 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 m and X = 9.90 m

Each Surface Terminates Between X = 19.50 m and X = 40.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 m

2.20 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

\* \* Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method \* \*

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	28 DI 43

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	5.21	10.00
2	7.38	9.64
3	9.58	9.60
4	11.76	9.88
5	13.88	10.47
6	15.89	11.38
7	17.74	12.56
8	19.40	14.00
9	20.83	15.67
10	21.07	16.05

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 24.5 and Radius, 14.9

\*\*\* 1.102 \*\*\*

Individual data on the 14 slices

Slice No.	Width (m)	Weight (N)	Water Force		Tie Force		Earthquake Force		Surcharge Load (N)
			Top (N)	Bot (N)	Norm (N)	Tan (N)	Hor (N)	Ver (N)	
1	2.2	2276.9	.0	.0	.0	.0	223.1	-111.6	.0
2	2.2	4877.9	.0	.0	.0	.0	478.0	-239.0	.0
3	.4	915.1	.0	.0	.0	.0	89.7	-44.8	.0
4	1.8	8402.2	.0	.0	.0	.0	823.4	-411.7	.0
5	2.1	20899.9	.0	.0	.0	.0	2048.2	-1024.1	.0
6	1.4	17943.8	.0	.0	.0	.0	1758.5	-879.2	.0
7	.6	9147.3	.0	.0	.0	.0	896.4	-448.2	.0
8	1.9	27650.1	.0	.0	.0	.0	2709.7	-1354.9	.0
9	1.1	15625.2	.0	.0	.0	.0	1531.3	-765.6	.0
10	.2	2413.0	.0	.0	.0	.0	236.5	-118.2	.0
11	.4	5054.9	.0	.0	.0	.0	495.4	-247.7	.0
12	1.4	9642.4	.0	.0	.0	.0	945.0	-472.5	.0
13	.2	188.4	.0	.0	.0	.0	18.5	-9.2	.0
14	.1	12.8	.0	.0	.0	.0	1.3	-.6	.0

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	6.25	10.00
2	8.40	9.53
3	10.60	9.49
4	12.76	9.90
5	14.80	10.73
6	16.63	11.94
7	18.19	13.50
8	19.40	15.34
9	19.66	16.00

Circle Center At X = 9.7 ; Y = 20.4 and Radius, 11.0

\*\*\* 1.103 \*\*\*

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
-----------	------------	------------

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	29 DI 43

1	5.21	10.00
2	7.37	9.59
3	9.57	9.51
4	11.76	9.77
5	13.88	10.36
6	15.88	11.26
7	17.73	12.45
8	19.37	13.92
9	20.78	15.61
10	21.02	16.01

Circle Center At X = 9.0 ; Y = 23.9 and Radius, 14.4

\*\*\* 1.103 \*\*\*

Failure Surface Specified By 15 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	1.56	10.00
2	3.75	9.75
3	5.95	9.64
4	8.15	9.70
5	10.34	9.90
6	12.51	10.26
7	14.65	10.77
8	16.75	11.43
9	18.79	12.24
10	20.78	13.18
11	22.69	14.26
12	24.53	15.48
13	26.28	16.82
14	27.92	18.27
15	28.64	19.00

Circle Center At X = 6.3 ; Y = 41.1 and Radius, 31.4

\*\*\* 1.103 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	3.65	10.00
2	5.83	9.72
3	8.03	9.62
4	10.23	9.71
5	12.41	9.97
6	14.57	10.41
7	16.68	11.02
8	18.73	11.81
9	20.72	12.76
10	22.62	13.87
11	24.42	15.14
12	26.11	16.54
13	27.68	18.08
14	28.47	19.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 36.4 and Radius, 26.7

\*\*\* 1.104 \*\*\*

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	30 DI 43

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	3.13	10.00
2	5.29	9.59
3	7.49	9.48
4	9.68	9.68
5	11.82	10.18
6	13.87	10.97
7	15.80	12.03
8	17.56	13.35
9	19.12	14.90
10	19.96	16.00

Circle Center At X = 7.2 ; Y = 25.3 and Radius, 15.8

\*\*\* 1.105 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.86	10.00
2	11.04	9.71
3	13.23	9.90
4	15.33	10.55
5	17.25	11.62
6	18.90	13.08
7	20.20	14.86
8	20.70	16.00

Circle Center At X = 11.3 ; Y = 19.9 and Radius, 10.2

\*\*\* 1.105 \*\*\*

Failure Surface Specified By 15 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	2.08	10.00
2	4.27	9.79
3	6.47	9.73
4	8.67	9.80
5	10.86	10.01
6	13.03	10.36
7	15.18	10.84
8	17.29	11.46
9	19.36	12.21
10	21.38	13.09
11	23.33	14.09
12	25.22	15.22
13	27.04	16.46
14	28.77	17.82
15	30.10	19.00

Circle Center At X = 6.4 ; Y = 44.6 and Radius, 34.9

\*\*\* 1.122 \*\*\*



LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	31 DI 43

1

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	2.61	10.00
2	4.76	9.56
3	6.95	9.34
4	9.15	9.33
5	11.34	9.55
6	13.50	9.98
7	15.60	10.62
8	17.63	11.47
9	19.57	12.51
10	21.39	13.74
11	23.08	15.15
12	24.63	16.72
13	26.01	18.43
14	26.38	19.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 31.4 and Radius, 22.1

\*\*\* 1.141 \*\*\*

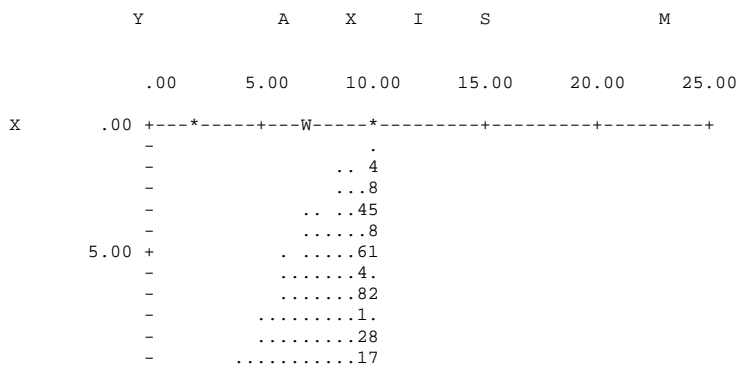
Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	6.77	10.00
2	8.96	9.77
3	11.16	9.74
4	13.35	9.92
5	15.52	10.29
6	17.65	10.86
7	19.71	11.63
8	21.70	12.57
9	23.58	13.70
10	25.36	15.00
11	27.02	16.45
12	28.53	18.05
13	29.28	19.00

Circle Center At X = 10.4 ; Y = 33.7 and Radius, 24.0

\*\*\* 1.144 \*\*\*

1





LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	32 DI 43

```

A  10.00 + .....5*
      - .....28
      - .....91
      - .....24
      - .....78
      - .....16
X  15.00 + .....24. *
      - .....9 16
      - .....542.
      - .....07.1 6
      - .....5..2.
      - .....497 1 62*
I  20.00 + .....0.....7.2
      - .....4.....1*
      - .....089.....
      - .....54.....
      - .....08.9.....
      - .....54.....*
S  25.00 + .....8 .9. .
      - .....5..9*
      - .....84..9
      - .....5 .
      - .....044
      - .....8.0
30.00 + .....8
      - .....
      - .....
      - .....
M  35.00 + .....
      - .....
      - .....
      - .....
      - .....
40.00 + *      W      *      .*. *
  
```

**6.4 TRINCEA H=3 M - ANALISI STATICA SLU**

\*\* PCSTABL5M \*\*

by  
 Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--  
 Simplified Janbu, Simplified Bishop  
 or Spencer`s Method of Slices

Run Date: 07-06-16  
 Time of Run: 7:35pm  
 Run By:  
 Input Data Filename: C:H3.SI  
 Output Filename: C:H3.OUT  
 Unit: SI  
 Plotted Output Filename: C:H3.PLT

PROBLEM DESCRIPTION LINEA TERMOLI-LESINA Trincea  
 Analisi stabilit... statica SLU H3m

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries  
 3 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (m)	Y-Left (m)	X-Right (m)	Y-Right (m)	Soil Type Below Bnd
--------------	------------	------------	-------------	-------------	---------------------





**LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina**

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	33 DI 43

1	.00	10.00	10.00	10.00	1
2	10.00	10.00	14.50	13.00	1
3	14.50	13.00	25.00	13.00	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	20.0	20.0	4.0	20.5	.00	.0	1

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 10.00

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (m)	Y-Water (m)
1	.00	.00
2	25.00	.00

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

625 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 m and X = 9.90 m

Each Surface Terminates Between X = 14.50 m and X = 25.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 m

1.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

\* \* Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method \* \*

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
-----------	------------	------------



**LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina**

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	34 DI 43

1	9.49	10.00
2	10.47	9.83
3	11.47	9.89
4	12.43	10.17
5	13.30	10.66
6	14.04	11.34
7	14.60	12.17
8	14.93	13.00

Circle Center At X = 10.7 ; Y = 14.2 and Radius, 4.4

\*\*\* 1.377 \*\*\*

Individual data on the 9 slices

Slice No.	Width (m)	Weight (N)	Water Force		Tie Force		Earthquake Force		Surcharge Load (N)
			Top (N)	Bot (N)	Norm (N)	Tan (N)	Hor (N)	Ver (N)	
1	.5	137.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2	.5	825.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
3	1.0	4794.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
4	1.0	7423.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
5	.9	7915.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
6	.7	6478.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7	.5	3287.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8	.1	563.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9	.3	824.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.08	10.00
2	10.04	9.74
3	11.04	9.67
4	12.03	9.81
5	12.97	10.14
6	13.83	10.66
7	14.57	11.33
8	15.15	12.14
9	15.54	13.00

Circle Center At X = 10.9 ; Y = 14.6 and Radius, 5.0

\*\*\* 1.391 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.66	10.00
2	9.65	9.82
3	10.65	9.82
4	11.63	9.98
5	12.58	10.31
6	13.45	10.79
7	14.23	11.42
8	14.89	12.17
9	15.39	13.00

Circle Center At X = 10.2 ; Y = 15.6 and Radius, 5.8

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	35 DI 43

\*\*\* 1.413 \*\*\*

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.49	10.00
2	10.47	9.84
3	11.47	9.93
4	12.41	10.26
5	13.25	10.81
6	13.92	11.55
7	14.39	12.44
8	14.52	13.00

Circle Center At X = 10.6 ; Y = 13.8 and Radius, 4.0

\*\*\* 1.432 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.66	10.00
2	9.66	9.90
3	10.66	9.96
4	11.63	10.17
5	12.57	10.52
6	13.44	11.02
7	14.22	11.64
8	14.90	12.38
9	15.31	13.00

Circle Center At X = 9.8 ; Y = 16.4 and Radius, 6.5

\*\*\* 1.452 \*\*\*

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.08	10.00
2	10.00	9.62
3	10.99	9.50
4	11.98	9.64
5	12.90	10.04
6	13.69	10.66
7	14.28	11.46
8	14.65	12.39
9	14.72	13.00

Circle Center At X = 11.0 ; Y = 13.3 and Radius, 3.8

\*\*\* 1.486 \*\*\*

1

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	36 DI 43

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.25	10.00
2	9.24	9.83
3	10.23	9.82
4	11.22	9.97
5	12.17	10.28
6	13.06	10.74
7	13.86	11.34
8	14.56	12.06
9	15.12	12.88
10	15.18	13.00

Circle Center At X = 9.8 ; Y = 15.9 and Radius, 6.1

\*\*\* 1.490 \*\*\*

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.25	10.00
2	9.24	9.90
3	10.24	9.91
4	11.24	10.04
5	12.21	10.29
6	13.14	10.65
7	14.02	11.11
8	14.85	11.68
9	15.60	12.34
10	16.20	13.00

Circle Center At X = 9.6 ; Y = 18.4 and Radius, 8.5

\*\*\* 1.493 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.25	10.00
2	9.21	9.72
3	10.20	9.57
4	11.20	9.56
5	12.19	9.68
6	13.16	9.94
7	14.08	10.33
8	14.94	10.84
9	15.72	11.47
10	16.41	12.19
11	16.98	13.00

Circle Center At X = 10.8 ; Y = 16.8 and Radius, 7.3

\*\*\* 1.508 \*\*\*



LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	37 DI 43

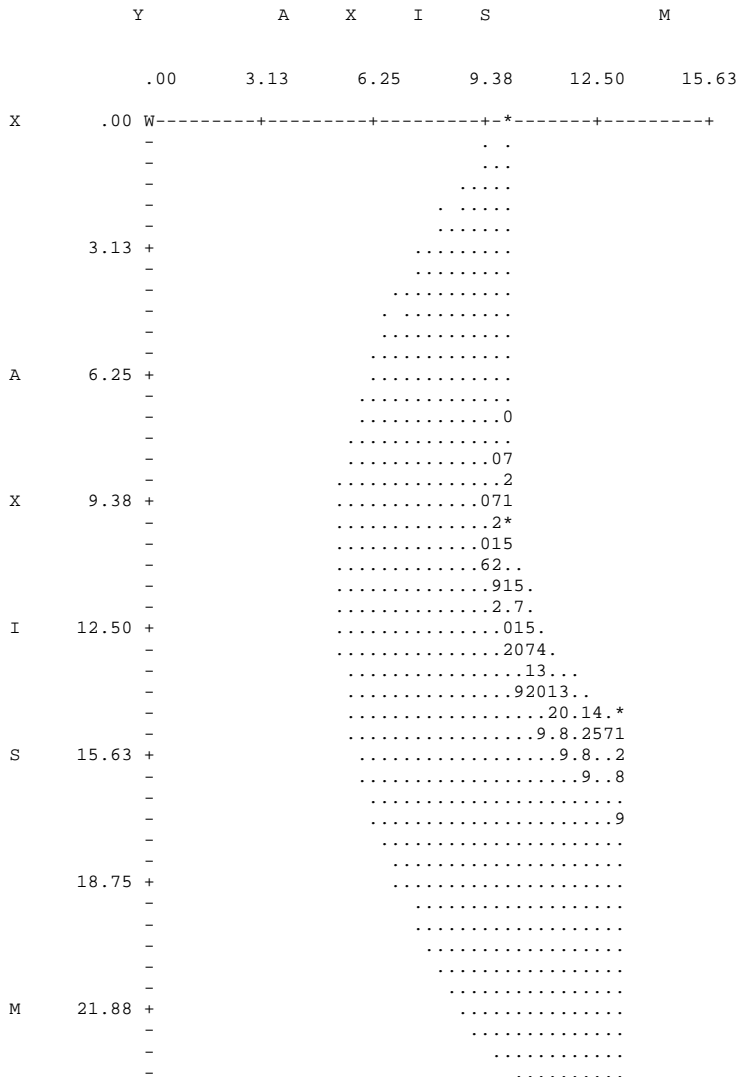
Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	7.43	10.00
2	8.37	9.68
3	9.36	9.50
4	10.36	9.48
5	11.35	9.60
6	12.31	9.88
7	13.22	10.29
8	14.06	10.84
9	14.80	11.51
10	15.43	12.28
11	15.86	13.00

Circle Center At X = 10.0 ; Y = 16.1 and Radius, 6.6

\*\*\* 1.524 \*\*\*

1





LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

**GEOTECNICA**

**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	38 DI 43

-  
 - .....  
 25.00 W .....  
 \*

**6.5 TRINCEA H=3 M - ANALISI SISMICA SLU**

\*\* PCSTABL5M \*\*

by  
 Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--  
 Simplified Janbu, Simplified Bishop  
 or Spencer`s Method of Slices

Run Date: 07-06-16  
 Time of Run: 7:36pm  
 Run By:  
 Input Data Filename: C:H3E.SI  
 Output Filename: C:H3E.OUT  
 Unit: SI  
 Plotted Output Filename: C:H3E.PLT

PROBLEM DESCRIPTION LINEA TERMOLI-LESINA Trincea  
 Analisi stabilit... sismica SLU H3m

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries  
 3 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (m)	Y-Left (m)	X-Right (m)	Y-Right (m)	Soil Type Below Bnd
1	.00	10.00	10.00	10.00	1
2	10.00	10.00	14.50	13.00	1
3	14.50	13.00	25.00	13.00	1

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	20.0	20.0	4.0	20.5	.00	.0	1

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 10.00

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point X-Water Y-Water



LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	39 DI 43

No.	(m)	(m)
1	.00	.00
2	25.00	.00

A Horizontal Earthquake Loading Coefficient  
Of .098 Has Been Assigned

A Vertical Earthquake Loading Coefficient  
Of .049 Has Been Assigned

Cavitation Pressure = .0 (KPa)

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random  
Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

625 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced  
Along The Ground Surface Between X = .00 m  
and X = 9.90 m

Each Surface Terminates Between X = 14.50 m  
and X = 25.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation  
At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 m

1.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial  
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical  
First.

\* \* Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method \* \*

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.08	10.00
2	10.04	9.74
3	11.04	9.67
4	12.03	9.81
5	12.97	10.14
6	13.83	10.66
7	14.57	11.33
8	15.15	12.14
9	15.54	13.00

Circle Center At X = 10.9 ; Y = 14.6 and Radius, 5.0

\*\*\* 1.179 \*\*\*

Individual data on the 10 slices

**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	40 DI 43

Slice No.	Width (m)	Weight (N)	Water Force	Water Force	Tie Force	Tie Force	Earthquake Force Surcharge		
			Top (N)	Bot (N)	Norm (N)	Tan (N)	Hor (N)	Ver (N)	Load (N)
1	.9	710.5	.0	.0	.0	.0	69.6	34.8	.0
2	.0	66.0	.0	.0	.0	.0	6.5	3.2	.0
3	1.0	3981.0	.0	.0	.0	.0	390.1	195.1	.0
4	1.0	7736.8	.0	.0	.0	.0	758.2	379.1	.0
5	.9	9725.6	.0	.0	.0	.0	953.1	476.6	.0
6	.9	9769.3	.0	.0	.0	.0	957.4	478.7	.0
7	.7	7414.2	.0	.0	.0	.0	726.6	363.3	.0
8	.1	691.9	.0	.0	.0	.0	67.8	33.9	.0
9	.6	4525.6	.0	.0	.0	.0	443.5	221.8	.0
10	.4	1022.2	.0	.0	.0	.0	100.2	50.1	.0

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.49	10.00
2	10.47	9.83
3	11.47	9.89
4	12.43	10.17
5	13.30	10.66
6	14.04	11.34
7	14.60	12.17
8	14.93	13.00

Circle Center At X = 10.7 ; Y = 14.2 and Radius, 4.4

\*\*\* 1.182 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.66	10.00
2	9.65	9.82
3	10.65	9.82
4	11.63	9.98
5	12.58	10.31
6	13.45	10.79
7	14.23	11.42
8	14.89	12.17
9	15.39	13.00

Circle Center At X = 10.2 ; Y = 15.6 and Radius, 5.8

\*\*\* 1.203 \*\*\*

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.25	10.00
2	9.21	9.72
3	10.20	9.57
4	11.20	9.56
5	12.19	9.68
6	13.16	9.94
7	14.08	10.33
8	14.94	10.84
9	15.72	11.47



**GEOTECNICA**
**Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	41 DI 43

10	16.41	12.19
11	16.98	13.00

Circle Center At X = 10.8 ; Y = 16.8 and Radius, 7.3

\*\*\* 1.229 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.49	10.00
2	10.47	9.84
3	11.47	9.93
4	12.41	10.26
5	13.25	10.81
6	13.92	11.55
7	14.39	12.44
8	14.52	13.00

Circle Center At X = 10.6 ; Y = 13.8 and Radius, 4.0

\*\*\* 1.235 \*\*\*

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.66	10.00
2	9.66	9.90
3	10.66	9.96
4	11.63	10.17
5	12.57	10.52
6	13.44	11.02
7	14.22	11.64
8	14.90	12.38
9	15.31	13.00

Circle Center At X = 9.8 ; Y = 16.4 and Radius, 6.5

\*\*\* 1.242 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	9.49	10.00
2	10.48	9.85
3	11.48	9.81
4	12.47	9.90
5	13.45	10.11
6	14.39	10.44
7	15.29	10.87
8	16.13	11.42
9	16.90	12.06
10	17.59	12.79
11	17.74	13.00



LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	42 DI 43

Circle Center At X = 11.2 ; Y = 18.1 and Radius, 8.3

\*\*\* 1.243 \*\*\*

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	8.25	10.00
2	9.24	9.90
3	10.24	9.91
4	11.24	10.04
5	12.21	10.29
6	13.14	10.65
7	14.02	11.11
8	14.85	11.68
9	15.60	12.34
10	16.20	13.00

Circle Center At X = 9.6 ; Y = 18.4 and Radius, 8.5

\*\*\* 1.247 \*\*\*

1

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	7.43	10.00
2	8.37	9.68
3	9.36	9.50
4	10.36	9.48
5	11.35	9.60
6	12.31	9.88
7	13.22	10.29
8	14.06	10.84
9	14.80	11.51
10	15.43	12.28
11	15.86	13.00

Circle Center At X = 10.0 ; Y = 16.1 and Radius, 6.6

\*\*\* 1.266 \*\*\*

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (m)	Y-Surf (m)
1	7.43	10.00
2	8.40	9.78
3	9.39	9.67
4	10.39	9.67
5	11.39	9.79
6	12.36	10.01
7	13.31	10.35
8	14.21	10.78
9	15.05	11.32
10	15.83	11.94
11	16.54	12.65
12	16.81	13.00



LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTO 1: Ripalta - Lesina

GEOTECNICA

Trincee ferroviarie - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 CL GE00050002	A	43 DI 43

Circle Center At X = 9.9 ; Y = 18.5 and Radius, 8.9

\*\*\* 1.269 \*\*\*

1

