

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4B)

GEOTECNICA

RELAZIONE DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

SCALA:

-

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

RS3V 40 D 29 RH GE0005 008 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Dicembre 2019	M. Arcangeli	Dicembre 2019	F.Sparacino	Dicembre 2019	F. Arduini Dicembre 2019
								ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Eraldo Arduini Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 19902 del 24/11/1992

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO.....	6
3	CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA.....	7
3.1	DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE.....	7
3.2	SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	8
3.3	FALDA	12
4	ANALISI DI STABILITA'	13
4.1	PREMESSA	13
4.2	METODOLOGIE DI CALCOLO.....	13
4.2.1	<i>Carichi</i>	14
4.3	SEZIONI DI CALCOLO	14
4.4	RISULTATI.....	15
5	APPENDICE A: ANALISI DI STABILITA' SCARPATE. TABULATI DI CALCOLO SLIDE 7.....	17
5.1	SCARPATA DI SCAVO PROVVISORIALE GA01 – ANALISI STATICA.....	17
5.2	SCARPATA DI SCAVO PROVVISORIALE H6M – ANALISI STATICA.....	25



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	4 di 33

1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti e le verifiche geotecniche relative delle scarpate di scavo provvisoria nell'ambito del Progetto Definitivo lotto 4b della tratta denominata Nuova Enna - Dittaino relativa al Nuovo Collegamento ferroviario Palermo – Catania.

In particolare si prevedono scavi provvisoria per la realizzazione delle fondazioni delle opere d'arte maggiori (viadotti, gallerie artificiali e per le opere minori quali scotolari, muri, ecc.).

Nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Verifiche di stabilità delle scarpate delle scarpate di scavo provvisoria.

2 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normativa di riferimento**

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- [N.2]. Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- [N.3]. Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- [N.4]. C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- [N.5]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- [N.6]. RFI DTC SI PS SP IFS 001 C del 21/12/2018: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- [N.7]. UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- [N.8]. UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- [N.9]. UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- [N.10]. UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- [N.11]. UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- [N.12]. UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- [N.13]. UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- [N.14]. STI 2014 –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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	6 di 33

2.2 Documenti di riferimento

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti.

[DC1]. RS3V 40 D09 RH GE0001 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Nuova Enna - Dittaino. Progetto Definitivo. Relazione Geotecnica tratti all'aperto - Lotto 4b.

[DC2]. RS3V 40 D09 F6 GE0001 001 A ÷ RS3V 40 D09 F6 GE0001 010 A- Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Nuova Enna - Dittaino. Progetto Definitivo. Profilo geotecnico - Lotto 4B – 10 tavole.

2.3 Programmi di calcolo

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

- “Slide 7” - Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Rocscience. E' validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2018, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l' idoneità di utilizzo nel caso specifico.

3 CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA

La successione stratigrafica è stata desunta sulla base delle indagini eseguite e dai rilievi e studi geologico-geomorfologici. Per la scelta dei parametri geotecnici di progetto delle unità intercettate ci si è basati sui risultati delle indagini eseguite per l'intero tracciato in progetto.

Nel seguito vengono definite le unità geotecniche intercettate. Nel profilo stratigrafico longitudinale sono mostrati i risultati di tutte le indagini eseguite e sarà utilizzato per la definizione della successione stratigrafica in corrispondenza delle singole opere in progetto e della linea in generale.

3.1 Definizione delle unità geotecniche intercettate

Sulla base dei risultati delle indagini (in sito ed in laboratorio) delle campagne geognostiche, si perviene ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni e quindi alla definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di progetto.

Unità geotecniche:

- **Unità R – Ripporto antropico e coltre vegetale:** si tratta del terreno intercettato a partire da p.c.; si distinguono la coltre vegetale (unità Rv) costituita prevalentemente da limo sabbioso argilloso con resti vegetali ed il terreno di riporto antropico (unità Ra) costituito da sabbia con ghiaia, laterizi, cls.
- **Unità a – Depositi eluvio colluviali:** limi argillosi e argille limose.
- **Unità b – Depositi alluvionali:** questi depositi affiorano lungo quasi tutto il tracciato sotto il riporto. Si tratta di terreni coesivi limoso argillosi, talvolta debolmente sabbiosi (**unità ba**) e terreni incoerenti: ghiaia con sabbia (**unità bg**) e sabbia localmente limosa (**unità bs**).
- **Unità bn – Depositi alluvionali terrazzati antichi:** si tratta di argille limose e limi argillosi di colore bruno e nocciola, con locali passaggi limoso-sabbiosi.
- **Unità MS2 – Sabbie di Cozzo Campana:** sabbie, talvolta con debole cementazione.
- **Unità CFR – Coltre in frana:** depositi argilloso limosi, talvolta sabbiosi con clasti appartenenti a corpi di frana quiescente.
- **Unità Cap-c / cap-s – cappellaccio alterato della ormazione di base:** si riviene generalmente in facies coesiva argilloso limosa consistente (cap-c) e localmente in facies sabbioso limosa (cap-s).
- **Unità FYN3 – Argilla limosa, marnosa grigia (Flysch Numidico):** la litofacies del sito è costituita da argilliti, argille con livelli marnoso calcarei.
- **Unità TRV/TRVa/TRVb – Formazione di Terravecchia** in cui si distinguono varie litofacies:

la litofacies argilloso marnosa (**unità TRV**) è costituita da argille marnose e marne argillose di colore grigio, grigio-azzurro e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o sottilmente stratificata, con talvolta livelli di sabbie limose, con livelli argillitici e argillitico marnosi.

La litofacies argilloso-brecciata (**unità TRVb**), è costituita da argilla limosa debolmente marnosa a struttura brecciata con clasti poligenici.

La litofacies (**unità TRVa**) è costituita da arenarie e sabbie alternate, in subordine, con peliti.

- **Unità AVF Argille variegata:** argilla marnosa, dura, a struttura compatta, poco alterata, moderatamente fratturata

3.2 Sintesi parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche, in accordo a quanto definito nella relazione geotecnica generale, a cui si rimanda per i dettagli.

Unità ba – Depositi alluvionali coesivi (limoso argilloso)

$\gamma = 18.0 \div 19.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 24 \div 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 30 \div 200$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 80 \div 200$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 100 \div 200$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 3 \cdot 10^{-8} \div 7 \cdot 10^{-8}$ m/s	permeabilità

Unità bs – Depositi alluvionali sabbiosi

$\gamma = 19.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 32 \div 36^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 130 \div 220$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 150 \div 250$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 5 \cdot 10^{-6} \div 6 \cdot 10^{-5}$ m/s	permeabilità

Unità bg – Depositi alluvionali ghiaiosi

$\gamma = 19.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
-----------------------------------	-------------------------

$c' = 0$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 36 \div 40$ °	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 300 \div 600$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 250 \div 350$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 4 \cdot 10^{-5} \div 2 \cdot 10^{-4}$ m/s	permeabilità

Unità bn – Depositi alluvionali terrazzati antichi (limoso argillosi)

$\gamma = 20.0 \div 21.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 15$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 27 \div 30$ °	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100 \div 250$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 100 \div 350$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 150 \div 250$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 2 \cdot 10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-7}$ m/s	permeabilità

Unità cap-c – cappellaccio coesivo argilloso limoso (alterazione della formazione di base)

$\gamma = 19.5 \div 20.5$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 23 \div 27$ °	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 250$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 120 \div 400$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 120 \div 400$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 3 \cdot 10^{-8} \div 7 \cdot 10^{-7}$ m/s	permeabilità

Unità cap-s – cappellaccio sabbioso limoso (alterazione della formazione di base)

$\gamma = 19.5 \div 20.5$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 34 \div 40$ °	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 120 \div 450$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 150 \div 350$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 6 \cdot 10^{-6} \div 2 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità

Unità MS2 –sabbie di Cozzo Campana

$\gamma = 19.0 \div 20.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 33 \div 38$ °	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 120 \div 400$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 150 \div 350$ m/s	velocità delle onde di taglio
$K = 2.5 \cdot 10^{-5}$ m/s	permeabilità

Unità CFR – coltre in frana quiescente (argilla limosa)

$\gamma = 19.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 5$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 24$ °	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 30 \div 200$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$c_r' = 0$ kPa	coesione drenata residua
$\phi_r' = 19$ °	angolo di resistenza al taglio residuo
$E_o = 50 \div 200$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 3 \cdot 10^{-8} \div 7 \cdot 10^{-7}$ m/s	coefficiente di permeabilità

Unità a – Depositi di versante e di alterazione della formazione di base: argilla limosa

$\gamma = 19.0-19.5$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 24 \div 26$ °	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 60 \div 250$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 120 \div 200$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 10^{-8} \div 3 \cdot 10^{-7}$ m/s	coefficiente di permeabilità

Unità TRV– Formazione di Terravecchia: argilla da debolmente marnosa a marnosa

$\gamma = 19.0 \div 22.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$c' = 5$ kPa per $\sigma'v < 150$ kPa	coesione drenata
$\phi' = 26$ ° per $\sigma'v < 150$ kPa	angolo di resistenza al taglio

Parametri di resistenza drenati minimi (in funzione dello stato tensionale in sito):

$c' = 10 \text{ kPa}$ per $\sigma'v > 150 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi' = 19^\circ$ per $\sigma'v > 150 \text{ kPa}$ angolo di resistenza al taglio

Parametri di resistenza drenati massimi (in funzione dello stato tensionale in sito):

$c' = 10 \text{ kPa}$ per $\sigma'v > 150 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi' = 29^\circ$ per $\sigma'v > 150 \text{ kPa}$ angolo di resistenza al taglio

$c_r' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata residua

$\phi_r' = 19^\circ$ angolo di resistenza al taglio residuo

$c_u = 200 \div 600 \text{ kPa}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate

$E_o = 400 \div 1000 \text{ MPa}$ Modulo di deformazione elastico iniziale

$V_s = 300 \div 650 \text{ m/s}$ velocità delle onde di taglio

$k = 4 \cdot 10^{-9} \div 6 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ coefficiente di permeabilità

Unità TRVa – Formazione di Terravecchia arenarie e sabbie alternate con peliti

$\gamma = 19.5 \div 21.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$ coesione drenata (non ci sono ancora prove disponibili)

$\phi' = 30 \div 37^\circ$ angolo di resistenza al taglio (non ci sono ancora prove disponibili)

$c_u = 300 \div 800 \text{ kPa}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate

$E_o = 300 \div 1000 \text{ MPa}$ Modulo di deformazione elastico iniziale

$V_s = 350 \div 500 \text{ m/s}$ velocità delle onde di taglio

$k = 3 \cdot 10^{-9} \div 3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ coefficiente di permeabilità

Unità TRVb – Formazione di Terravecchia argillosa limosa debolmente marnosa brecciata

$\gamma = 20.5 \div 21.5 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 5 \text{ kPa}$ per $\sigma'v < 150 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi' = 26^\circ$ per $\sigma'v < 150 \text{ kPa}$ angolo di resistenza al taglio

$c' = 20 \text{ kPa}$ per $\sigma'v > 150 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi' = 19^\circ$ per $\sigma'v > 150 \text{ kPa}$ angolo di resistenza al taglio

$c_u = 120 \div 430 \text{ kPa}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate

$E_o = 300 \div 1000 \text{ MPa}$ Modulo di deformazione elastico iniziale

$V_s = 200 \div 700$ m/s velocità delle onde di taglio

$k = 1 \cdot 10^{-8} \div 5 \cdot 10^{-8}$ m/s coefficiente di permeabilità

Unità FYN3 – Argilla limosa, marnosa (Flysch Numidico)

$\gamma = 20.0 \div 22.5$ kN/m³ peso di volume naturale

$c' = 5 \div 15$ kPa coesione drenata (non ci sono ancora prove disponibili)

$\phi' = 16 \div 28$ ° angolo di resistenza al taglio (non ci sono ancora prove disponibili)

$c_u = 120 \div 300$ kPa resistenza al taglio in condizioni non drenate

$E_o = 300 \div 900$ MPa Modulo di deformazione elastico iniziale

$k = 6 \cdot 10^{-8} \div 5 \cdot 10^{-8}$ m/s coefficiente di permeabilità

Unità AVF – Argille variegata: argille marnose

$\gamma = 20.0$ kN/m³ peso di volume naturale

$c' = 10 \div 20$ kPa coesione drenata

$\phi' = 18 \div 27$ ° angolo di resistenza al taglio

$c_r' = 0$ kPa coesione drenata residua

$\phi_r' = 13$ ° angolo di resistenza al taglio residuo

$c_u = 150 \div 350$ kPa resistenza al taglio in condizioni non drenate

$E_o = 400 \div 1000$ MPa Modulo di deformazione elastico iniziale

$V_s = 200 \div 600$ m/s velocità delle onde di taglio

$k = 4 \cdot 10^{-9} \div 2 \cdot 10^{-8}$ m/s coefficiente di permeabilità

3.3 Falda

Nel profilo stratigrafico longitudinale è riportato il livello massimo di falda di progetto derivante dall'interpretazione di tutte le misure piezometriche eseguite fino a novembre 2019. Per le opere all'aperto il profilo della falda è variabile lungo il tracciato con andamento oscillante tra p.c. (in corrispondenza di incisioni fluviali, torrentizie e corsi d'acqua minori) e 10 m circa di profondità da p.c.. per il dimensionamento delle singole opere d'arte si è fatto riferimento al livello massimo di falda indicato nel profilo stratigrafico longitudinale.

4 ANALISI DI STABILITA'

4.1 Premessa

Nel presente capitolo si riportano le verifiche di stabilità globali delle scarpate di scavo provvisionali per la realizzazione delle opere d'arte. In generale si prevedono scarpate con pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con banca intermedia di larghezza 2 m ogni 5 m di dislivello.

4.2 Metodologie di calcolo

Le verifiche di stabilità sono state svolte nelle sole condizioni statiche SLU in quanto si tratta di scavi provvisionali, in accordo a quanto previsto da normativa vigente.

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 il codice di calcolo denominato Slide 7.0, 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 trascurate 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 fronti di scavo, le analisi di stabilità vengono condotte secondo la combinazione (A2+M2+R2).

Secondo quanto previsto da normativa, per le analisi di stabilità in condizioni statiche SLU, 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

$\gamma_{cu} = 1.4$ coefficiente parziale per la coesione non 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 (γ_R) in condizioni SLU statiche, quindi il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare è $FS \geq 1.1$.

4.2.1 Carichi

Si considera cautelativamente un sovraccarico accidentale di 10 kPa agente a monte:

- Condizioni statiche: carico accidentale pari a 13 kPa (SLU-A2).

4.3 Sezioni di calcolo

L'analisi di stabilità per le scarpate di scavo provvisoriale è stata condotta cautelativamente per le seguenti sezioni ritenute rappresentative delle condizioni di tutta la tratta:

- Scarpata di scavo per la galleria artificiale GA01: sezione di altezza $H=6.5$ m con banca intermedia di larghezza 2 m ogni 5 m di dislivello, con pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con cappellaccio alterato della formazione di base (Unità cap-c/cap-s) e successivamente la formazione di Terravecchia (Unità TRVa). Falda a 7 m da p.c..
- Scarpata di scavo di altezza massima $H=6$ m con pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con terreno coesivo e falda a fondo scavo; sezione rappresentativa degli scavi generalmente presenti lungo il tracciato (per realizzazione fondazioni viadotti e opere minori) che possono interessare terreni alluvionali coesivi (unità ba), alluvioni terrazzate antiche (unità bn) e cappalleccio alterato coesivo (unità cap-c).

Per la valutazioni di stabilità delle scarpate sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	15 di 33

Per la scarpata di scavo di altezza massima $H=6$ m si assumono i seguenti parametri mediamente rappresentativi delle condizioni geotecniche più frequenti dei terreni affioranti a p.c. lungo le opere:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio

Per la scarpata di scavo provvisoria della GA01 si richiamano le condizioni geotecniche della relazione geotecnica generale per l'opera GA01:

Unità cap-c/cap-s – Cappellaccio della formazione di base

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio

Unità TRVa– formazione di Terravecchia (arenaria e sabbia cementata alternata a marna argillosa)

$\gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio

4.4 Risultati

Nelle seguenti figure sono mostrati i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate in condizioni statiche. I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice A.

I fattori di sicurezza minimi ottenuti dalle verifiche sono sempre maggiori di quanto prescritto da normativa ($\gamma_R \geq 1.1$); quindi le verifiche di stabilità sono sempre soddisfatte.

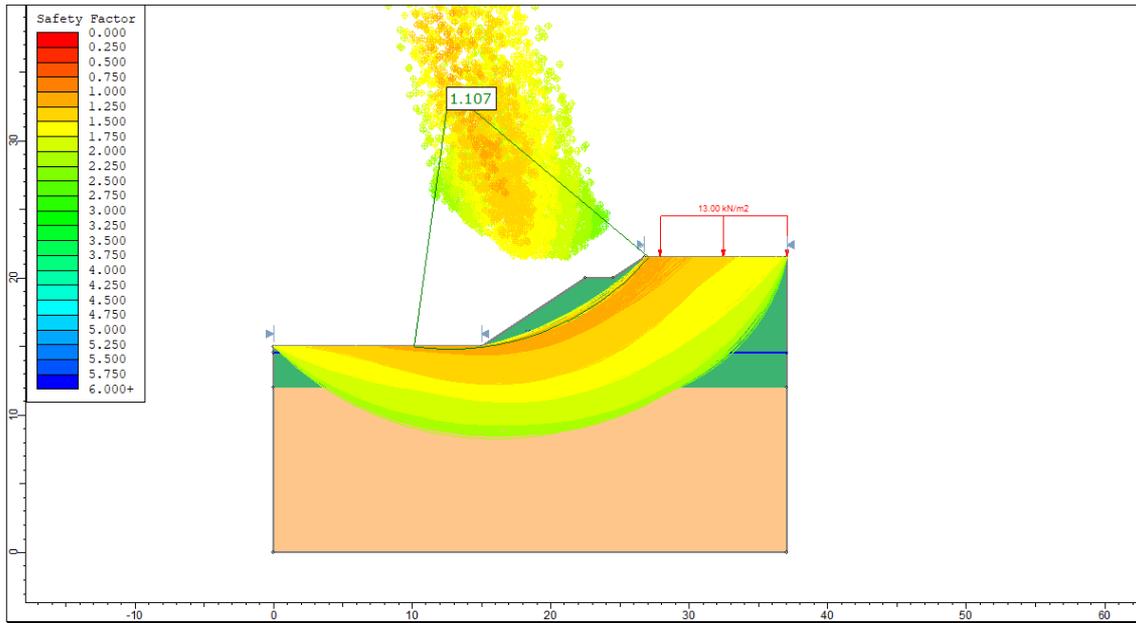


Figura 1. Analisi statica – scarpata di scavo GA01

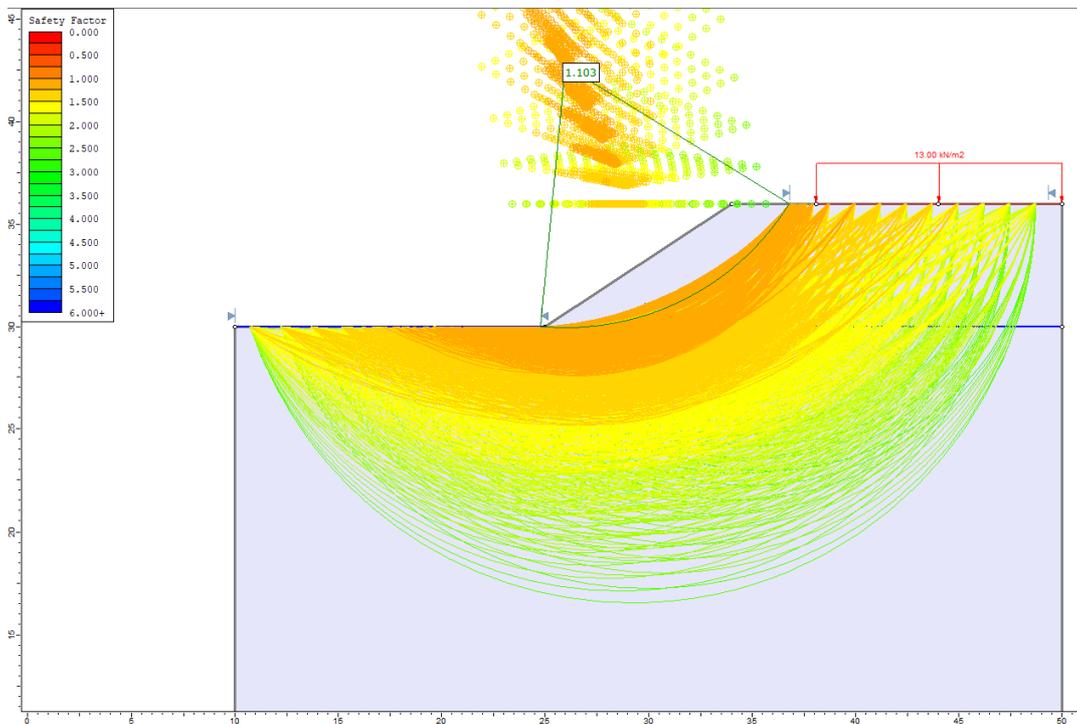


Figura 2. Analisi statica – scarpata di scavo H=6m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	17 di 33

5 APPENDICE A: ANALISI DI STABILITA' SCARPATE. TABULATI DI CALCOLO SLIDE 7

5.1 Scarpata di scavo provvisoria GA01 – Analisi statica

Slide Analysis Information

GA01

Project Summary

File Name:	GA01.sldm
Slide Modeler Version:	8.021
Compute Time:	00h:00m:00.530s
Project Title:	SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created:	02/10/2019, 12:07:21

General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Right to Left

Analysis Options

Slices Type:	Vertical
--------------	----------

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices:	50
-------------------	----

Tolerance:	0.005
------------	-------

Maximum number of iterations:	75
-------------------------------	----

Check $\alpha < 0.2$:	Yes
------------------------	-----

Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
---	-----

Initial trial value of FS:	1
----------------------------	---

Steffensen Iteration:	Yes
-----------------------	-----



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	18 di 33

Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

Random Numbers

Pseudo-random Seed:	10116
Random Number Generation Method:	Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	5000
Upper Angle [°]:	Not Defined
Lower Angle [°]:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Invalid Surfaces
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	13
Orientation:	Normal to boundary

Materials

Property	cap-c/cap-s	TRVa
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19.5	21



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	19 di 33

Cohesion [kPa]	0	8
Friction Angle [°]	27.5	24.8
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.107150
Center:	12.669, 33.706
Radius:	18.872
Left Slip Surface Endpoint:	10.166, 15.000
Right Slip Surface Endpoint:	27.063, 21.500
Resisting Moment:	3007.06 kN-m
Driving Moment:	2716.03 kN-m
Total Slice Area:	17.0681 m ²
Surface Horizontal Width:	16.8969 m
Surface Average Height:	1.01013 m

Method: janbu simplified

FS	1.055470
Center:	14.277, 30.218
Radius:	15.332
Left Slip Surface Endpoint:	12.404, 15.000
Right Slip Surface Endpoint:	26.890, 21.500
Resisting Horizontal Force:	157.817 kN
Driving Horizontal Force:	149.524 kN
Total Slice Area:	19.3196 m ²
Surface Horizontal Width:	14.486 m
Surface Average Height:	1.33368 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4814
Number of Invalid Surfaces: 186

Error Codes:

- Error Code -113 reported for 104 surfaces
- Error Code -114 reported for 82 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 4814
Number of Invalid Surfaces: 186

Error Codes:

- Error Code -113 reported for 104 surfaces



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	20 di 33

○ Error Code -114 reported for 82 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

○ -113 = Surface intersects outside slope limits.

○ -114 = Surface with Reverse Curvature.

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10715

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.337939	0.138775	-7.10427	cap-c/cap-s	0	27.5	0.205098	0.227074	0.436205	0	0.436205	0.410643	0.410643
2	0.337939	0.395984	-6.07142	cap-c/cap-s	0	27.5	0.579942	0.642083	1.23343	0	1.23343	1.17175	1.17175
3	0.337939	0.612629	-5.04055	cap-c/cap-s	0	27.5	0.88924	0.984522	1.89125	0	1.89125	1.81282	1.81282
4	0.337939	0.788922	-4.01132	cap-c/cap-s	0	27.5	1.13507	1.25669	2.41409	0	2.41409	2.33449	2.33449
5	0.337939	0.925036	-2.98338	cap-c/cap-s	0	27.5	1.31936	1.46073	2.80603	0	2.80603	2.73727	2.73727
6	0.337939	1.0211	-1.9564	cap-c/cap-s	0	27.5	1.44388	1.59859	3.07087	0	3.07087	3.02155	3.02155
7	0.337939	1.07721	-0.930046	cap-c/cap-s	0	27.5	1.51029	1.67212	3.21211	0	3.21211	3.1876	3.1876
8	0.337939	1.09342	0.0960071	cap-c/cap-s	0	27.5	1.52012	1.683	3.23301	0	3.23301	3.23556	3.23556
9	0.337939	1.06975	1.12209	cap-c/cap-s	0	27.5	1.4748	1.63283	3.13663	0	3.13663	3.16551	3.16551
10	0.337939	1.00616	2.14853	cap-c/cap-s	0	27.5	1.37566	1.52306	2.92577	0	2.92577	2.97738	2.97738
11	0.337939	0.902612	3.17567	cap-c/cap-s	0	27.5	1.22392	1.35506	2.60305	0	2.60305	2.67096	2.67096
12	0.337939	0.75899	4.20383	cap-c/cap-s	0	27.5	1.02075	1.13012	2.17094	0	2.17094	2.24597	2.24597
13	0.337939	0.57516	5.23334	cap-c/cap-s	0	27.5	0.767211	0.849418	1.63172	0	1.63172	1.70199	1.70199
14	0.337939	0.350941	6.26456	cap-c/cap-s	0	27.5	0.464319	0.514071	0.987521	0	0.987521	1.03849	1.03849
15	0.337939	0.446182	7.29781	cap-c/cap-s	0	27.5	0.585542	0.648283	1.24534	0	1.24534	1.32033	1.32033
16	0.337939	1.55672	8.33346	cap-c/cap-s	0	27.5	2.0264	2.24353	4.3098	0	4.3098	4.60663	4.60663
17	0.337939	2.69448	9.37186	cap-c/cap-s	0	27.5	3.47903	3.85181	7.39925	0	7.39925	7.97345	7.97345
18	0.337939	3.79071	10.4134	cap-c/cap-s	0	27.5	4.85479	5.37498	10.3252	0	10.3252	11.2174	11.2174
19	0.337939	4.84501	11.4584	cap-c/cap-s	0	27.5	6.15467	6.81414	13.0898	0	13.0898	14.3374	14.3374
20	0.337939	5.85695	12.5073	cap-c/cap-s	0	27.5	7.37954	8.17026	15.6949	0	15.6949	17.3319	17.3319
21	0.337939	6.82602	13.5604	cap-c/cap-s	0	27.5	8.53022	9.44423	18.1422	0	18.1422	20.1996	20.1996
22	0.337939	7.75167	14.6183	cap-c/cap-s	0	27.5	9.60737	10.6368	20.4331	0	20.4331	22.9389	22.9389
23	0.337939	8.63329	15.6813	cap-c/cap-s	0	27.5	10.6116	11.7486	22.5688	0	22.5688	25.5479	25.5479
24	0.337939	9.47022	16.7498	cap-c/cap-s	0	27.5	11.5433	12.7802	24.5505	0	24.5505	28.0246	28.0246
25	0.337939	10.2617	17.8244	cap-c/cap-s	0	27.5	12.403	13.732	26.3789	0	26.3789	30.3669	30.3669
26	0.337939	11.007	18.9055	cap-c/cap-s	0	27.5	13.1909	14.6043	28.0548	0	28.0548	32.5724	32.5724
27	0.337939	11.7051	19.9936	cap-c/cap-s	0	27.5	13.9073	15.3975	29.5783	0	29.5783	34.6384	34.6384
28	0.337939	12.3552	21.0894	cap-c/cap-s	0	27.5	14.5523	16.1116	30.9502	0	30.9502	36.5623	36.5623
29	0.337939	12.9562	22.1932	cap-c/cap-s	0	27.5	15.126	16.7467	32.1702	0	32.1702	38.3409	38.3409
30	0.337939	13.5069	23.3058	cap-c/cap-s	0	27.5	15.6281	17.3027	33.2382	0	33.2382	39.9706	39.9706
31	0.337939	14.0061	24.4278	cap-c/cap-s	0	27.5	16.0588	17.7795	34.1542	0	34.1542	41.4482	41.4482
32	0.337939	14.4525	25.5599	cap-c/cap-s	0	27.5	16.4176	18.1767	34.9171	0	34.9171	42.7689	42.7689
33	0.337939	14.8445	26.7028	cap-c/cap-s	0	27.5	16.7042	18.4941	35.5269	0	35.5269	43.9293	43.9293
34	0.337939	15.1805	27.8573	cap-c/cap-s	0	27.5	16.9183	18.7311	35.9822	0	35.9822	44.9238	44.9238
35	0.337939	15.4589	29.0242	cap-c/cap-s	0	27.5	17.0593	18.8872	36.2819	0	36.2819	45.7474	45.7474
36	0.337939	15.6775	30.2044	cap-c/cap-s	0	27.5	17.1266	18.9617	36.425	0	36.425	46.3946	46.3946
37	0.337939	15.6464	31.399	cap-c/cap-s	0	27.5	16.9162	18.7288	35.9775	0	35.9775	46.3028	46.3028
38	0.337939	14.4378	32.609	cap-c/cap-s	0	27.5	15.4438	17.0986	32.8461	0	32.8461	42.7262	42.7262
39	0.337939	12.979	33.8356	cap-c/cap-s	0	27.5	13.7316	15.2029	29.2045	0	29.2045	38.4093	38.4093
40	0.337939	11.4506	35.08	cap-c/cap-s	0	27.5	11.9778	13.2612	25.4744	0	25.4744	33.8863	33.8863



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	21 di 33

41	0.337939	9.84939	36.3438	cap-c/cap-s	0	27.5	10.1825	11.2735	21.6561	0	21.6561	29.1479	29.1479
42	0.337939	8.17178	37.6284	cap-c/cap-s	0	27.5	8.34566	9.2399	17.7497	0	17.7497	24.1833	24.1833
43	0.337939	6.66771	38.9357	cap-c/cap-s	0	27.5	6.72368	7.44412	14.3	0	14.3	19.7322	19.7322
44	0.337939	6.18159	40.2675	cap-c/cap-s	0	27.5	6.15141	6.81053	13.0829	0	13.0829	18.2937	18.2937
45	0.337939	5.73352	41.6261	cap-c/cap-s	0	27.5	5.62689	6.22981	11.9674	0	11.9674	16.9677	16.9677
46	0.337939	5.18981	43.014	cap-c/cap-s	0	27.5	5.01955	5.55739	10.6757	0	10.6757	15.3587	15.3587
47	0.337939	4.54392	44.434	cap-c/cap-s	0	27.5	4.32772	4.79144	9.20427	0	9.20427	13.4473	13.4473
48	0.337939	3.78827	45.8894	cap-c/cap-s	0	27.5	3.54966	3.93001	7.54947	0	7.54947	11.2111	11.2111
49	0.337939	2.91409	47.3841	cap-c/cap-s	0	27.5	2.68353	2.97107	5.70736	0	5.70736	8.62405	8.62405
50	0.337939	1.27344	48.9225	cap-c/cap-s	0	27.5	1.15107	1.27441	2.44812	0	2.44812	3.76867	3.76867

• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.05547

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.28972	0.0928418	-6.47219	cap-c/cap-s	0	27.5	0.167394	0.176679	0.339397	0	0.339397	0.320407	0.320407
2	0.28972	0.262809	-5.38365	cap-c/cap-s	0	27.5	0.469149	0.495173	0.951218	0	0.951218	0.907005	0.907005
3	0.28972	0.401427	-4.29705	cap-c/cap-s	0	27.5	0.709608	0.74897	1.43876	0	1.43876	1.38544	1.38544
4	0.28972	0.508847	-3.21199	cap-c/cap-s	0	27.5	0.890839	0.940254	1.80621	0	1.80621	1.75622	1.75622
5	0.28972	0.585185	-2.12809	cap-c/cap-s	0	27.5	1.01475	1.07104	2.05744	0	2.05744	2.01974	2.01974
6	0.28972	0.630523	-1.04495	cap-c/cap-s	0	27.5	1.0831	1.14318	2.19603	0	2.19603	2.17627	2.17627
7	0.28972	0.64491	0.037812	cap-c/cap-s	0	27.5	1.09751	1.15839	2.22525	0	2.22525	2.22598	2.22598
8	0.28972	0.628362	1.12059	cap-c/cap-s	0	27.5	1.0595	1.11827	2.14818	0	2.14818	2.16891	2.16891
9	0.28972	0.58178	2.20377	cap-c/cap-s	0	27.5	0.971994	1.02591	1.97076	0	1.97076	2.00817	2.00817
10	0.28972	1.09273	3.28774	cap-c/cap-s	0	27.5	1.8091	1.90945	3.66802	0	3.66802	3.77194	3.77194
11	0.28972	2.07433	4.37289	cap-c/cap-s	0	27.5	3.40321	3.59199	6.90016	0	6.90016	7.1604	7.1604
12	0.28972	3.02472	5.45961	cap-c/cap-s	0	27.5	4.91789	5.19069	9.97123	0	9.97123	10.4413	10.4413
13	0.28972	3.94374	6.54831	cap-c/cap-s	0	27.5	6.35477	6.70727	12.8846	0	12.8846	13.614	13.614
14	0.28972	4.83122	7.63939	cap-c/cap-s	0	27.5	7.71533	8.1433	15.6431	0	15.6431	16.678	16.678
15	0.28972	5.68692	8.73326	cap-c/cap-s	0	27.5	9.00091	9.50019	18.2497	0	18.2497	19.6324	19.6324
16	0.28972	6.51059	9.83035	cap-c/cap-s	0	27.5	10.2127	10.7792	20.7067	0	20.7067	22.4763	22.4763
17	0.28972	7.30191	10.9311	cap-c/cap-s	0	27.5	11.3518	11.9815	23.0162	0	23.0162	25.2086	25.2086
18	0.28972	8.06055	12.0359	cap-c/cap-s	0	27.5	12.4192	13.1081	25.1804	0	25.1804	27.8283	27.8283
19	0.28972	8.78612	13.1454	cap-c/cap-s	0	27.5	13.4156	14.1598	27.2007	0	27.2007	30.3338	30.3338
20	0.28972	9.47819	14.2598	cap-c/cap-s	0	27.5	14.342	15.1375	29.0788	0	29.0788	32.7238	32.7238
21	0.28972	10.1363	15.3798	cap-c/cap-s	0	27.5	15.1986	16.0417	30.8159	0	30.8159	34.9965	34.9965
22	0.28972	10.7598	16.5059	cap-c/cap-s	0	27.5	15.9864	16.8732	32.413	0	32.413	37.1502	37.1502
23	0.28972	11.3483	17.6385	cap-c/cap-s	0	27.5	16.7055	17.6322	33.871	0	33.871	39.1826	39.1826
24	0.28972	11.901	18.7783	cap-c/cap-s	0	27.5	17.3563	18.3191	35.1905	0	35.1905	41.0918	41.0918
25	0.28972	12.4173	19.9259	cap-c/cap-s	0	27.5	17.9391	18.9342	36.3723	0	36.3723	42.8753	42.8753
26	0.28972	12.8963	21.0819	cap-c/cap-s	0	27.5	18.454	19.4776	37.4161	0	37.4161	44.5302	44.5302
27	0.28972	13.3372	22.2469	cap-c/cap-s	0	27.5	18.9009	19.9493	38.3223	0	38.3223	46.0537	46.0537
28	0.28972	13.7392	23.4218	cap-c/cap-s	0	27.5	19.2798	20.3492	39.0906	0	39.0906	47.4424	47.4424
29	0.28972	14.101	24.6071	cap-c/cap-s	0	27.5	19.5905	20.6772	39.7205	0	39.7205	48.6927	48.6927
30	0.28972	14.4217	25.8038	cap-c/cap-s	0	27.5	19.8329	20.933	40.2119	0	40.2119	49.8011	49.8011
31	0.28972	14.7	27.0127	cap-c/cap-s	0	27.5	20.0064	21.1162	40.5637	0	40.5637	50.7631	50.7631
32	0.28972	14.9345	28.2348	cap-c/cap-s	0	27.5	20.1107	21.2262	40.7751	0	40.7751	51.5741	51.5741
33	0.28972	15.1237	29.4711	cap-c/cap-s	0	27.5	20.145	21.2624	40.8446	0	40.8446	52.2287	52.2287
34	0.28972	15.2661	30.7226	cap-c/cap-s	0	27.5	20.1086	21.224	40.7711	0	40.7711	52.7214	52.7214
35	0.28972	15.3468	31.9906	cap-c/cap-s	0	27.5	19.984	21.0925	40.5183	0	40.5183	53.0011	53.0011
36	0.28972	14.689	33.2764	cap-c/cap-s	0	27.5	18.9023	19.9508	38.325	0	38.325	50.7304	50.7304
37	0.28972	13.5877	34.5814	cap-c/cap-s	0	27.5	17.2726	18.2307	35.021	0	35.021	46.9282	46.9282
38	0.28972	12.4309	35.9073	cap-c/cap-s	0	27.5	15.6032	16.4687	31.636	0	31.636	42.9339	42.9339
39	0.28972	11.2159	37.2557	cap-c/cap-s	0	27.5	13.8941	14.6648	28.1709	0	28.1709	38.7384	38.7384
40	0.28972	9.93948	38.6288	cap-c/cap-s	0	27.5	12.1453	12.819	24.6251	0	24.6251	34.3306	34.3306
41	0.28972	8.59807	40.0287	cap-c/cap-s	0	27.5	10.3568	10.9313	20.9989	0	20.9989	29.6981	29.6981



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	22 di 33

42	0.28972	7.22198	41.4581	cap-c/cap-s	0	27.5	8.56959	9.04494	17.3752	0	17.3752	24.9457	24.9457
43	0.28972	6.5229	42.9196	cap-c/cap-s	0	27.5	7.61862	8.04123	15.4471	0	15.4471	22.5316	22.5316
44	0.28972	6.05117	44.4167	cap-c/cap-s	0	27.5	6.95047	7.33601	14.0923	0	14.0923	20.9027	20.9027
45	0.28972	5.49438	45.9533	cap-c/cap-s	0	27.5	6.19979	6.54369	12.5703	0	12.5703	18.9799	18.9799
46	0.28972	4.8453	47.5337	cap-c/cap-s	0	27.5	5.36458	5.66215	10.8769	0	10.8769	16.7382	16.7382
47	0.28972	4.09542	49.1634	cap-c/cap-s	0	27.5	4.44275	4.68919	9.00785	0	9.00785	14.1482	14.1482
48	0.28972	3.23453	50.8487	cap-c/cap-s	0	27.5	3.43219	3.62257	6.95891	0	6.95891	11.1745	11.1745
49	0.28972	2.25021	52.5974	cap-c/cap-s	0	27.5	2.33085	2.46014	4.72587	0	4.72587	7.77421	7.77421
50	0.28972	0.999019	54.419	cap-c/cap-s	0	27.5	1.00768	1.06358	2.04311	0	2.04311	3.45162	3.45162

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10715

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	10.1663	15	0	0	0
2	10.5042	14.9579	0.0876607	0	0
3	10.8422	14.9219	0.327919	0	0
4	11.1801	14.8921	0.684705	0	0
5	11.518	14.8684	1.12538	0	0
6	11.856	14.8508	1.62052	0	0
7	12.1939	14.8393	2.14376	0	0
8	12.5319	14.8338	2.6716	0	0
9	12.8698	14.8344	3.18332	0	0
10	13.2077	14.841	3.66079	0	0
11	13.5457	14.8537	4.08844	0	0
12	13.8836	14.8724	4.45311	0	0
13	14.2215	14.8972	4.74403	0	0
14	14.5595	14.9282	4.95271	0	0
15	14.8974	14.9653	5.07294	0	0
16	15.2354	15.0086	5.21686	0	0
17	15.5733	15.0581	5.6881	0	0
18	15.9112	15.1138	6.45074	0	0
19	16.2492	15.176	7.44959	0	0
20	16.5871	15.2445	8.6322	0	0
21	16.9251	15.3194	9.94869	0	0
22	17.263	15.4009	11.3517	0	0
23	17.6009	15.4891	12.7964	0	0
24	17.9389	15.5839	14.2402	0	0
25	18.2768	15.6856	15.6429	0	0
26	18.6147	15.7943	16.9668	0	0
27	18.9527	15.91	18.1761	0	0
28	19.2906	16.033	19.2376	0	0
29	19.6286	16.1633	20.1201	0	0
30	19.9665	16.3012	20.7951	0	0
31	20.3044	16.4468	21.236	0	0
32	20.6424	16.6003	21.4187	0	0
33	20.9803	16.7619	21.3217	0	0
34	21.3183	16.9319	20.9259	0	0
35	21.6562	17.1105	20.2148	0	0
36	21.9941	17.298	19.1748	0	0
37	22.3321	17.4947	17.7951	0	0
38	22.67	17.701	16.0888	0	0
39	23.0079	17.9172	14.2051	0	0
40	23.3459	18.1437	12.2282	0	0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	23 di 33

41	23.6838	18.381	10.2288	0	0
42	24.0218	18.6297	8.2842	0	0
43	24.3597	18.8902	6.47958	0	0
44	24.6976	19.1632	4.84673	0	0
45	25.0356	19.4495	3.17972	0	0
46	25.3735	19.7498	1.48674	0	0
47	25.7115	20.0651	-0.18339	0	0
48	26.0494	20.3964	-1.77097	0	0
49	26.3873	20.745	-3.2035	0	0
50	26.7253	21.1123	-4.39324	0	0
51	27.0632	21.5	0	0	0

• Global Minimum Query (Janbu simplified) - Safety Factor: 1.05547

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	12.4044	15	0	0	0
2	12.6941	14.9671	0.0595353	0	0
3	12.9839	14.9398	0.221101	0	0
4	13.2736	14.9181	0.457513	0	0
5	13.5633	14.9018	0.744351	0	0
6	13.853	14.891	1.05978	0	0
7	14.1427	14.8858	1.38443	0	0
8	14.4325	14.8859	1.70121	0	0
9	14.7222	14.8916	1.99525	0	0
10	15.0119	14.9028	2.25421	0	0
11	15.3016	14.9194	2.71603	0	0
12	15.5913	14.9416	3.54676	0	0
13	15.8811	14.9692	4.69202	0	0
14	16.1708	15.0025	6.10019	0	0
15	16.4605	15.0414	7.72219	0	0
16	16.7502	15.0859	9.51143	0	0
17	17.0399	15.1361	11.4236	0	0
18	17.3297	15.192	13.4167	0	0
19	17.6194	15.2538	15.4506	0	0
20	17.9091	15.3215	17.4876	0	0
21	18.1988	15.3951	19.4916	0	0
22	18.4885	15.4748	21.4285	0	0
23	18.7783	15.5606	23.2662	0	0
24	19.068	15.6528	24.9743	0	0
25	19.3577	15.7513	26.5241	0	0
26	19.6474	15.8563	27.8889	0	0
27	19.9371	15.968	29.0435	0	0
28	20.2269	16.0865	29.9647	0	0
29	20.5166	16.212	30.631	0	0
30	20.8063	16.3447	31.0226	0	0
31	21.096	16.4848	31.1218	0	0
32	21.3857	16.6325	30.9128	0	0
33	21.6755	16.788	30.3817	0	0
34	21.9652	16.9518	29.5168	0	0
35	22.2549	17.1239	28.3088	0	0
36	22.5446	17.3049	26.7519	0	0
37	22.8343	17.495	24.9279	0	0
38	23.1241	17.6948	22.9255	0	0
39	23.4138	17.9045	20.7986	0	0
40	23.7035	18.1249	18.6067	0	0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	24 di 33

41	23.9932	18.3564	16.4158	0	0
42	24.2829	18.5998	14.299	0	0
43	24.5727	18.8557	12.3287	0	0
44	24.8624	19.1251	10.3691	0	0
45	25.1521	19.409	8.37737	0	0
46	25.4418	19.7085	6.40412	0	0
47	25.7315	20.0251	4.51154	0	0
48	26.0213	20.3603	2.77606	0	0
49	26.311	20.7161	1.29171	0	0
50	26.6007	21.095	0.17473	0	0
51	26.8904	21.5	0	0	0

Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	15	15
	0	15
	0	14.5558
	0	12
	0	0
	37.057	0
	37.057	12
	37.057	21.5
	26.75	21.5
	24.5	20
22.5	20	
Material Boundary	0	12
	37.057	12

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Analisi statica
Water Table	X	Y
	0	14.5
	37.057	14.5
Distributed Load	X	Y
	37.057	21.5
	27.8901	21.5
		Assigned to materials:
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #4CAF50; margin-right: 5px;"></div> cap-c/cap-s </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FF9800; margin-right: 5px;"></div> TRVa </div>
		Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 13 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	25 di 33

5.2 Scarpata di scavo provvisoria H6m – Analisi statica

Slide Analysis Information

T6

Project Summary

File Name: T6.slm
Slide Modeler Version: 8.024
Compute Time: 00h:00m:00.748s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Janbu simplified

Number of slices: 50

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 75

Check $\alpha < 0.2$: Yes

Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes

Initial trial value of FS: 1

Steffensen Iteration: Yes



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	26 di 33

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m³]: 9.81
Use negative pore pressure cutoff: Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 1
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 13
Orientation: Normal to boundary

Materials

Property

cop



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	27 di 33

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	4
Friction Angle [°]	21.3
Water Surface	Water Table
Hu Value	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.103080
Center:	25.973, 42.727
Radius:	12.781
Left Slip Surface Endpoint:	24.798, 30.000
Right Slip Surface Endpoint:	36.840, 36.000
Resisting Moment:	3079.53 kN-m
Driving Moment:	2791.76 kN-m
Total Slice Area:	25.3436 m2
Surface Horizontal Width:	12.0419 m
Surface Average Height:	2.10461 m

Method: janbu simplified

FS	1.030460
Center:	26.871, 39.698
Radius:	10.681
Left Slip Surface Endpoint:	22.395, 30.000
Right Slip Surface Endpoint:	36.891, 36.000
Resisting Horizontal Force:	282.67 kN
Driving Horizontal Force:	274.314 kN
Total Slice Area:	38.0703 m2
Surface Horizontal Width:	14.496 m
Surface Average Height:	2.62627 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces:	3766
Number of Invalid Surfaces:	0

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces:	3758
Number of Invalid Surfaces:	8

Error Codes:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	28 di 33

- Error Code -112 reported for 8 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- -112 = The coefficient $M\text{-Alpha} = \cos(\alpha)(1 + \tan(\alpha)\tan(\phi)/F) < 0.2$ for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10308

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.234886	0.0530272	-4.74396	cop	4	21.3	3.78318	4.17315	0.539655	0.0955375	0.444117	0.225698	0.130161
2	0.234886	0.598163	-3.68808	cop	4	21.3	4.53582	5.00337	2.83893	0.265412	2.57352	2.54656	2.28115
3	0.234886	1.39472	-2.63345	cop	4	21.3	5.67845	6.26379	6.19901	0.392666	5.80635	5.93783	5.54517
4	0.234886	2.17093	-1.57971	cop	4	21.3	6.7904	7.49035	9.42972	0.477431	8.95229	9.24245	8.76502
5	0.234886	2.92683	-0.526511	cop	4	21.3	7.87228	8.68375	12.533	0.519791	12.0132	12.4607	11.9409
6	0.234886	3.66245	0.526511	cop	4	21.3	8.92467	9.84462	15.5105	0.519791	14.9907	15.5925	15.0727
7	0.234886	4.37779	1.57971	cop	4	21.3	9.94809	10.9735	18.3636	0.477431	17.8862	18.638	18.1606
8	0.234886	5.07281	2.63345	cop	4	21.3	10.943	12.071	21.0937	0.392666	20.701	21.597	21.2043
9	0.234886	5.74749	3.68808	cop	4	21.3	11.9098	13.1374	23.7017	0.265412	23.4363	24.4694	24.204
10	0.234886	6.40176	4.74396	cop	4	21.3	12.8488	14.1733	26.1887	0.0955375	26.0932	27.255	27.1594
11	0.242327	7.26845	5.81824	cop	4	21.3	13.7332	15.1488	28.5952	0	28.5952	29.9946	29.9946
12	0.242327	7.9204	6.91136	cop	4	21.3	14.5552	16.0555	30.9208	0	30.9208	32.6851	32.6851
13	0.242327	8.54958	8.00703	cop	4	21.3	15.3341	16.9147	33.1246	0	33.1246	35.2816	35.2816
14	0.242327	9.15582	9.10564	cop	4	21.3	16.0704	17.7269	35.2077	0	35.2077	37.7834	37.7834
15	0.242327	9.73893	10.2076	cop	4	21.3	16.7643	18.4924	37.1711	0	37.1711	40.1898	40.1898
16	0.242327	10.2987	11.3135	cop	4	21.3	17.4162	19.2115	39.0154	0	39.0154	42.4997	42.4997
17	0.242327	10.8348	12.4236	cop	4	21.3	18.0262	19.8843	40.7411	0	40.7411	44.7122	44.7122
18	0.242327	11.347	13.5385	cop	4	21.3	18.5944	20.5111	42.3485	0	42.3485	46.8258	46.8258
19	0.242327	11.835	14.6586	cop	4	21.3	19.1208	21.0918	43.8382	0	43.8382	48.8397	48.8397
20	0.242327	12.2983	15.7845	cop	4	21.3	19.6056	21.6266	45.2099	0	45.2099	50.752	50.752
21	0.242327	12.7367	16.9167	cop	4	21.3	20.0487	22.1153	46.4635	0	46.4635	52.5611	52.5611
22	0.242327	13.1496	18.0558	cop	4	21.3	20.4499	22.5579	47.5987	0	47.5987	54.2653	54.2653
23	0.242327	13.5367	19.2022	cop	4	21.3	20.8092	22.9542	48.615	0	48.615	55.8625	55.8625
24	0.242327	13.8972	20.3568	cop	4	21.3	21.1262	23.3039	49.5117	0	49.5117	57.3504	57.3504
25	0.242327	14.2308	21.52	cop	4	21.3	21.4006	23.6066	50.2884	0	50.2884	58.7269	58.7269
26	0.242327	14.5366	22.6926	cop	4	21.3	21.6322	23.8621	50.9438	0	50.9438	59.9894	59.9894
27	0.242327	14.8141	23.8754	cop	4	21.3	21.8204	24.0697	51.4762	0	51.4762	61.1345	61.1345
28	0.242327	15.0625	25.069	cop	4	21.3	21.965	24.2291	51.8849	0	51.8849	62.1595	62.1595
29	0.242327	15.2808	26.2744	cop	4	21.3	22.0649	24.3394	52.168	0	52.168	63.0609	63.0609
30	0.242327	15.4683	27.4925	cop	4	21.3	22.1199	24.4	52.3233	0	52.3233	63.8345	63.8345
31	0.242327	15.6239	28.7242	cop	4	21.3	22.129	24.4101	52.349	0	52.349	64.4765	64.4765
32	0.242327	15.7464	29.9706	cop	4	21.3	22.0914	24.3686	52.2428	0	52.2428	64.9821	64.9821
33	0.242327	15.8346	31.2329	cop	4	21.3	22.0063	24.2747	52.0019	0	52.0019	65.3466	65.3466
34	0.242327	15.8872	32.5122	cop	4	21.3	21.8723	24.1269	51.6227	0	51.6227	65.5635	65.5635



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	29 di 33

35	0.242327	15.9026	33.8101	cop	4	21.3	21.6885	23.9241	51.1029	0	51.1029	65.6276	65.6276
36	0.242327	15.8792	35.128	cop	4	21.3	21.4534	23.6648	50.4376	0	50.4376	65.5309	65.5309
37	0.242327	15.815	36.4675	cop	4	21.3	21.1655	23.3472	49.6231	0	49.6231	65.2662	65.2662
38	0.242327	15.708	37.8306	cop	4	21.3	20.8231	22.9696	48.6545	0	48.6545	64.8244	64.8244
39	0.242327	15.3529	39.2195	cop	4	21.3	20.1949	22.2766	46.8772	0	46.8772	63.3592	63.3592
40	0.242327	14.4004	40.6364	cop	4	21.3	18.8986	20.8467	43.2097	0	43.2097	59.4286	59.4286
41	0.242327	13.3661	42.084	cop	4	21.3	17.5279	19.3347	39.3314	0	39.3314	55.1603	55.1603
42	0.242327	12.2773	43.5655	cop	4	21.3	16.1164	17.7777	35.3381	0	35.3381	50.6671	50.6671
43	0.242327	11.1298	45.0845	cop	4	21.3	14.6629	16.1743	31.2256	0	31.2256	45.9318	45.9318
44	0.242327	9.9189	46.645	cop	4	21.3	13.1659	14.523	26.9901	0	26.9901	40.9345	40.9345
45	0.242327	8.63897	48.252	cop	4	21.3	11.6241	12.8223	22.6279	0	22.6279	35.6525	35.6525
46	0.242327	7.28337	49.9112	cop	4	21.3	10.0361	11.0706	18.1352	0	18.1352	30.0582	30.0582
47	0.242327	5.84405	51.6298	cop	4	21.3	8.40065	9.26659	13.5081	0	13.5081	24.1184	24.1184
48	0.242327	4.3112	53.4162	cop	4	21.3	6.71656	7.4089	8.74336	0	8.74336	17.7926	17.7926
49	0.242327	2.67257	55.2813	cop	4	21.3	4.98302	5.49667	3.83876	0	3.83876	11.0301	11.0301
50	0.242327	0.912551	57.2388	cop	4	21.3	3.19995	3.5298	-1.20601	0	-1.20601	3.76672	3.76672

• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.03046

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.288763	0.369995	-23.928	cop	4	21.3	4.96178	5.11292	3.48291	0.628409	2.8545	1.28125	0.65284
2	0.288763	1.08102	-22.2438	cop	4	21.3	5.44619	5.61208	5.97096	1.83617	4.13479	3.74356	1.90739
3	0.288763	1.73513	-20.5796	cop	4	21.3	5.87468	6.05362	8.21452	2.94725	5.26727	6.00876	3.06151
4	0.288763	2.33424	-18.9334	cop	4	21.3	6.25142	6.44184	10.2279	3.96492	6.26298	8.08349	4.11857
5	0.288763	2.88003	-17.3032	cop	4	21.3	6.58001	6.78044	12.0235	4.89202	7.13146	9.97363	5.08161
6	0.288763	3.37398	-15.6874	cop	4	21.3	6.86352	7.07258	13.6118	5.73105	7.88075	11.6842	5.95313
7	0.288763	3.81737	-14.0843	cop	4	21.3	7.1046	7.32101	15.0022	6.4842	8.51795	13.2197	6.73546
8	0.288763	4.21131	-12.4924	cop	4	21.3	7.30559	7.52812	16.2025	7.15337	9.04917	14.5839	7.43057
9	0.288763	4.55679	-10.9103	cop	4	21.3	7.4685	7.69599	17.2199	7.7402	9.47972	15.7803	8.04013
10	0.288763	5.38714	-9.33652	cop	4	21.3	8.33914	8.59315	20.0269	8.24608	11.7808	18.6559	10.4098
11	0.288763	6.74954	-7.76983	cop	4	21.3	9.9584	10.2617	24.7327	8.67221	16.0605	23.3739	14.7017
12	0.288763	8.06582	-6.20897	cop	4	21.3	11.5114	11.862	29.1846	9.01956	20.1651	27.9323	18.9127
13	0.288763	9.33618	-4.65273	cop	4	21.3	13.0005	13.3965	33.3896	9.28893	24.1007	32.3316	23.0427
14	0.288763	10.561	-3.09992	cop	4	21.3	14.428	14.8675	37.3545	9.4809	27.8736	36.5731	27.0922
15	0.288763	11.7405	-1.54939	cop	4	21.3	15.796	16.2771	41.0851	9.59592	31.4892	40.6579	31.0619
16	0.288763	12.8748	0	cop	4	21.3	17.1061	17.6272	44.586	9.63423	34.9518	44.586	34.9518
17	0.288763	13.9641	1.54939	cop	4	21.3	18.36	18.9192	47.8616	9.59592	38.2656	48.3582	38.7622
18	0.288763	15.0081	3.09992	cop	4	21.3	19.5586	20.1544	50.9146	9.4809	41.4337	51.9738	42.4929
19	0.288763	16.0069	4.65273	cop	4	21.3	20.7032	21.3338	53.7478	9.28893	44.4589	55.4328	46.1438
20	0.288763	16.9601	6.20897	cop	4	21.3	21.7944	22.4583	56.3627	9.01956	47.3432	58.7338	49.7142
21	0.288763	17.8674	7.76983	cop	4	21.3	22.833	23.5285	58.7602	8.67221	50.088	61.8757	53.2035
22	0.288763	18.7283	9.33652	cop	4	21.3	23.8194	24.5449	60.9411	8.24608	52.6951	64.8573	56.6112
23	0.288763	19.5423	10.9103	cop	4	21.3	24.7537	25.5077	62.9046	7.7402	55.1644	67.676	59.9358
24	0.288763	20.3086	12.4924	cop	4	21.3	25.6361	26.417	64.6499	7.15337	57.4965	70.3297	63.1764
25	0.288763	21.0265	14.0843	cop	4	21.3	26.4665	27.2727	66.1756	6.4842	59.6914	72.8158	66.3316
26	0.288763	21.6949	15.6874	cop	4	21.3	27.2446	28.0745	67.4789	5.73105	61.7478	75.1306	69.3995
27	0.288763	22.3127	17.3032	cop	4	21.3	27.9699	28.8219	68.557	4.89202	63.6649	77.2704	72.3783
28	0.288763	22.8787	18.9334	cop	4	21.3	28.6418	29.5142	69.4055	3.96492	65.4406	79.2304	75.2655
29	0.288763	23.3914	20.5796	cop	4	21.3	29.2593	30.1505	70.0199	2.94725	67.0727	81.0058	78.0586



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	30 di 33

30	0.288763	23.849	22.2438	cop	4	21.3	29.8213	30.7297	70.3943	1.83617	68.5581	82.5907	80.7545
31	0.288763	24.2498	23.928	cop	4	21.3	30.3267	31.2504	70.5221	0.628409	69.8936	83.9787	83.3503
32	0.291806	24.8521	25.6436	cop	4	21.3	30.5556	31.4863	70.4987	0	70.4987	85.1671	85.1671
33	0.291806	25.1374	27.3934	cop	4	21.3	30.4961	31.425	70.3416	0	70.3416	86.1448	86.1448
34	0.291806	25.3562	29.1715	cop	4	21.3	30.3491	31.2735	69.9529	0	69.9529	86.8946	86.8946
35	0.291806	25.5049	30.9808	cop	4	21.3	30.1116	31.0288	69.3253	0	69.3253	87.4044	87.4044
36	0.291806	25.5797	32.8253	cop	4	21.3	29.7804	30.6875	68.4499	0	68.4499	87.6606	87.6606
37	0.291806	25.576	34.7089	cop	4	21.3	29.3517	30.2458	67.317	0	67.317	87.6479	87.6479
38	0.291806	25.4883	36.6365	cop	4	21.3	28.8211	29.699	65.9146	0	65.9146	87.3475	87.3475
39	0.291806	25.3103	38.6137	cop	4	21.3	28.1831	29.0416	64.2283	0	64.2283	86.7377	86.7377
40	0.291806	25.0345	40.6471	cop	4	21.3	27.4314	28.267	62.2416	0	62.2416	85.7923	85.7923
41	0.291806	24.1847	42.7445	cop	4	21.3	26.11	26.9053	58.749	0	58.749	82.8802	82.8802
42	0.291806	22.5536	44.9157	cop	4	21.3	24.0519	24.7845	53.3094	0	53.3094	77.2906	77.2906
43	0.291806	20.786	47.1725	cop	4	21.3	21.8957	22.5626	47.6104	0	47.6104	71.2328	71.2328
44	0.291806	18.8693	49.5299	cop	4	21.3	19.6389	20.2371	41.646	0	41.646	64.6646	64.6646
45	0.291806	16.7811	52.0076	cop	4	21.3	17.2733	17.7994	35.3936	0	35.3936	57.5084	57.5084
46	0.291806	14.4913	54.6315	cop	4	21.3	14.7888	15.2393	28.8272	0	28.8272	49.6614	49.6614
47	0.291806	11.9583	57.4382	cop	4	21.3	12.1741	12.545	21.9167	0	21.9167	40.9809	40.9809
48	0.291806	9.12097	60.4814	cop	4	21.3	9.41609	9.7029	14.6272	0	14.6272	31.2575	31.2575
49	0.291806	5.88306	63.8461	cop	4	21.3	6.50099	6.69901	6.9226	0	6.9226	20.1613	20.1613
50	0.291806	2.07452	67.6838	cop	4	21.3	3.41957	3.52373	-1.22157	0	-1.22157	7.10951	7.10951

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10308

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	24.7981	30	0	0	0
2	25.033	29.9805	0.898967	0	0
3	25.2678	29.9654	2.00715	0	0
4	25.5027	29.9546	3.40765	0	0
5	25.7376	29.9481	5.0634	0	0
6	25.9725	29.9459	6.93919	0	0
7	26.2074	29.9481	9.00159	0	0
8	26.4423	29.9546	11.2189	0	0
9	26.6772	29.9654	13.5608	0	0
10	26.912	29.9805	15.9989	0	0
11	27.1469	30	18.5058	0	0
12	27.3893	30.0247	21.127	0	0
13	27.6316	30.0541	23.7452	0	0
14	27.8739	30.0882	26.3313	0	0
15	28.1162	30.127	28.8574	0	0
16	28.3586	30.1706	31.2971	0	0
17	28.6009	30.2191	33.6252	0	0
18	28.8432	30.2725	35.8177	0	0
19	29.0855	30.3308	37.8517	0	0
20	29.3279	30.3942	39.7056	0	0
21	29.5702	30.4627	41.3587	0	0
22	29.8125	30.5364	42.7917	0	0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	31 di 33

23	30.0549	30.6154	43.9862	0	0
24	30.2972	30.6998	44.9248	0	0
25	30.5395	30.7897	45.5916	0	0
26	30.7818	30.8853	45.9713	0	0
27	31.0242	30.9866	46.0503	0	0
28	31.2665	31.0939	45.8156	0	0
29	31.5088	31.2072	45.2559	0	0
30	31.7511	31.3269	44.3609	0	0
31	31.9935	31.453	43.1218	0	0
32	32.2358	31.5858	41.5311	0	0
33	32.4781	31.7255	39.5829	0	0
34	32.7205	31.8725	37.273	0	0
35	32.9628	32.0269	34.599	0	0
36	33.2051	32.1892	31.5605	0	0
37	33.4474	32.3597	28.1592	0	0
38	33.6898	32.5388	24.3998	0	0
39	33.9321	32.727	20.2892	0	0
40	34.1744	32.9247	15.911	0	0
41	34.4167	33.1327	11.5036	0	0
42	34.6591	33.3515	7.1431	0	0
43	34.9014	33.582	2.90283	0	0
44	35.1437	33.8251	-1.13376	0	0
45	35.3861	34.0817	-4.87112	0	0
46	35.6284	34.3533	-8.19885	0	0
47	35.8707	34.6411	-10.9882	0	0
48	36.113	34.9472	-13.0873	0	0
49	36.3554	35.2737	-14.3146	0	0
50	36.5977	35.6234	-14.4498	0	0
51	36.84	36	0	0	0

• Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.03046

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	22.395	30	0	0	0
2	22.6838	29.8719	1.879	0	0
3	22.9725	29.7538	4.15678	0	0
4	23.2613	29.6453	6.74374	0	0
5	23.5501	29.5463	9.56198	0	0
6	23.8388	29.4563	12.5436	0	0
7	24.1276	29.3752	15.6294	0	0
8	24.4163	29.3028	18.7677	0	0
9	24.7051	29.2388	21.9138	0	0
10	24.9939	29.1832	25.0289	0	0
11	25.2826	29.1357	28.3876	0	0
12	25.5714	29.0963	32.2376	0	0
13	25.8602	29.0649	36.4784	0	0
14	26.1489	29.0414	41.0171	0	0
15	26.4377	29.0257	45.7674	0	0
16	26.7264	29.0179	50.6494	0	0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA**
PROGETTO DEFINITIVO
TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	32 di 33

17	27.0152	29.0179	55.5889	0	0
18	27.304	29.0257	60.5166	0	0
19	27.5927	29.0414	65.368	0	0
20	27.8815	29.0649	70.083	0	0
21	28.1703	29.0963	74.6056	0	0
22	28.459	29.1357	78.8835	0	0
23	28.7478	29.1832	82.8682	0	0
24	29.0365	29.2388	86.5146	0	0
25	29.3253	29.3028	89.781	0	0
26	29.6141	29.3752	92.629	0	0
27	29.9028	29.4563	95.0235	0	0
28	30.1916	29.5463	96.9327	0	0
29	30.4804	29.6453	98.3283	0	0
30	30.7691	29.7538	99.1854	0	0
31	31.0579	29.8719	99.4829	0	0
32	31.3467	30	99.2038	0	0
33	31.6385	30.1401	98.2441	0	0
34	31.9303	30.2913	96.506	0	0
35	32.2221	30.4542	93.9669	0	0
36	32.5139	30.6294	90.6074	0	0
37	32.8057	30.8176	86.4124	0	0
38	33.0975	31.0198	81.3708	0	0
39	33.3893	31.2368	75.4771	0	0
40	33.6811	31.4698	68.7318	0	0
41	33.9729	31.7203	61.1431	0	0
42	34.2647	31.99	52.9179	0	0
43	34.5565	32.281	44.4258	0	0
44	34.8483	32.5958	35.8262	0	0
45	35.1401	32.9378	27.3129	0	0
46	35.4319	33.3114	19.1303	0	0
47	35.7237	33.7225	11.5951	0	0
48	36.0155	34.1795	5.13248	0	0
49	36.3074	34.6948	0.341577	0	0
50	36.5992	35.2891	-1.87511	0	0
51	36.891	36	0	0	0

Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	30
	10	10
	50	10
	50	30



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 TRATTA NUOVA ENNA-DITTAINO**

Relazione di stabilità dei fronti di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	40	D 29 RH	GE0005 008	A	33 di 33

	50	36
	44	36
	34	36
	25	30
	X	Y
Material Boundary	25	30
	50	30

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Scenario 2								
Water Table	<table border="1"> <tr><td>X</td><td>Y</td></tr> <tr><td>10</td><td>30</td></tr> <tr><td>50</td><td>30</td></tr> </table>	X	Y	10	30	50	30	Assigned to materials: 		
X	Y									
10	30									
50	30									
Distributed Load	<table border="1"> <tr><td>X</td><td>Y</td></tr> <tr><td>50</td><td>36</td></tr> <tr><td>44</td><td>36</td></tr> <tr><td>38.1035</td><td>36</td></tr> </table>	X	Y	50	36	44	36	38.1035	36	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 13 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
X	Y									
50	36									
44	36									
38.1035	36									