

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

SISTEMAZIONE SUPERFICIE E STRADA DI ACCESSO POZZO DI AREAZIONE FINESTRA VALLEMME

Geotecnica

Relazione di verifica stabilità delle trincee

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing.P.P.Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R O	I N 9 E 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	ALPINA <i>Adriano...</i>	27/09/2013	COCIV <i>[Signature]</i>	27/09/2013	A. Palomba <i>[Signature]</i>	30/09/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Alto Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001-A00.DOCX
-----------	--

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001_A00 Relazione di verifica stabilità delle trincee</p>
	<p>Foglio 3 di 17</p>

INDICE

INDICE.....		3
1. PREMESSA.....		5
2. SCOPO DEL DOCUMENTO.....		5
3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO		6
3.1. Normative, raccomandazioni e strumenti territoriali di riferimento		6
3.2. Riferimenti bibliografici.....		7
3.3. Documenti di riferimento.....		7
4. ANALISI DI STABILITA'		8
4.1. Criteri di verifica in condizioni statiche.....		8
4.2. Criteri di verifica in condizioni sismiche		8
4.3. Descrizione della sezione di verifica.....		9
4.4. Stratigrafia e parametri geotecnici		11
4.5. Verifiche di stabilità della trincea alla pk 0+050.0.....		12

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001_A00
Relazione di verifica stabilità delle trincee

Foglio
4 di 17

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001_A00 Relazione di verifica stabilità delle trincee</p> <p>Foglio 5 di 17</p>

1. PREMESSA

Il presente documento illustra gli aspetti geotecnici connessi alla progettazione esecutiva del Lotto 2 della tratta AV/AC Milano-Genova-III Valico dei Giovi e più in particolare della Strada di accesso al pozzo di areazione della galleria naturale Finestra Val Lemme, nel Comune di Voltaggio (AL).

La nuova viabilità WBS IN9E consiste nell'adeguamento di una strada sterrata esistente che si dirama dalla nuova viabilità NV13 (adeguamento della S.P.163) verso il piazzale del pozzo di areazione, per un'estensione complessiva di 0+145.56 km, sviluppandosi nel comune di Voltaggio.

L'area dell'intervento risulta molto pregiata dal punto di vista paesistico per le sue risorse naturalistiche, essendo posta in prossimità del SIC Capanne di Marcarolo che non viene però interferito dal progetto.

Il presente documento è stato redatto sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche in sito e di laboratorio realizzate nell'ambito della campagna di indagini per il Progetto Preliminare della linea ferroviaria e delle campagne di approfondimento successive propedeutiche allo sviluppo del Progetto Definitivo ed Esecutivo, e con riferimento a quanto riportato nella relazione geologica e nei profili geologici del progetto esecutivo.

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

La finalità del presente documento è la verifica delle trincee definitive individuate nell'ambito della progettazione della nuova viabilità con specifico riferimento alla stabilità globale delle scarpate.

Il presente documento si articola nei seguenti punti:

- 1) la descrizione e la giustificazione delle sezioni di verifica prescelte per le verifiche di stabilità globale delle trincee;
- 2) la descrizione delle verifiche eseguite nell'ambito della stabilità globale con riferimento alle analisi allo stato limite ultimo, sia in condizioni statiche che sismiche;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001_A00 Relazione di verifica stabilità delle trincee
	Foglio 6 di 17

3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1. Normative, raccomandazioni e strumenti territoriali di riferimento

La progettazione delle opere ferroviarie della tratta sarà redatta in ottemperanza dell'Art. 20 della Legge 28 febbraio 2008, n. 31, secondo i dettami normativi antecedenti all'emissione del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, come anche confermato dalla Circolare 5 agosto 2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. L'Art. 20 comma 3 recita *“Per le costruzioni e le opere infrastrutturali iniziate, nonché per quelle per le quali le amministrazioni aggiudicatrici abbiano affidato i lavori o avviato progetti definitivi o esecutivi prima dell'entrata in vigore della revisione generale delle norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture e trasporti 14 settembre 2005, continua ad applicarsi la normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti, fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo”*.

I calcoli e le disposizioni esecutive sono pertanto conformi alle seguenti normative di legge:

- [1] D.M. 11.03.1988 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- [2] Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 “Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative”.
- [3] D.M. 09/01/1996 – “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- [4] Circ. LL.PP. 15 ottobre 1996 n. 252 – Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al DM 09/01/1996.
- [5] D.M. 16/01/1996 – “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.
- [6] Circ. LL.PP. 10 aprile 1997 n. 65 – Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al DM 16/01/1996.
- [7] Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” - Cir. Dir. Cen. Tecn. n° 97/81.
- [8] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003. “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- [9] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316. “Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.03”.
- [10] Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI - (Autorità di Bacino del Fiume Po), approvato con DPCM 24/05/2001.
- [11] EN 1997 Eurocodice 7 “Geotechnical Design”.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001_A00 Relazione di verifica stabilità delle trincee</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 17</p>

[12] RFI “Manuale di progettazione”;

3.2. Riferimenti bibliografici

[13] Bishop A.W. (1955) – “The use of slip circle on the stability analysis of slopes” – Geotechnique, vol. 5, n.1, pp.7-17.

3.3. Documenti di riferimento

- [14] Relazione geotecnica delle tratte all'aperto IG5102ECVRBGE0001001A00
- [15] Relazione sismica delle tratte all'aperto IG5102ECVRHGE0001001A00
- [16] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme - Relazione geologica e geomorfologica
IG5102ECVRGGN14QX002B00
- [17] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme - Relazione idrogeologica
IG5102ECVRGGN14QX005B00
- [18] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme - Relazione geotecnica
IG5102ECVRGGN14QX001B00
- [19] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme – Carta geologica, geomorfologica con ubicazione
indagini geognostiche IG5102ECVG5GN14QX001B00
- [20] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme – Carta idrogeologica con ubicazione indagini
geognostiche e punti d'acqua IG5102ECVG5GN14QX002B00
- [21] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme – Planimetria ubicazione indagini geognostiche
IG5102ECVP5GN14QX001B00
- [22] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme – Profilo geomeccanico e monitoraggio
IG5102ECVF5GN14QX001C00
- [23] Galleria naturale Cunicolo Val Lemme – Profilo geomeccanico e monitoraggio
IG5102ECVF5GN14QX002C00
- [24] Adeguamento SP7/SP163 della Castagnola – Tratto 2 – Relazione geologica,
geomorfologica e idrogeologica IG5102ECVRGNV1300006B00
- [25] Adeguamento SP7/SP163 della Castagnola – Tratto 2 – Relazione geotecnica
IG5102ECVRBNV1300002B00
- [26] Adeguamento SP7/SP163 della Castagnola – Tratto 2 – Carta geologica, geomorfologica
con indicazione indagini geognostiche Tav. 8/10 IG5102ECVG7NV1300008B00
- [27] Adeguamento SP7/SP163 della Castagnola – Tratto 2 – Profilo geologico - geotecnico Tav.
9/12 IG5102ECVAZNV1300013B00
- [28] Adeguamento SP7/SP163 della Castagnola – Tratto 2 – Sezioni geologico - geotecniche
Tav. 5/8 IG5102ECVW9NV1300014B00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RO-IN9E-00-001_A00 Relazione di verifica stabilità delle trincee
	Foglio 8 di 17

[29] Strada di accesso al pozzo di ventilazione Val Lemme - Relazione geotecnica
 IG5102ECVRBIN9E00001A00

4. ANALISI DI STABILITA'

Le analisi di stabilità sono state condotte mediante il codice di calcolo STABL for Windows vers.3.0 (Geotechnical Software Solutions). Tale programma si basa sulla teoria dell'equilibrio limite, effettuando la ricerca automatica delle superfici di rottura con coefficiente di sicurezza minimo.

Il fattore di sicurezza è stato valutato con il metodo di Bishop (1955), per il caso statico e sismico.

4.1. Criteri di verifica in condizioni statiche

In condizioni statiche il coefficiente di sicurezza minimo ottenuto dal programma dovrà risultare superiore ad 1.3 in base a quanto previsto dal DM 1988.

Considerato che il carico permanente ed il carico variabile da traffico posizionati sul fondo scavo delle trincee definitive costituirebbero per le verifiche in oggetto una forza stabilizzante, è stato scelto cautelativamente di non considerarli. Si è ipotizzato, invece, il possibile passaggio di eventuali mezzi di cantiere sul ciglio della scarpata, applicando un carico distribuito q di intensità pari a 10 kPa, di larghezza 3 m posizionato tra 2 e 5 m dal ciglio della scarpata.

4.2. Criteri di verifica in condizioni sismiche

In condizioni sismiche il coefficiente di sicurezza minimo ottenuto dal programma e dovrà risultare superiore ad 1.1 in base a quanto previsto dal DM 1988.

Il comune interessato dall'intervento, Voltaggio (AL), in base alle prescrizioni di cui alla OPCM n. 3274 del 20.03.2003 per quanto concerne la classificazione sismica del territorio nazionale, ricade in zona 3 pertanto il coefficiente di intensità sismica (C) è calcolato assumendo un grado di sismicità $S=6$:

$$C = \text{coefficiente di intensità sismica} = (S - 2) / 100 = 0.04$$

L'azione sismica orizzontale e verticale valgono:

$$F_H = I \times C \times \varepsilon \times R \times W$$

$$F_V = 0.5 F_H$$

dove:

- I coefficiente di protezione sismica assunto =1;
- C coefficiente di intensità sismica =0.04;
- ε coefficiente di fondazione assunto =1.0;
- R coefficiente di risposta, assunto =1;
- W peso della massa in potenziale movimento;

Nel programma di calcolo l'azione sismica è inserita attraverso i coefficienti sismici K_h e K_v , ottenuti dividendo le rispettive forze di inerzia per il peso del terreno W .

I valori impiegati per il caso in esame sono:

$$K_h = 0.04$$

$$K_v = 0.02$$

4.3. Descrizione della sezione di verifica

La sezione da sottoporre a verifica è stata individuata esaminando lungo lo sviluppo della WBS IN9E la geometria delle trincee, le caratteristiche dei terreni di fondazione e le condizioni sismiche di progetto. In base ai suddetti elementi è stata definita la sezione più gravosa cosicché il soddisfacimento delle verifiche possa essere esteso alle restanti sezioni di progetto della WBS caratterizzate da condizioni meno gravose con riferimento alla stabilità globale.

La verifica della trincea di altezza massima (≈ 3.0 m) è stata condotta considerando la sezione di calcolo n.6 alla pk. 0+050, illustrata nella seguente figura.

Nella sezione di calcolo, a valle della viabilità in oggetto, si osserva l'allargamento verso monte previsto nell'ambito dell'adeguamento della SP163 (WBS NV13) con scarpata protetta da gabbioni.

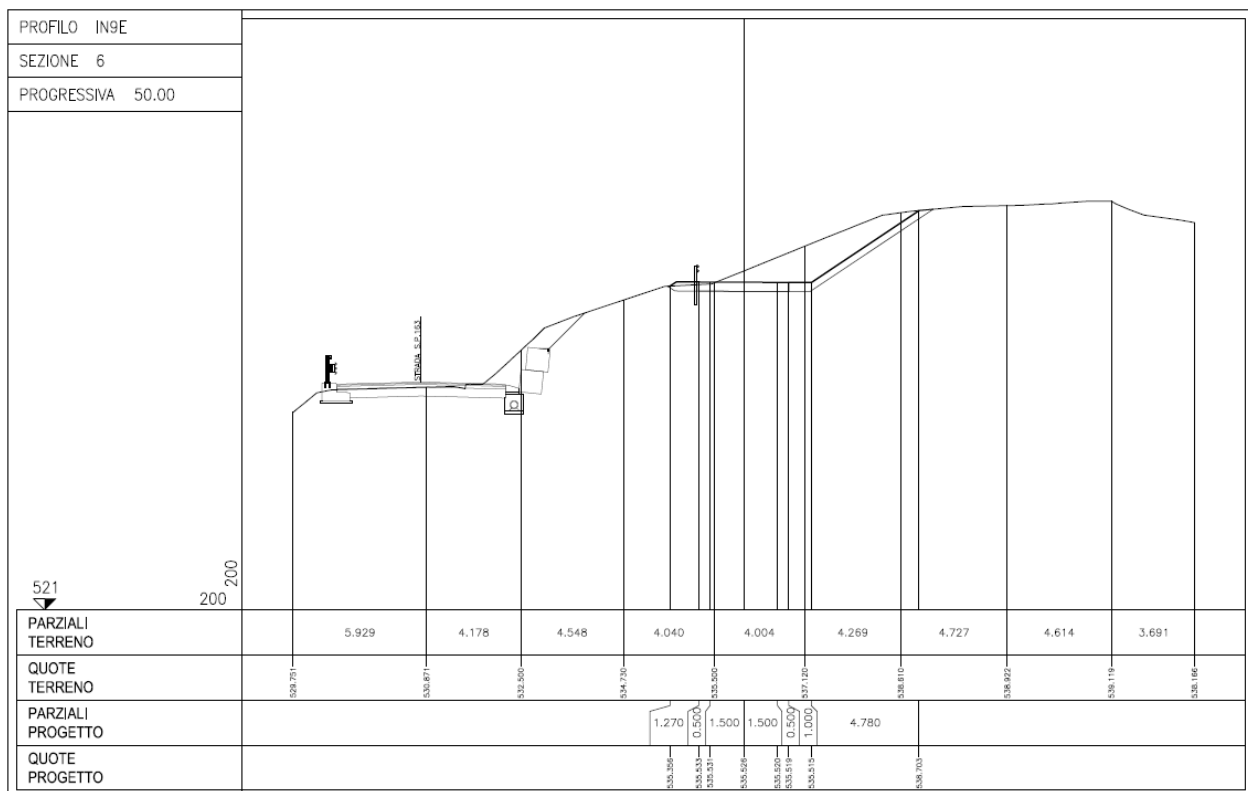


Figura 4-1 Sezione di calcolo n. 6 alla pk 0+050.0

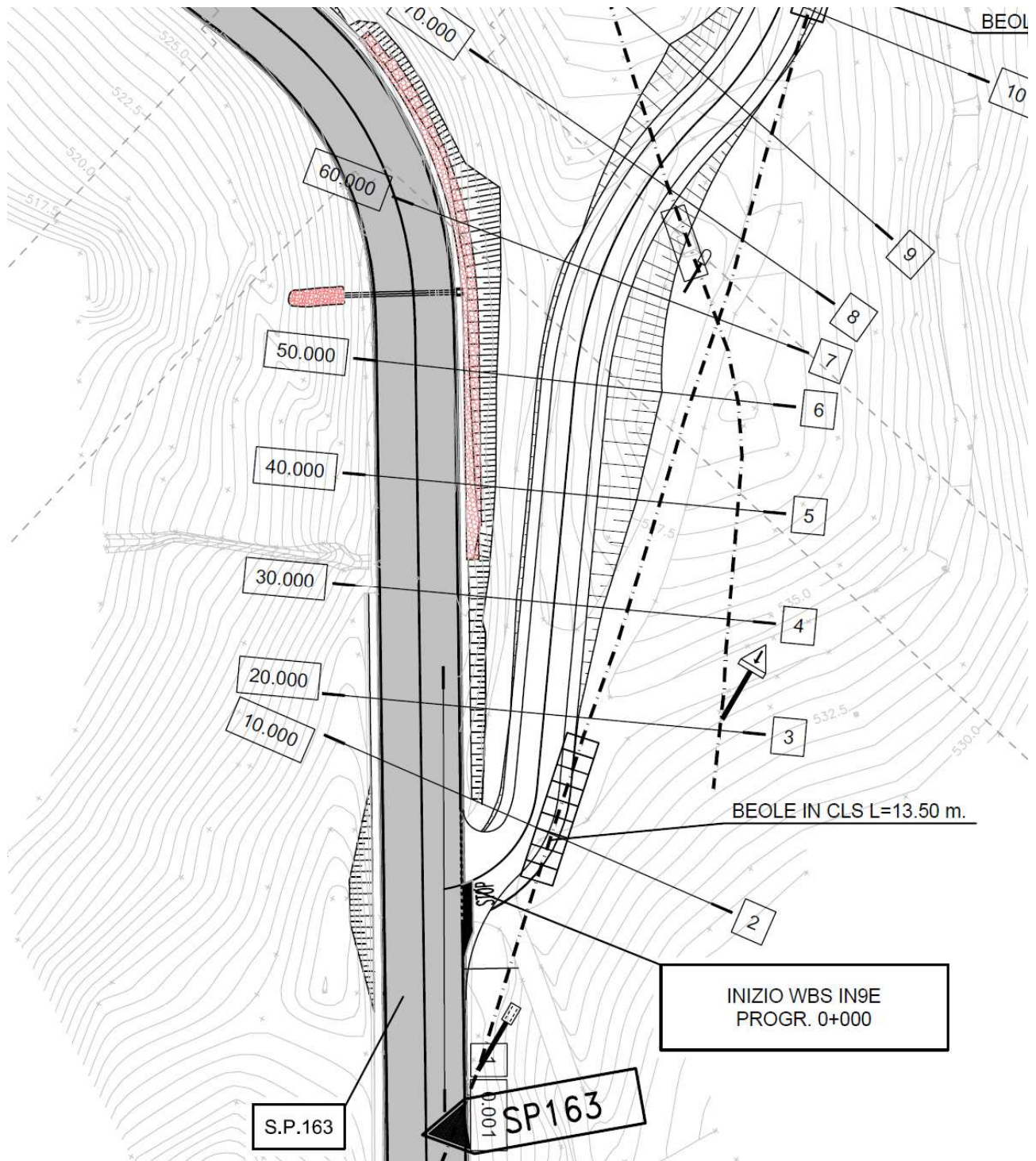


Figura 4-2 Stralcio planimetrico in corrispondenza della sezione di calcolo n. 6 alla pk 0+050.0

4.4. Stratigrafia e parametri geotecnici

La stratigrafia di calcolo è stata desunta dal profilo geologico:

Tabella 4-1 Stratigrafia di calcolo – Sezione di verifica pk 0+050.00

<i>Unità geotecnica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Dalla quota</i>	<i>Alla quota</i>
<i>dt_LA</i>	Depositi di versante	p.c.	-4.0 m
<i>aP_alt</i>	Cappellaccio Argille a Palombini	-4.0 m	-9.0 m
<i>aP</i>	Argille a Palombini	Oltre -9.0 m	

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica [29] contenente i parametri geotecnici definiti a partire dai risultati delle indagini geognostiche.

In analogia con le verifiche di stabilità eseguite per l'NV13, per le gabbionature sono state adottate le seguenti caratteristiche di resistenza a taglio:

$$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0$$

$$\phi = 45^\circ$$

Al materiale di riempimento a tergo delle gabbionate (difficilmente compattabile) sono state assegnate cautelativamente le seguenti caratteristiche di resistenza a taglio:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0$$

$$\phi = 34^\circ$$

I parametri geotecnici assunti per le verifiche di stabilità sono sintetizzati nella tabella seguente:

Tabella 4-2 Parametri geotecnici – Sezione di verifica pk 0+050.00

<i>Profondità da p.c.</i>		<i>Descrizione</i>	<i>Unità</i>	<i>Peso di volume</i>	<i>Parametri di resistenza</i>	
da	a			γ	ϕ'	c'
[m]	[m]			[kN/m ³]	[°]	[kPa]
		Gabbioni	<i>gab</i>	22	45.0	0
		Rinterro gabbioni	<i>rit</i>	19	34.0	0
p.c.	-4.0	Limo argilloso	<i>dt_LA</i>	20	30.0	5
-4.0	-9.0	Cappellaccio Argille a Palombini	<i>aP_alt</i>	26	40	31
Oltre -9.0		Argille a Palombini	<i>aP</i>	26	50	36

4.5. Verifiche di stabilità della trincea alla pk 0+050.0

Nel seguito si riportano i risultati dell'analisi di stabilità della trincea a lungo termine, ipotizzando sia un meccanismo di rottura di tipo locale, che interessa la sola scarpata della viabilità in oggetto, sia un meccanismo di tipo globale, che interessa anche la viabilità sottostante dell'NV13.

Le verifiche sono condotte considerando la presenza della falda al contatto tra i depositi di versante ed il cappellaccio di alterazione del substrato roccioso.

GEOMETRIA DI CALCOLO

Problem: Trincea IN9E - Sezione 6 pk 0+050 - Verifica di stabilità statica

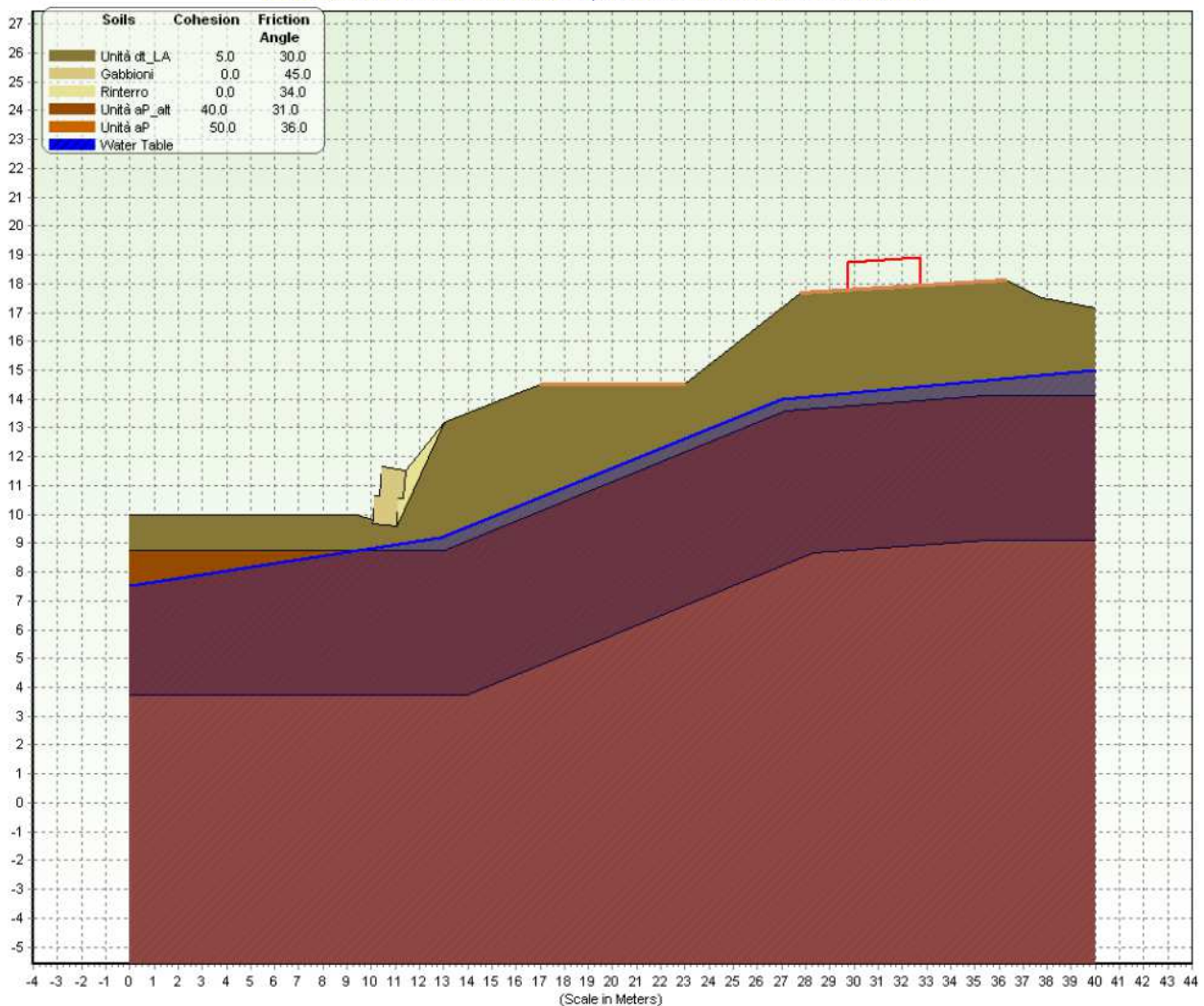


Figura 4-3 IN9E – Geometria della sezione di calcolo pk 0+050.0

VERIFICA DI STABILITA' LOCALE IN CONDIZIONI STATICHE

Problem: Trincea IN9E - Sezione 6 pk 0+050 - Verifica di stabilità locale - Condizioni statiche - FS Min- Bishop = 1.914

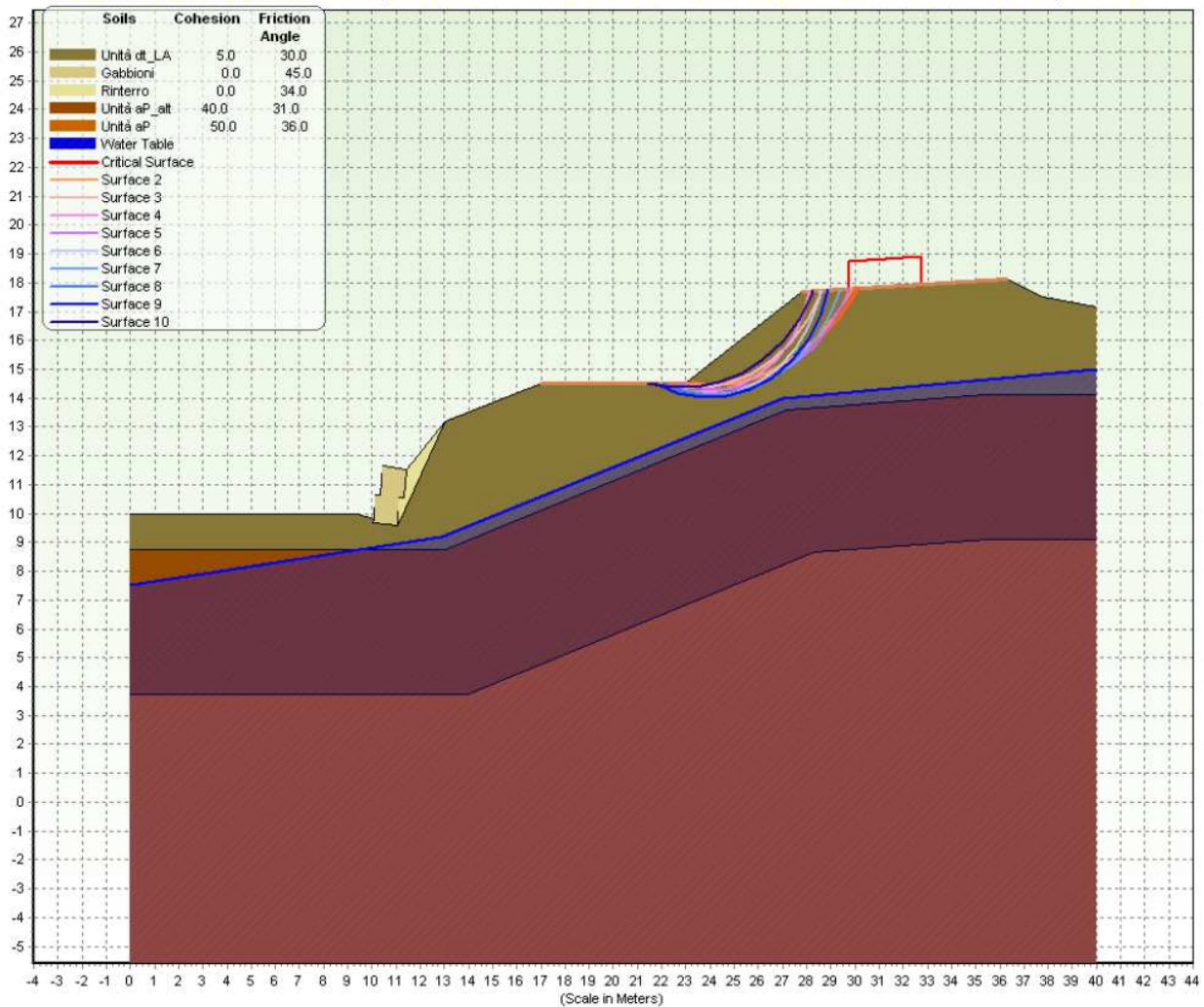


Figura 4-4 IN9E – Verifica di stabilità locale in condizioni statiche sezione pk 0+050.00

VERIFICA DI STABILITA' LOCALE IN CONDIZIONI SISMICHE

Problem: Trincea IN9E - Sezione 6 pk 0+050 - Verifica di stabilità locale - Condizioni sismiche - FS Min- Bishop = 1.782

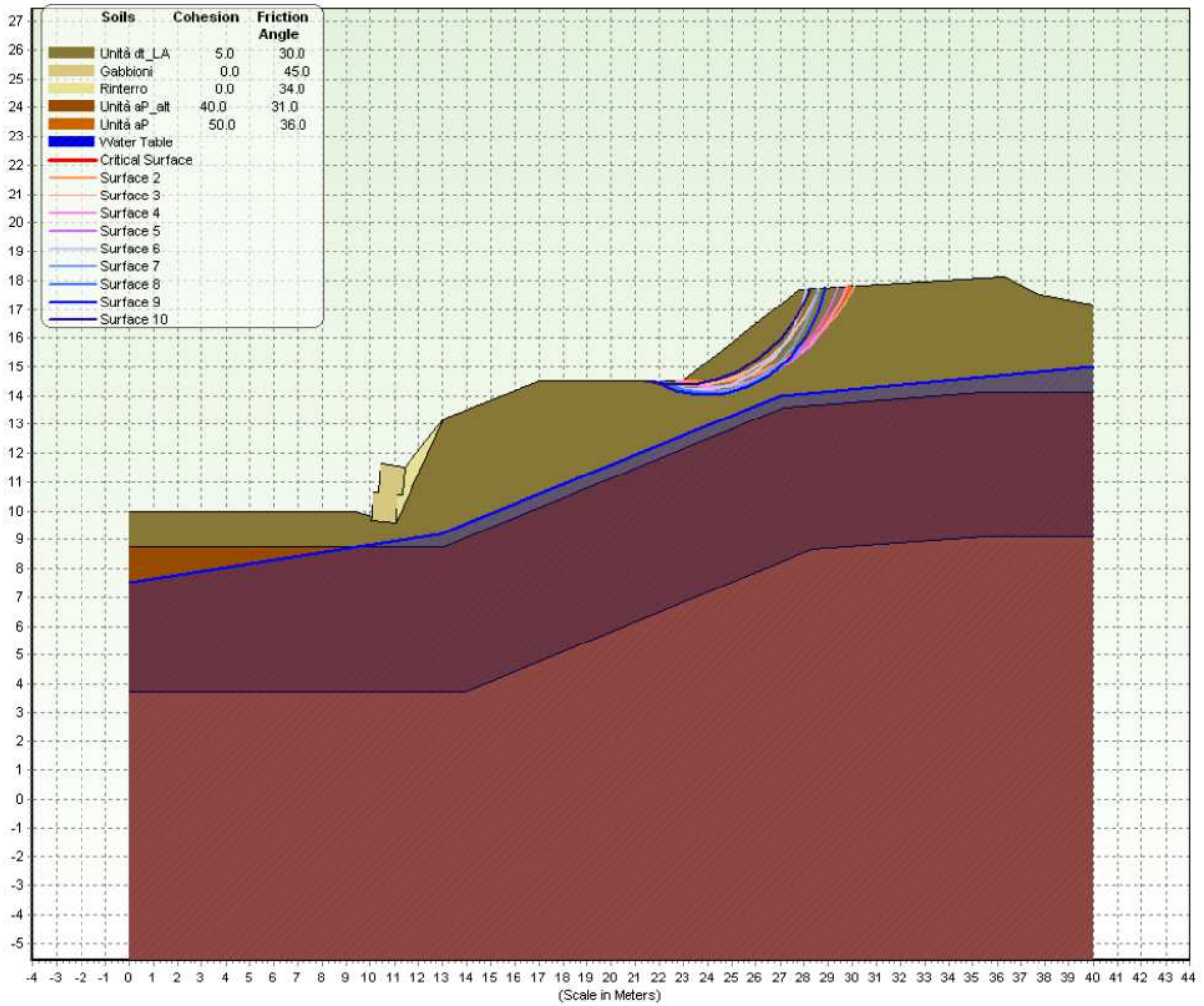


Figura 4-5 IN9E – Verifica di stabilità locale condizioni sismiche sezione pk 0+050.00

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE IN CONDIZIONI STATICHE

Problem: Trincea IN9E - Sezione 6 pk 0+050 - Verifica di stabilità globale - Condizioni statiche - FS Min- Bishop = 2.494

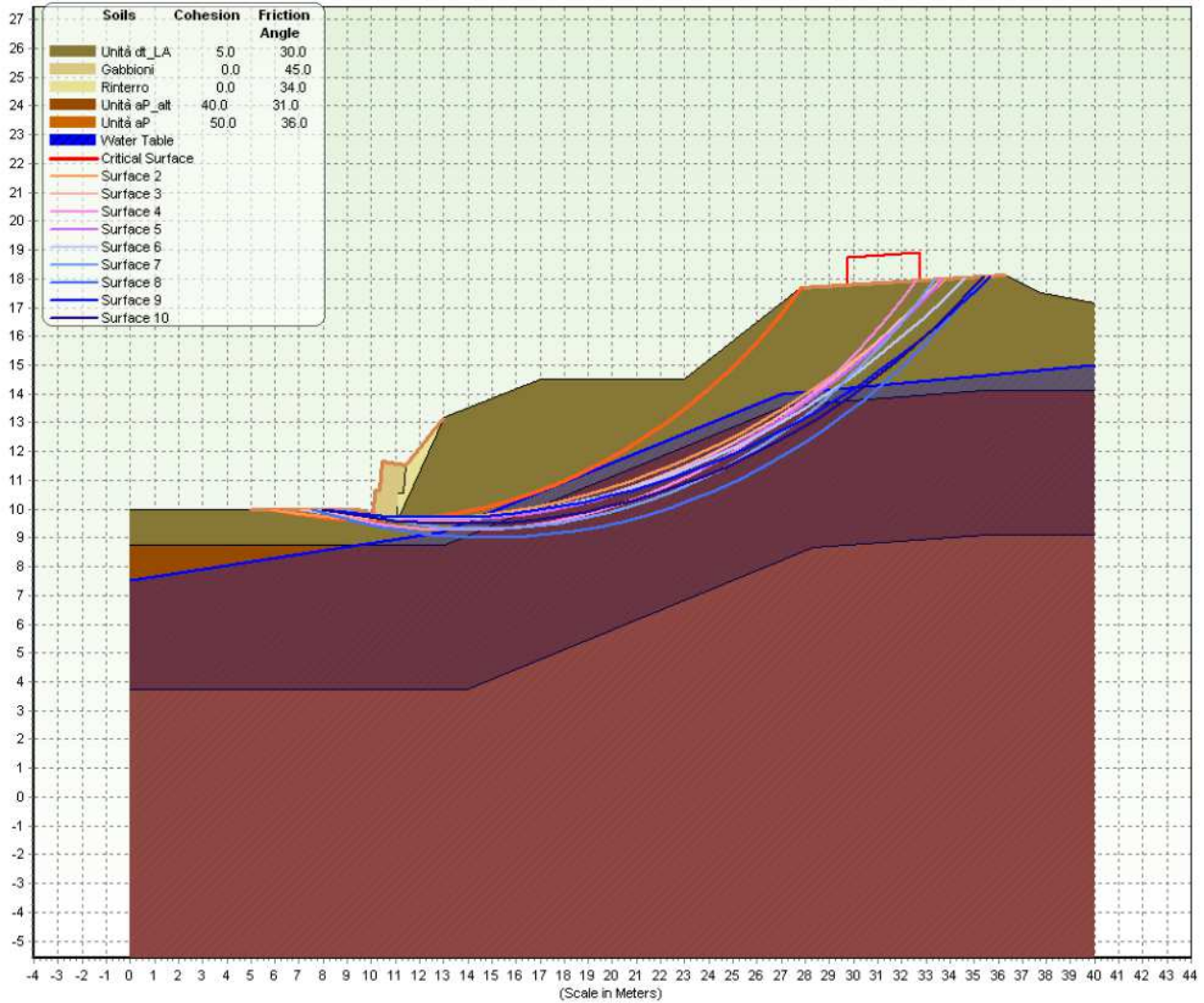


Figura 4-6 IN9E – Verifica di stabilità globale in condizioni statiche sezione pk 0+050.00

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE IN CONDIZIONI SISMICHE

Problem: Trincea IN9E - Sezione 6 pk 0+050 - Verifica di stabilità globale - Condizioni sismiche - FS Min- Bishop = 2.207

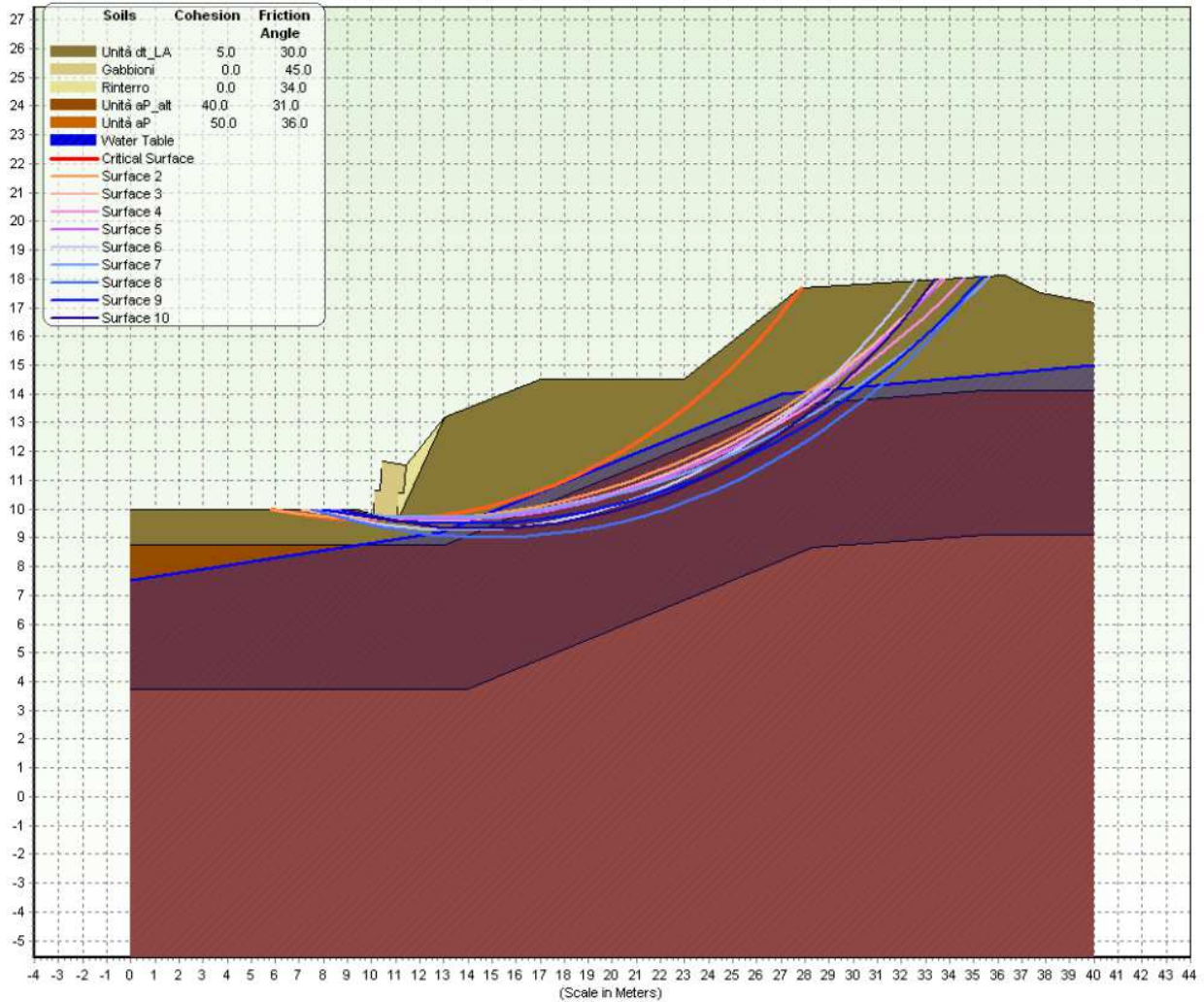


Figura 4-7 IN9E – Verifica di stabilità globale condizioni sismiche sezione pk 0+050.00

Tabella 4-3 Riepilogo risultati analisi di stabilità – Sezione di verifica pk 28+850

Meccanismo rottura	Analisi	Sovraccarico q (kPa)	FS_{min}	FS	Verifica
Locale	Statica	10	1.914	1.3	SI
	Sismica	-	1.782	1.1	SI
Globale	Statica	10	2.494	1.3	SI
	Sismica	-	2.207	1.1	SI

I risultati delle verifiche condotte mostrano che la trincea risulta stabile in tutte le condizioni esaminate.