

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Prof.Ing. Marco Petrangeli	Ing. Piergiorgio GRASSO
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche 

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

Relazione Tecnica Perizia Differenziale. Variante VI01

VI01 – Viadotto a doppia campata dal km 17+391.00 al km 17+431.00

APPALTATORE <b>IMPRESA PIZZAROTTI &amp; C. S.p.A.</b> Dott. Ing. Sabino Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO Ing. Sabino DEL BALZO  23/06/2020	SCALA:
	-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	E	P	M	D	0	0	0	0	0	0	1	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	G. Liporace	24/02/2020	A. Tagliaferri	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	Prof.Ing.Marco PETRANGELI
B	Revisione a seguito istruttoria ITF	A. Tagliaferri	23/06/2020	M. Pietrantoni	23/06/2020	P. Grasso	23/06/2020	 23/06/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.EP.MD.00.0.0.001.B.doc

n. Elab.:

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INDAGINI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>SOLUZIONI DELLE OPERE PROVVISORIALI DEL PD.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>RISULTATI DELLE INDAGINI ED EFFETTI SULLE OPERE .....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>IMPORTO DI PERIZIA.....</b>	<b>9</b>

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Relazione Tecnica Perizia Differenziale VI01</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>EP</td> <td>MD0000001</td> <td>B</td> <td>3 di 9</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	EP	MD0000001	B	3 di 9
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	EP	MD0000001	B	3 di 9								

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono descritte le modifiche apportate al Progetto Definitivo posto a base di gara (in seguito PD) a seguito dell'acquisizione dei risultati delle indagini geognostiche e geotecniche condotte in sede di progettazione esecutiva (PE).

Con l'acquisizione di tali risultati si sono evidenziate modifiche delle condizioni geologico-geotecniche rispetto a quanto riportato nel PD, con la necessità di introdurre alcune varianti alle opere provvisorie delle fondazioni del viadotto VI01.

## 2 INDAGINI DI RIFERIMENTO

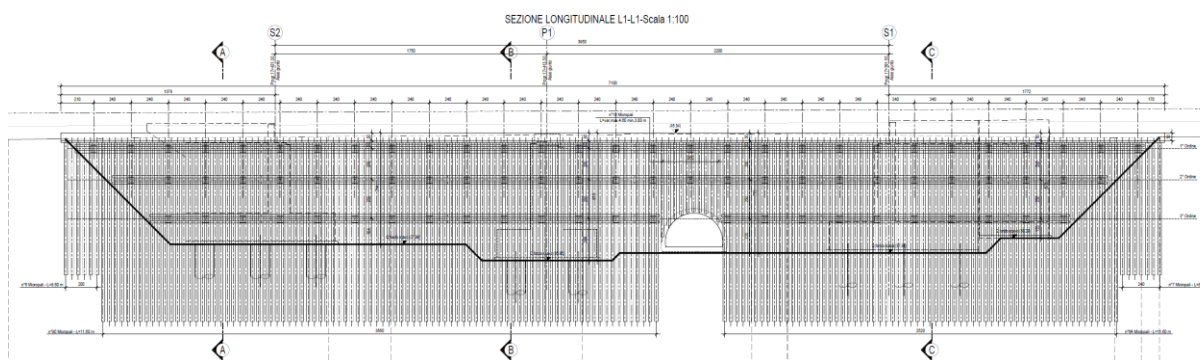
Per il PD era disponibile il sondaggio IF15R51 attrezzato con piezometro.

Per il PE è stato eseguito un nuovo sondaggio S-PE22 attrezzato con piezometro.

## 3 SOLUZIONI DELLE OPERE PROVVISORIALI DEL PD

Per il sostegno degli scavi di fondazione lungo linea il progetto definitivo prevede paratie di micropali con 3 ordini di tiranti. L'asse della paratia è ad una distanza di 2.60m dall'asse del binario esistente.

Gli scavi di fondazione sono profilati con pendenze  $h/b=1/1$ .



VI01 - PROSPETTO PARATIA PD

## 4 RISULTATI DELLE INDAGINI ED EFFETTI SULLE OPERE

Oltre alle piccole modifiche della geometria di dettaglio delle opere provvisorie scaturite dalla definizione di dettaglio delle condizioni topografiche locali, le indagini geognostiche e geotecniche condotte in sede di progetto esecutivo hanno evidenziato condizioni di sottosuolo diverse rispetto a quanto proposto nel PD. Tali variazioni, non prevedibili in sede di analisi del PD da parte dell'Appaltatore, ricadono tra le *circostanze impreviste e imprevedibili* previste dal comma 1 lettera c) dell'art. 106 del D. Lgs. 50/2016 perché accertate solo con l'integrazione delle

indagini condotte in sede di PE da parte dell'appaltatore e non prevedibili sulla base delle indagini eseguite in sede di PD e delle evidenze di carattere geologico-geomorfologico ricavabili da rilievi di superficie.

Per esplicitare le differenze di sottosuolo emerse con l'esecuzione delle indagini, nella scheda seguente si riporta il modello geotecnico adottato in sede di PD, così come indicato nella relazione di calcolo delle opere provvisionali IF0H12D11CLVI0100002A allegata ai documenti di gara contrattuali.

<b>MODELLO GEOTECNICO</b>									
Quota 0 coincidente con estradosso Cordolo paratia posto a						<b>0</b>	m da P.C.		
0	Litotipo	Potenza m	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	c' KPa	$\phi'$	E <sub>0</sub> MPa	E <sub>vc</sub> MPa	E <sub>ur</sub> MPa	
<b>FALDA</b> -2.5m	<b>Unità ba2</b> Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni attuali e recenti)	ba1	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>120</b>	<b>25</b>	<b>40</b>
-5	<b>Unità TGC2</b> Cenere sabbiosa, sabbioso-limosa (Tufo grigio campano)	TGC2	<b>12</b>	<b>18.5</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>300</b>	<b>60</b>	<b>96</b>
-10	<b>Unità MDL3</b> Argille limose (Unità di Maddaloni)	MDL3	<b>2.5</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	<b>80</b>	<b>240</b>
-17	<b>Unità MDL1</b> Ghiaia sabbiosa (Unità di Maddaloni)	MDL1	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>500</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
-19.5	<b>Unità MDL3</b> Argille limose (Unità di Maddaloni)	MDL3		<b>20</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	<b>80</b>	<b>240</b>
-25.5									

Si specifica che il livello di falda riportato in questa tabella è indicato erroneamente alla profondità di 2.5 m mentre nei modelli di calcolo del PD si assume a 11 m dal p.c..

La prima differenza significativa che si ricava dalla definizione di dettaglio del modello geotecnico adottato in sede di PE è la presenza di materiali di riporto incoerenti costituenti il rilevato ferroviario esistente, che interessa i primi 6 metri di scavo a partire dal cordolo sommitale della paratia di micropali.

Inoltre, il sondaggio integrativo S-PE22 eseguito nella campagna di indagini di PE ha evidenziato la presenza di terreni di natura alluvionale dal piede del rilevato ferroviario esistente fino alla profondità di 6 m, dove il sondaggio ha intercettato il tufo TGC2. Il precedente sondaggio di PD aveva invece interessato uno spessore di terreni alluvionali di soli 4 m.

Da quanto si evince dai due profili geotecnici proposti rispettivamente nel PD e nel PE, i terreni alluvionali sono costituiti da alternanze di materiali a varia granulometria, ma con una preponderanza di terreni a grana fine (ba3) fino alla profondità di circa 3 m, al di sotto della quale si incontra uno strato/lente di spessore variabile di terreni prevalentemente sabbiosi (ba2). Tale strato sabbioso era ipotizzato di spessore inferiore al metro nel PD, mentre raggiunge una potenza di circa 2 m in corrispondenza della pila del viadotto. Al di sotto dello strato sabbioso riprende l'alluvione limo-argillosa (ba3) fino all'incontro del tufo.

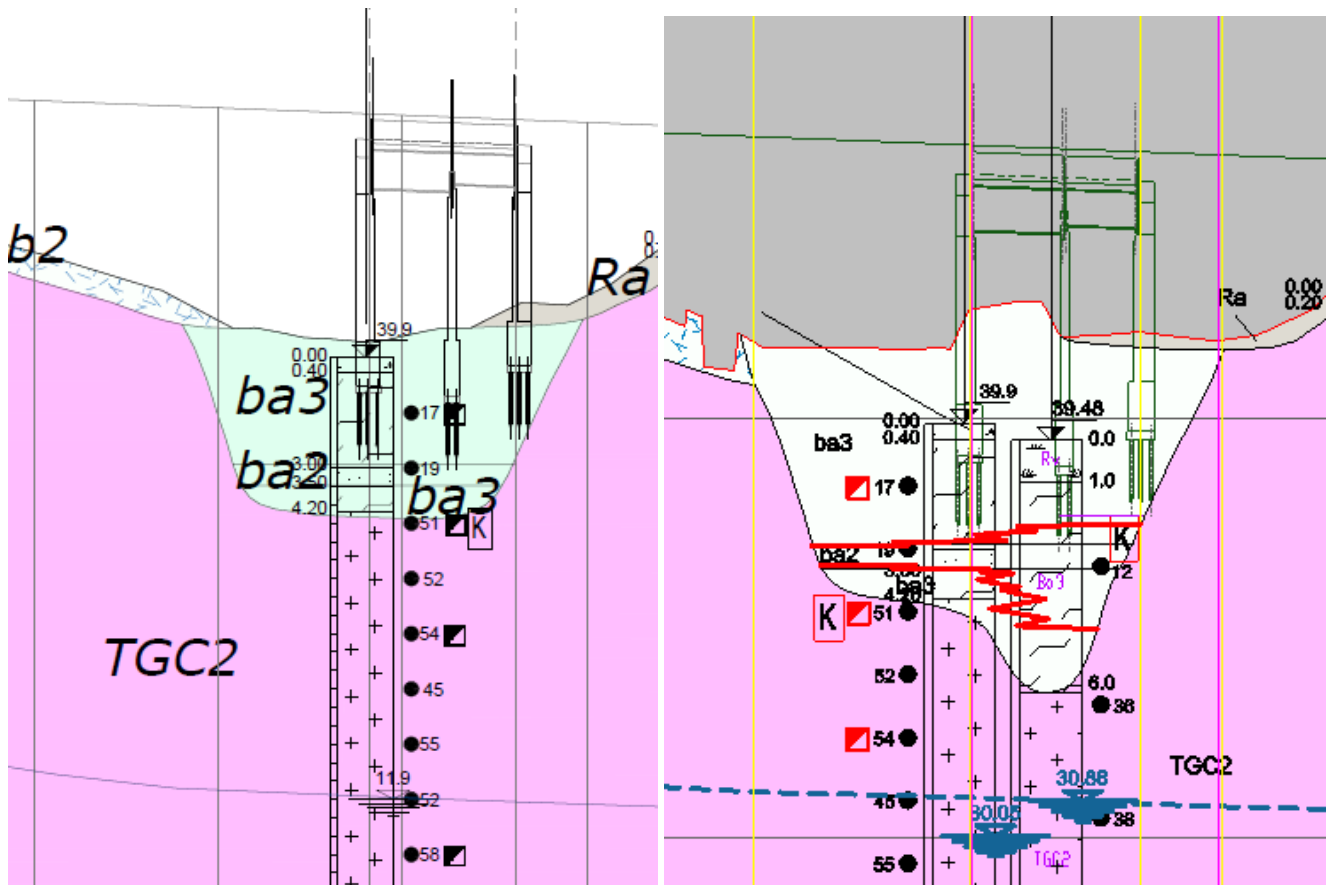


Fig. 1 – Stralcio del profilo geotecnico di PD (a sinistra) e del PE (a destra)

Nella relazione geotecnica generale del PD la formazione ba3 era caratterizzata da un angolo di attrito nel range  $\varphi'=24-27^\circ$ , mentre la formazione sabbiosa ba2 da un range  $\varphi'=31-35^\circ$ .

Tali range di valori sono stati sostanzialmente confermati in sede di PE.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Relazione Tecnica Perizia Differenziale VI01</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA EP	DOCUMENTO MD0000001	REV. B	FOGLIO 6 di 9

Dalla stratigrafia del sondaggio S-PE22 emerge che i terreni attraversati da 0 a 6 m dal p.c. sono definiti come materiali limoso-argilloso-sabbiosi, quindi come un “unicum” non molto distinguibile, come è usuale nei materiali alluvionali.

Tale fitta e forte eterogeneità e variabilità è confermata anche dai risultati delle prove di laboratorio eseguite in sede di PE che hanno evidenziato valori dell'angolo di attrito di 32° alla profondità di 2-2.5m, di 30° alla profondità di 4-4.5m (da una prova di taglio diretto) e di 27.5° sempre alla profondità di 4-4.5m ma da una prova triassiale.

Nella modellazione geotecnica di calcolo adottata in sede di PE per il dimensionamento delle opere provvisorie è apparso lecito e congruente unificare l'intero strato alluvionale caratterizzato da lenti, strati e interdigitazioni, non definibili nel dettaglio a causa della già citata eterogeneità, fisiologica per i terreni di natura alluvionale.

Si è adottato quindi un terreno con angolo di attrito medio pari a 30° che rappresenta sia la media dei tre campioni prelevati in sede di PE, sia la media tra i parametri (adottati sia nel PD sia nel PE) per la formazione ba3 ( $\varphi'=24-27^\circ$ ) e per la formazione ba2 ( $\varphi'=31-35^\circ$ ).

Sulla base di questi dati il modello geotecnico adottato in sede di PE è quindi il seguente.

**Tabella 1: Stratigrafia e parametri geotecnici di riferimento**

Profondità da p.c.(*) [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]
da +6.0 a 0.0	Rilevato esistente	20	35	0	50
da 0.0 a -6.0	ba3/ba2	19.5	30	0	30
da -6.0 a -19.0	TGC1/TGC2	18	35	0	60
da -19.0 a -22.0	MDL3	20	25	25	80

(\*) Per piano di campagna (p.c.) si intende la quota del terreno naturale al piede del rilevato ferroviario esistente

Questo nuovo modello geotecnico comporta **due sostanziali conseguenze.**

### 1) DIMENSIONAMENTO DEI TIRANTI

Nel PD i bulbi dei tiranti erano impostati nel tufo, ipotizzato 5m sotto la quota del cordolo della paratia, con un valore di adesione laterale tipico per questi terreni pari a 200 kPa avendo adottato la tecnica delle iniezioni ripetute e selettive IRS. Si tratta di valori che non possono essere applicati a materiali sciolti, sia che si tratti di rilevati ferroviari (presenti fino a 6 m dal cordolo) sia dei sottostanti terreni alluvionali (fino a 12 m dalla testa del cordolo). L'impossibilità di adottare questi valori di adesione laterale deriva anche dal fatto di non poter adottare la tecnologia IRS (quantomeno con i criteri standard) in alcuni terreni, quali ad esempio nei rilevati ferroviari (con linea in esercizio) e nei terreni alluvionali superficiali, in entrambi i casi anche per la scarsa copertura di terreno al

Relazione Tecnica Perizia Differenziale VI01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	EP	MD0000001	B	7 di 9

di sopra del bulbo che non consente di raggiungere le pressioni previste per adottare la tecnologia IRS (vedi sezione seguente).

Di conseguenza in sede di PE si è proceduto alla revisione della geometria delle tirantature allungando sia la parte libera sia il bulbo in modo da garantire il contributo dei tiranti necessario per il corretto funzionamento della berlinese.

Per il calcolo a filamento dei tiranti è stato quindi adottato un valore di adesione laterale congruente con le caratteristiche geotecniche dei terreni alluvionali per i primi due ordini di tiranti e di un'adesione media tra quella della formazione alluvionale e quella del tufo TGC2 per il terzo ordine.

Le lunghezze dei bulbi di fondazione risultano di conseguenza maggiori di quelle previste nel PD.

Questa nuova circostanza è mostrata in una delle sezioni di PE riportata nella figura seguente.

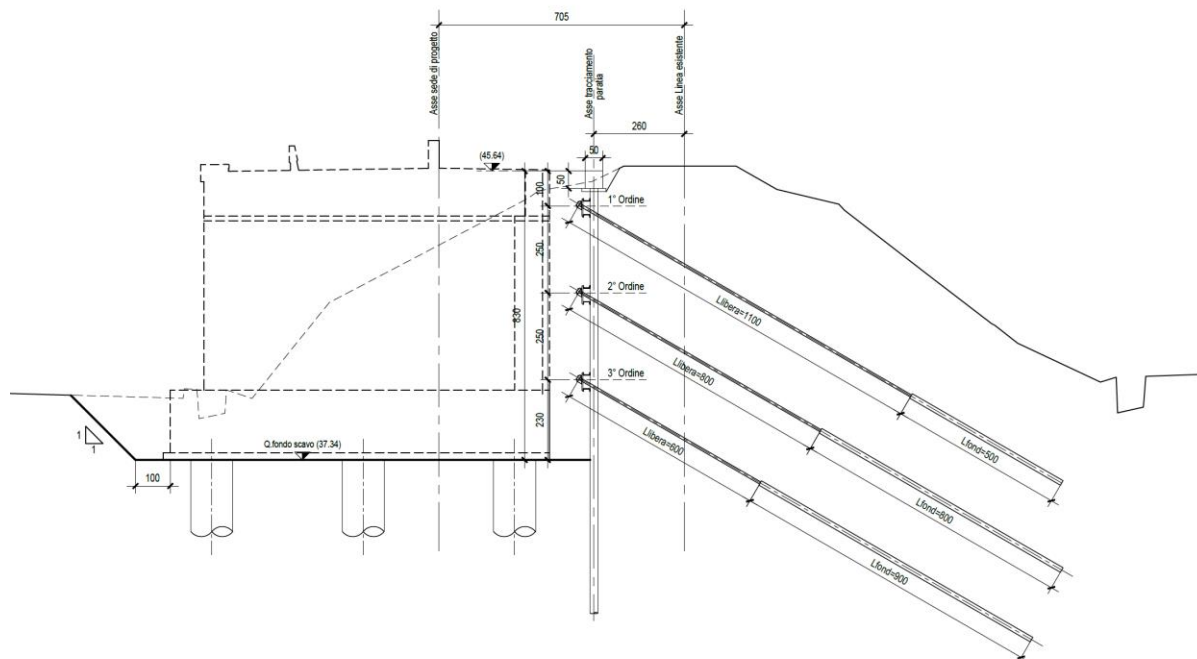


Fig. 2 – Sezione di scavo del PE

## 2) STABILITA' DEGLI SCAVI DI FONDAZIONE E SVILUPPO DELLE PARATIE

Come già detto, il PD prevede una profilatura degli scavi con pendenza  $H/B=1/1$ .

La verifica di stabilità di questi scavi con il modello geotecnico del PE dimostra che la pendenza di questi scavi non garantisce la sicurezza delle lavorazioni. L'aspetto di maggiore criticità deriva dal fatto che si tratta di scavi di quasi 8 m di profondità in fregio alla linea esistente (mantenuta in esercizio) e che interessano anche i terreni del rilevato esistente. Un dissesto di queste scarpate avrebbe quindi ripercussioni anche sul traffico della linea in esercizio.

I risultati di queste verifiche sono riportati nello schema seguente. Il coefficiente di 0.88 non è accettabile anche se relativo a opere di carattere temporaneo.

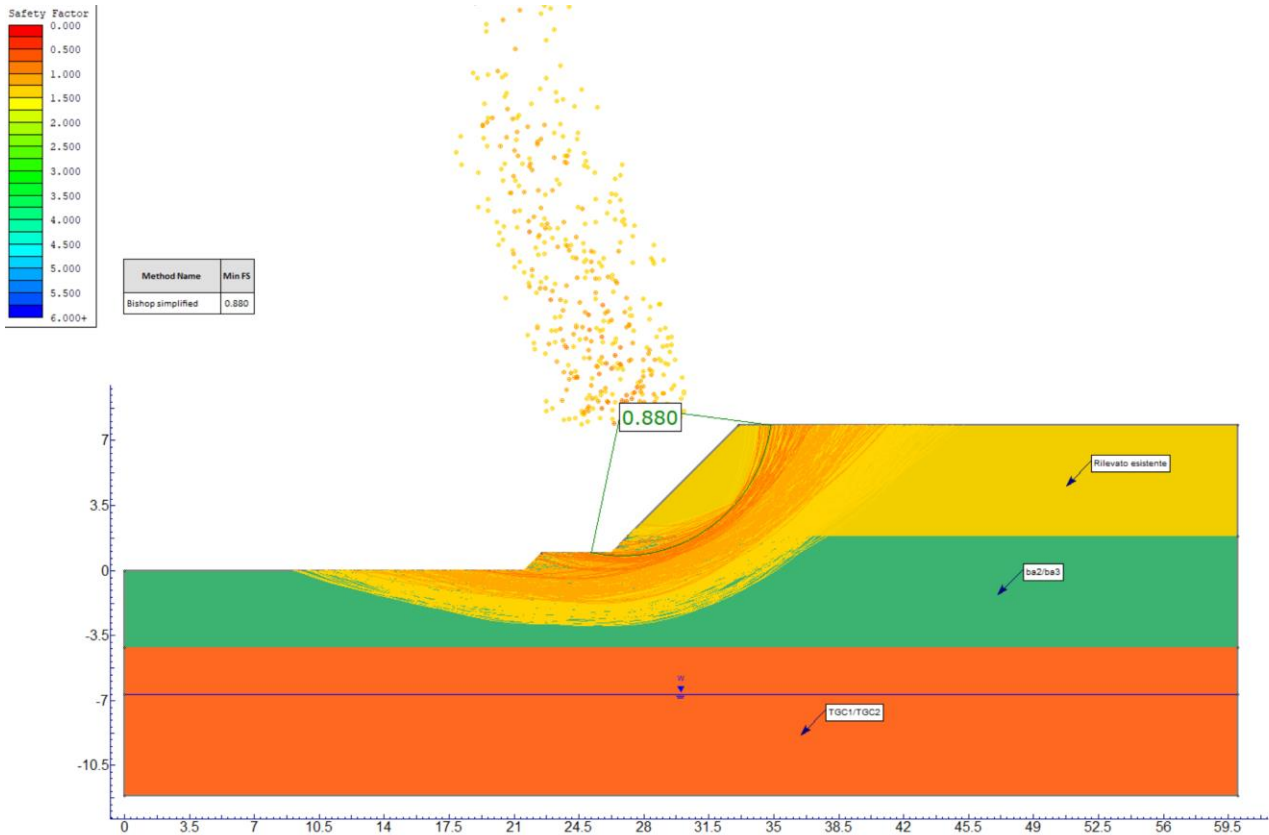


Fig. 3 – Verifica di stabilità degli scavi di PD con pendenza  $H/B=1/1$

E' risultata quindi necessaria una riprofilatura degli scavi con pendenza  $h/b=2/3$ , che garantisce invece la stabilità di scavi a breve termine anche su terreni incoerenti.

Oltre all'aumento del volume degli scavi la conseguenza di questa modifica è quella di un allungamento dello sviluppo della paratia a difesa del rilevato ferroviario.

Si riporta di seguito il prospetto della paratia adottata nel PE.

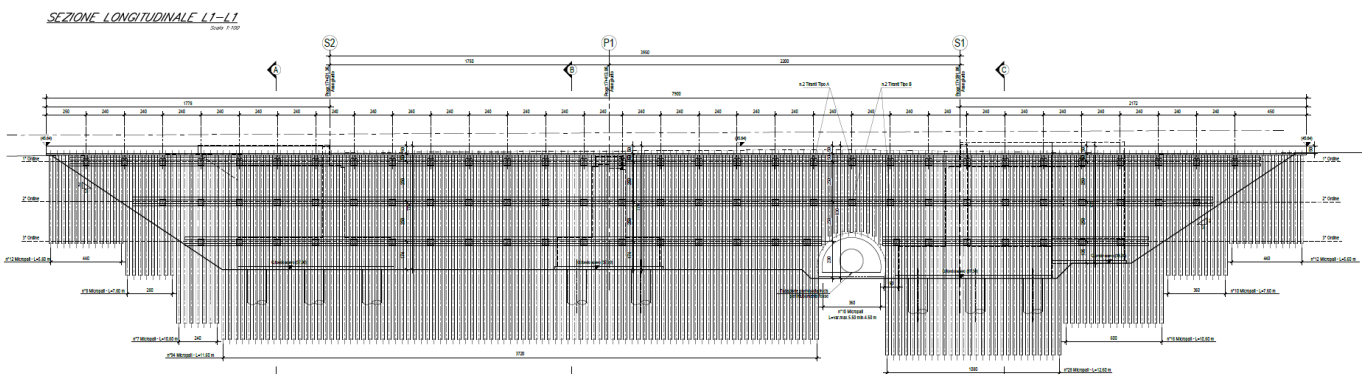


Fig. 4 – Prospetto della paratia di PE con l'allungamento dello sviluppo de



## 5 IMPORTO DI PERIZIA

L'importo differenziale (tra PD e PE) della presente perizia è di:

CORPO		
<i>Importo PD</i>	<i>Importo PE</i>	<i>Importo PD - PE</i>
€ 197 751,42	€ 287 915,36	<b>- € 90 163,94</b>

MISURA		
<i>Importo PD</i>	<i>Importo PE</i>	<i>Importo PD - PE</i>
€ 0,00	€ 15 269,36	<b>- € 15 269,36</b>