

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**

**NUOVA VIABILITA' TRATTA VIA ERZELLI-VIA BORZOLI  
Galleria naturale – Imbocco galleria lato Erzelli  
Relazione di calcolo e di monitoraggio**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	G A S C 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	Rocksoil <i>Gomani</i>	25/06/12	Ing.F. Colla <i>[Signature]</i>	27/06/12	E. Pagani <i>[Signature]</i>	29/06/12	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG5101ECVCLGASC00001A00
-----------	-------------------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 3 di 195</p>

## INDICE

INDICE.....	3
INTRODUZIONE.....	7
1. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....	8
1.1. Normativa Sismica.....	10
2. MATERIALI IMPIEGATI.....	12
2.1. Paratia Berlinese.....	12
2.2. Concio d'attacco .....	13
2.3. Galleria Artificiale .....	16
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....	17
3.1. Inquadramento Geologico - Geomorfologico.....	17
4. INQUADRAMENTO DELL'OPERA E PROPOSTA DI INTERVENTO.....	21
4.1. Opere di contenimento degli scavi nel breve termine.....	23
4.1.1. Fase 1: Esecuzione dei micropali .....	23
4.1.2. Fase 2: Realizzazione della trave di testata.....	23
4.1.3. Fase 3: Scavo e installazione del primo ordine di tiranti.....	23
4.1.4. Fase 4: Scavo e installazione ordini di tiranti successivi .....	24
4.2. Dima e Concio d'attacco .....	25
4.2.1. Fase 1: Esecuzione dei drenaggi al contorno.....	25
4.2.2. Fase 2: Consolidamento al contorno della galleria naturale.....	25
4.2.3. Fase 3: Realizzazione della dima .....	26
4.2.4. Fase 4: Realizzazione concio e sezione d'attacco.....	26
4.3. Galleria artificiale .....	27
4.4. Sistemazione idraulica provvisoria, ritombamento e sistemazione idraulica definitiva.....	27
5. VERIFICHE PARATIA BERLINESE .....	29
5.1. Introduzione .....	29
5.2. Programmi di calcolo utilizzati.....	30
5.2.1. Paratie 7.0.....	30
5.2.2. Sezioni di calcolo .....	30
5.3. Modello di calcolo Paratie (Sezioni 1- 2).....	34
5.3.1. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici .....	34
5.3.2. Parametri di spinta statici e sismici.....	35
5.3.3. Carichi applicati.....	36
5.3.4. Parametri di deformabilità.....	37
5.3.5. Fasi di calcolo .....	37

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 4 di 195</p>

6.	<b>RISULTATI ANALISI NUMERICHE PARATIA BERLINESE</b> .....	39
6.1.	Ipotesi di calcolo e di verifica .....	39
6.1.1.	Calcolo lunghezza libera .....	39
6.1.2.	Calcolo lunghezza di ancoraggio .....	39
6.1.3.	Verifica di resistenza a trazione del tirante .....	45
6.2.	Sezione 1 .....	46
6.2.1.	Analisi deformativa.....	46
6.2.2.	Sollecitazioni interne nella paratia.....	47
6.2.3.	Verifica dei micropali.....	48
6.2.4.	Verifica Tiranti.....	48
6.2.5.	Verifiche travi di ripartizione.....	49
6.3.	Sezione 2 .....	50
6.3.1.	Analisi deformativa.....	50
6.3.2.	Sollecitazioni interne nella paratia.....	51
6.3.3.	Verifica dei micropali.....	52
6.3.4.	Verifica Tiranti.....	52
6.3.5.	Verifiche travi di ripartizione.....	53
7.	<b>VERIFICA STABILITÀ GLOBALE DELLA PARATIA</b> .....	55
7.1.	Ipotesi di calcolo e di verifica .....	55
7.1.1.	Sezioni di calcolo .....	57
7.1.2.	Analisi sismica .....	57
7.1.3.	Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici .....	58
7.1.	Risultati delle analisi e verifiche .....	58
8.	<b>VERIFICHE GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO</b> .....	60
8.1.	Metodi di analisi .....	60
8.1.1.	Ipotesi di carico .....	60
8.1.2.	Modello di calcolo .....	61
8.2.	Galleria artificiale e Concio di attacco.....	62
8.2.1.	Modello strutturale .....	62
8.2.2.	Vincoli elastici .....	63
8.2.3.	Carichi agenti .....	65
8.2.4.	Verifiche statiche galleria artificiale.....	67
8.2.5.	Verifiche statiche concio d'attacco.....	69
8.3.	Verifica stabilità del fronte di scavo.....	70
9.	<b>MONITORAGGIO</b> .....	75
9.1.	Misure topografiche .....	75
9.1.1.	Definizione del programma di misure .....	75

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 5 di 195</p>

9.1.2.	Modalità d'installazione .....	75
9.1.3.	Sistema di acquisizione dati.....	76
9.1.4.	Frequenza dei rilevamenti.....	76
9.2.	Celle di carico .....	77
9.2.1.	Definizione del programma di misure .....	77
9.2.2.	Attrezzatura.....	77
9.2.3.	Modalità di posa in opera .....	78
9.2.4.	Frequenza rilevamenti .....	78
9.2.5.	Restituzione dati.....	79
9.3.	Definizione dei valori soglia delle grandezze monitorate .....	79
10.	PRESCRIZIONI .....	81
11.	CONCLUSIONI .....	82
12.	ALLEGATO 1 – SONDAGGI PRESENTI NELL'AREA .....	83
13.	ALLEGATO 2 – INPUT PARATIE .....	87
13.1.	Sezione 1 .....	87
13.2.	Sezione 2 .....	138
	ALLEGATO 3 – OUTPUT SAP2000.....	184
13.3.	Galleria artificiale .....	184
13.4.	Concio di attacco .....	190

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
6 di 195

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVCLGASC00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 195</p>

## INTRODUZIONE

Nella presente relazione è descritto il progetto relativo alle opere provvisorie di imbocco del lato Erzelli della linea Borzoli - Erzelli, nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea AV/AC del Terzo Valico Ferroviario dei Giovi.

Dal punto di vista costruttivo la tratta di galleria artificiale verrà realizzata entro uno scavo sostenuto da paratie in micropali della lunghezza complessiva di circa 41 m; detta paratia è di tipo berlinese, a carattere provvisorio, multi tirantata, di altezza massima fuori terra pari a 16.50m.

Nei capitoli che seguono, dopo un breve richiamo della situazione idrogeologica, geomorfologica e geotecnica, vengono fornite le principali indicazioni inerenti le fasi costruttive necessarie per la realizzazione dell'imbocco e per l'attacco della galleria naturale.

Vengono riportate infine le verifiche statiche relative alle opere di imbocco, comprensive anche della verifica di stabilità del fronte di scavo per l'attacco della galleria e della verifiche di stabilità dell'insieme pendio-paratia nelle diverse situazioni che si possono presentare. Le verifiche sono svolte secondo il metodo delle tensioni ammissibili.

Le opere oggetto di verifica ricadono in zona sismica classificata come "zona 4". Nel seguito la progettazione è conforme a quanto previsto dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 8 di 195</p>

## 1. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

Per il calcolo e per le verifiche delle opere strutturali si è fatto riferimento alle seguenti norme:

**- Legge 5/11/1971 n. 1086**

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

**- Legge n°64 del 2 febbraio 1974**

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 11951 del 14/2/1974**

Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 20049 del 9/1/1980**

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.

**- Istruzioni C.N.R. 10012-81**

Azioni sulle costruzioni.

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 11/3/1988**

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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 30483 del 24/9/1988**

Legge 2 febbraio 1974 art. 1-D.M. 11 marzo 1988. 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

**- Nota Ministero Lavori Pubblici n. 183 del 13/4/1989**

D.M. 11.3.88. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, la progettazione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 14/02/1992**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici 24/06/1993 n. 406/STC**



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 9 di 195</p>

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D. M. 14/02/1992.

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 9/01/1996**

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996**

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996**

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici 15/10/1996 n. 252**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D. M. 9/01/96.

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici 4/07/1996 n. 156AA.GG/STC**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

**- Circolare Ministero Lavori Pubblici 10/04/1997 n. 65/AA./GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D. M. 16/01/96.

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 5/08/1999**

Modificazioni al decreto ministeriale 9 gennaio 1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**- D.P.R. 6 Giugno 2001, n°380**

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia

**- Decreto Ministeriale 14/09/2005**

Norme Tecniche per le Costruzioni (ex "Testo Unico" delle Norme Tecniche per le Costruzioni).

**RACCOMANDAZIONI**

**- A.I.C.A.P. 1993**

Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Foglio 10 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 10 di 195
Foglio 10 di 195		

**- Eurocodice 1 UNI-EN-1991**

Criteri generali di progettazione strutturale

**- Eurocodice 2 UNI-EN-1992**

Progettazione delle strutture in calcestruzzo

**- Eurocodice 3 UNI-EN-1993**

Progettazione delle strutture in acciaio

**- Eurocodice 4 UNI-EN-1994**

Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

**- Eurocodice 7 UNI-EN-1997**

Progettazione Geotecnica

**- Eurocodice 8 UNI-EN-1998**

Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

## 1.1. Normativa Sismica

Per quanto riguarda l'analisi delle opere di imbocco in condizioni sismiche, il calcolo viene svolto con il procedimento pseudo-statico, in cui l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente sismico, come previsto dall'Ordinanza Ministeriale n°3274.

Per quanto riguarda l'analisi della paratia berlinese in condizioni sismiche, considerando il carattere provvisorio dell'opera, l'accelerazione di progetto  $a_g$  (riferita ad un tempo di ritorno di 475 anni) deve essere scalata in funzione del tempo di costruzione dell'opera. (cfr. Eurocodice 8 – Appendice A). Il periodo di ritorno  $T_r$  di un evento sismico si può stimare in funzione del tempo di costruzione  $t_c$  attraverso la seguente espressione:

$$T_r = \frac{t_c}{p}$$

dove  $p$  è la probabilità che l'azione sismica ammessa sia superata.

L'accelerazione di progetto sarà quindi data dalla seguente formula:

$$a_{\max} = a_g \cdot \left( \frac{T_r}{475} \right)^{0.45}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 11 di 195

Sarà quindi possibile calcolare i coefficienti sismici orizzontali e verticali, necessari per il calcolo dei coefficienti di spinta attiva e passiva in condizioni sismiche secondo le indicazioni di Mononobe-Okabe, attraverso le seguenti espressioni:

$$K_h = \frac{S \cdot a_{\max}}{r}$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

Per quanto riguarda la galleria artificiale ed il concio di attacco, invece, l'azione sismica verrà considerata nel calcolo inserendo i coefficienti sismici orizzontale e verticale senza effettuare alcuna riduzione data la non provvisionalità delle opere stesse che risulteranno quindi pari a

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 12 di 195</span>

## 2. MATERIALI IMPIEGATI

### 2.1. Paratia Berlinese

Acciaio per micropali:	Fe510
Acciaio per travi di correa	Fe430
Acciaio per piastre / collegamenti:	Fe430 o superiore
Acciaio per Dywidag	Barre in acciaio armonico $\phi$ 26.5 - Area = 5.51cm <sup>2</sup> - Tensione caratteristica di snervamento $f_{p(1)k} = 950\text{MPa}$ - Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk} = 1050\text{ MPa}$
Acciaio per armature trave di testata	FeB44k SALDABILE
Acciaio per rete elettrosaldata	FeB44k SALDABILE
Miscele di iniezione tiranti	- $R_m \geq 25\text{ MPa}$ - Rapporto a/c $\leq 0.5$ - Additivi fluidificanti - Densità $\approx 1.75\text{ g/cm}^3$
Malta cementizia micropali	$R_{ck} \geq 25\text{ MPa}$ - Rapporto a/c $\leq 0.5$
Calcestruzzo per la trave di testata	C25/30 - Tipo CEM III-V - Classe S4 - Esposizione X0
Spritz-beton	Resistenza media su carote $h/\phi = 1$ - a 48 ore $> 13\text{ MPa}$ , - a 28 gg $> 20\text{ MPa}$
Barbacani in PVC	$\phi_{est} > 110\text{ mm}$ , sp. 3 mm

Le verifiche strutturali sono condotte mediante il metodo delle tensioni ammissibili; nel seguito si indicano i valori di resistenza di progetto per i vari materiali.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 13 di 195</span>

Acciaio Fe 430	$\sigma_{amm} = 190 \text{ MPa}$
Acciaio Fe 510	$\sigma_{amm} = 240 \text{ MPa}$
Acciaio per armatura Feb44k	$\sigma_{amm} = 160 \text{ MPa (*)}$

(\*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione  $\sigma_{amm} = 255 \text{ Mpa}$

## 2.2. Concio d'attacco

### Consolidamenti e rivestimenti provvisori

Spritz beton fibrorinforzato	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistenza media su carote <math>h/\phi = 1</math> a 48 ore <math>\geq 13 \text{ MPa}</math>, a 28 gg <math>\geq 25 \text{ MPa}</math></li> <li>- dosaggio per fibre in acciaio <math>\geq 35 \text{ kg/m}^3</math></li> <li>- diametro fibre 0.5 mm</li> </ul>
Spritz beton	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistenza media su carote <math>h/\phi = 1</math> a 48 ore <math>\geq 13 \text{ MPa}</math>, a 28 gg <math>\geq 25 \text{ MPa}</math></li> </ul>
Acciaio per centine, piastre e collegamenti:	Fe430
Acciaio per infilaggi:	Fe510
Acciaio per armatura e rete elettrosaldata:	FeB44K controllato
Drenaggi	Tubi microfessurati in PVC <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\phi_{est} &gt; 60 \text{ mm}</math>, sp. 5 mm</li> <li>- Resistenza alla trazione 4.5 MPa, perforo 100-120 mm rivestiti con TNT</li> <li>- I primi 10m da boccaforo devono essere ciechi</li> </ul>

Impermeabilizzazione in PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- teli sp. 2+/-0.5 mm,</li> <li>- Resistenza a trazione <math>\geq 15</math> MPa</li> <li>- Allungamento a rottura <math>\geq 250\%</math></li> <li>- Resistenza alla lacerazione <math>\geq 100</math>N/mm</li> <li>- Resistenza alla giunzione <math>\geq 10.5</math> MPa</li> <li>- Stabilità al calore = 70°C</li> <li>- Flessibilità a freddo = -30°C</li> <li>- Resistenza alle soluzioni acide alcaline = +/-20% max allungamento</li> <li>- Comportamento al fuoco B2</li> <li>- Resistenza alla pressione dell'acqua a 1 MPa per 10 ore : impermeabile</li> </ul>
Tubi in VTR (caratteristiche del composito)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diametro esterno = 60 mm ad aderenza migliorata</li> <li>- Diametro di perforazione =100-120 mm</li> <li>- Spessore medio = 10 mm</li> <li>- Densità <math>\geq 1.8</math> t/mc</li> <li>- Res. a trazione <math>\geq 600</math> MPa</li> <li>- Res. a taglio <math>\geq 100</math> MPa</li> <li>- Modulo elastico <math>\geq 30000</math> MPa</li> <li>- Contenuto in vetro <math>\geq 50</math> %</li> <li>- Resistenza a flessione <math>\geq 600</math> MPa</li> <li>- Resistenza allo scoppio <math>\geq 8</math>MPa</li> <li>- Perforazione eseguita a secco</li> </ul>
Infilaggi metallici	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diametro esterno = 88.9 mm</li> <li>- Spessore = 10 mm</li> <li>- Diametro di perforazione = 120-130 mm</li> <li>- Perforazione eseguita a secco</li> </ul>
Miscele cementizie per cementazione a bassa pressione	<p>Cemento 42.5R</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapporto a/c = 0.5-0.7</li> <li>- Fluidificante = 4 % di peso sul cemento</li> <li>- Resistenza a compressione a 48 ore &gt; 5 MPa</li> </ul>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 15 di 195</span>

Miscela di guaina per infilaggi metallici valvolati ed iniettati	Cemento R32.5 - R42.5 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapporto a/c <math>\approx</math> 1.5-2</li> <li>- Bentonite <math>\approx</math> 5- 8 % sul peso di cemento</li> <li>- Densità <math>\approx</math> 1.3 t/m<sup>3</sup></li> <li>- Rendimento volumetrico <math>\geq</math> 95%</li> <li>- Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 30-35 sec.</li> </ul>
Miscela di iniezione per infilaggi metallici valvolati ed iniettati	Cemento R42.5 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapporto a/c <math>\approx</math> 0.4-0.7</li> <li>- Bentonite <math>&lt;</math> 2 %</li> <li>- Additivo fluidificante <math>\approx</math> 4 % in peso</li> <li>- Viscosità Marsh (ugello 4.7 mm) 35-45 sec.</li> <li>- Densità <math>\approx</math> 1.8 t/m<sup>3</sup></li> <li>- Finezza <math>\geq</math> 4500 blaine</li> <li>- Rendimento volumetrico <math>&gt;</math> 95%</li> </ul>

### Rivestimenti definitivi

Acciaio per armatura:	FeB44K controllato
Calcestruzzo strutturale calotta e piedritti	C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S4
Calcestruzzo strutturale arco rovescio	C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S3
Magrone di pulizia di sottofondo	Rm $\geq$ 15 MPa, Tipo CEM I-V,X0

Le verifiche strutturali sono condotte mediante il metodo delle tensioni ammissibili; nel seguito si indicano i valori di resistenza di progetto per i vari materiali.

Acciaio Fe 430	$\sigma_{amm} = 190$ MPa
Acciaio tubi Fe 510	$\sigma_{amm} = 240$ MPa
Acciaio FeB 44K	$\sigma_{amm} = 160$ Mpa (*)
Calcestruzzo proiettato Rck $\geq$ 25 Mpa	$\sigma_{amm} = 25/1.3 = 19.23$ Mpa
Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa	$\sigma_{amm} = 9.75$ Mpa $\tau_{c0} = 0.60$ Mpa $\tau_{c1} = 1.80$ Mpa

(\*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione  $\sigma_{amm} = 255$  Mpa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 16 di 195

## 2.3. Galleria Artificiale

### Rivestimenti definitivi

Acciaio per armature:	FeB44K controllato in stabilimento
Calcestruzzo strutturale calotta e piedritti	C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S4
Calcestruzzo strutturale arco rovescio	C25/30, Tipo CEM III-V, XC2, S3
Magrone di pulizia di sottofondo	Rm $\geq$ 15 MPa, Tipo CEM I-V, X0

Le verifiche strutturali sono condotte mediante il metodo delle tensioni ammissibili; nel seguito si indicano i valori di resistenza di progetto per i vari materiali.

Acciaio FeB 44K	$\sigma_{amm}=160$ MPa (*)
Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 MPa	$\sigma_{amm}=9.75$ MPa

(\*) In condizioni sismiche o in condizioni di esercizio con verifica a fessurazione  $\sigma_{amm}=255$  MPa



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 17 di 195</p>

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

#### 3.1. Inquadramento Geologico - Geomorfologico

L'interpretazione geologica del Progetto Definitivo (2005) è basata sui due sondaggi inclinati SL34 e SL47 e sugli stendimenti sismici a rifrazione ERZELLI 34-51 (lungo asse) e 50-52 (trasversale). I due sondaggi, ubicati a Nord dell'imbocco della Galleria Naturale, indicano una ridotta presenza di detrito e la presenza di basalti mediamente caratterizzati da discreti RQD% e intervallati da fasce cataclastiche di spessore da decimetrico a metrico. La zona dell'imbocco della galleria naturale in base ai profili sismici e alle evidenze litologiche di terreno nel profilo geomeccanico viene posizionata in una zona di ammasso tettonizzato con caratteristiche geomeccaniche decisamente ridotte rispetto a quelle dei basalti nel settore centrale della galleria.

In fase di progetto esecutivo è stato svolto un approfondimento delle indagini geognostiche, tuttora in corso, in base ai primi risultati di queste indagini si è potuto aggiornare e ricalibrare la ricostruzione geologica relativa alla zona dell'imbocco Sud della Galleria Erzelli. La stratigrafia in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale è ricavata da un'interpretazione dalle indagini in corso d'opera delle linee sismiche L5 e L4, e dal sondaggio SC.

Le indagini presenti nell'area di interesse sono riportate in Figura 3-1.

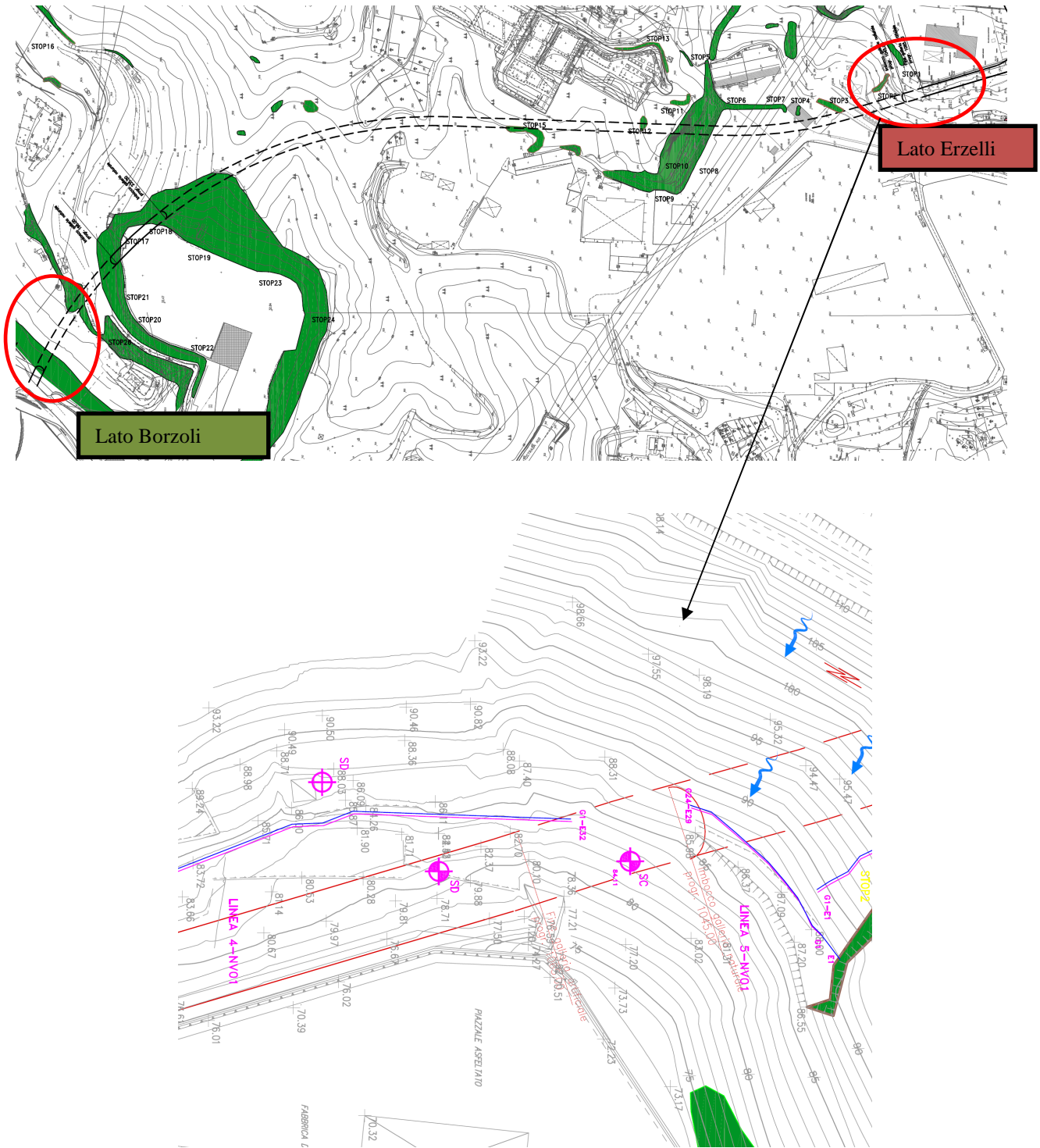


Figura 3-1 – Indagini presenti nell’area di interesse (aggiornamento al 05/07/2012)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 19 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 19 di 195
Foglio 19 di 195		



**Figura 3-2 – Foto scattate in sito**

La situazione rispetto a quanto osservato nel 2005 risulta variata per l'apporto di alcuni metri di materiale detritico lungo il pendio; la superficie topografica nella zona di imbocco mostra un incremento plurimetrico distribuito lungo tutto il pendio. La linea L5 mostra lo spessore attribuito ai depositi di riporto e alla zona di substrato più fratturata e alterata.

Inoltre il sondaggio SC mostra la presenza di materiale di riporto superficiale, mentre nella zona del substrato evidenzia la presenza di una zona di contatto tettonico con alternanza di scaglie di differenti litologie: basalti metamorfosati alterati e argilliti filladiche, nella zona più profonda del sondaggio sono presenti inclusi di calcari. La linea L5 mostra all'interno di una zona interessata prevalentemente da calcari una cuspidè superficiale costituita da basalti (evidenziata sia da picchi di velocità che di resistività). La zona di contatto tra metabasalti e Calcari di Erselli risulta estesa alcune decine di metri con presenza alternata di scaglie delle due litologie.

Basandosi sui dati a disposizione e su quanto visto in sito si è stabilita una stratigrafia di progetto. Per tutti i dettagli relativi alle indagini e alle ricostruzioni geologico/geotecniche si rimanda alle relazioni specifiche.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 20 di 195</span>

Terreno	Profondità (m)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione c' (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)	Modulo def. E (MPa)
Detrito superficiale poco addensato	0.0 –3.0/4.0	18-20	0	31-33	10-20
Detrito addensato	3-0/4.0 –6.0/ 7.0	20-21	5-10	33-34	30-35
Basalto alterato	6.0/7.0 –11.0/ 13.0	22-23	50-100	28-30	200-500
Basalto fratturato	>11.0/ 13.0	24-25	100-200	30-33	500-1000

Pertanto la soluzione progettuale prevede la realizzazione di un'opera di contenimento scavi anche sulla parete frontale e l'esecuzione di consolidamenti al fronte nella zona di calotta del concio d'attacco, presumibilmente interferente con la porzione detritica e alterata del versante.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 21 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 21 di 195
Foglio 21 di 195		

#### 4. INQUADRAMENTO DELL'OPERA E PROPOSTA DI INTERVENTO

L'imbocco in oggetto rientra nella realizzazione della galleria di linea Erzelli – Borzoli.



Per quanto riguarda la sismicità dell'area in base all'ordinanza n°3274 il sisma di progetto è di quarta categoria.

In relazione al contesto geologico, geotecnico e geomorfologico dell'area in oggetto, la soluzione progettuale prevede la realizzazione, al fine di contenere gli scavi, di una paratia di tipo berlinese costituita da micropali di diametro 220mm armati con tubolari metallici di diametro 139.7 mm spessore 10mm installati a passo 40cm. Successivamente verrà realizzata una dima di lunghezza pari a 5m in modo da consentire la realizzazione dell'imbocco lato Erzelli, mentre a tergo l'imbocco verrà completato da una tratta in galleria artificiale per una lunghezza pari a 15.0m.

Gli interventi di seguito descritti sono tutti indispensabili e nessuno può prescindere dall'altro, pena l'impossibilità di garantire i coefficienti di sicurezza minimi per la stabilità del versante.

Essi si articolano in sintesi:

- esecuzione di un'opera di contenimento, tipo "berlinese", prima di operare qualunque sbancamento, anche preliminare, a valle;



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Foglio 23 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 23 di 195
Foglio 23 di 195		

#### 4.1. Opere di contenimento degli scavi nel breve termine

La stabilità degli scavi necessari è ottenuta attraverso la realizzazione di una paratia tipo berlinese sul fronte interessato dall'attacco della galleria.

Gli interventi previsti devono perseguire i seguenti aspetti:

- impedire che l'azione delle acque superficiali possa innescare una spinta idrostatica e, di conseguenza, movimenti gravitativi che potrebbero compromettere la funzionalità dell'opera;
- contenere le decompressioni del pendio.

##### 4.1.1. Fase 1: Esecuzione dei micropali

1. Preparazione di un piano di lavoro per il posizionamento delle attrezzature di servizio e di perforazione;
2. Per l'esecuzione dei micropali si osservano le seguenti modalità costruttive (cfr. Capitolato di Costruzione Opere Civili):
  - Perforazione verticale in presenza di rivestimento (se necessario) e con circolazione di fluidi secondo la geometria di progetto; diametro  $\varnothing = 220$  mm, interasse  $i=0.40$ m;
  - Rimozione dei detriti presenti nel foro e installazione dell'armatura composta da tubolari metallici tipo  $\varnothing 139.7$  mm, sp.10mm;
  - Cementazione (Rck 25 MPa): il riempimento del foro dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso sino a 10-15cm dal fondo collegato alla pompa di mandata. Il riempimento sarà eseguito sino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. (cfr. Capitolato di Costruzione Opere Civili – Sezione VII)

##### 4.1.2. Fase 2: Realizzazione della trave di testata

Si posa in opera l'armatura della trave e si procede al getto della trave di coronamento. La trave di coronamento è realizzata in conglomerato cementizio avente CLASSE C25/30 (tipo III-V), classe di consistenza S4, con riferimento al Capitolato di Costruzione Opere Civili. La trave, secondo quanto indicato nell'elaborato "Particolari costruttivi" sarà armata con barre d'acciaio ad aderenza migliorata controllate in stabilimento FeB 44K ed avrà un copriferro minimo di 5 cm.

##### 4.1.3. Fase 3: Scavo e installazione del primo ordine di tiranti

Attesa la maturazione del getto eseguito per la trave di coronamento si procederà secondo le seguenti modalità operative e le quote riportate sugli elaborati grafici:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 24 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 24 di 195
Foglio 24 di 195		

1. Scavo del primo ribasso a valle della paratia, con immediata realizzazione di uno strato di spritz-beton armato con rete elettrosaldata  $\varnothing$  6 mm maglia 15x15 cm sovrapposizione minima dei fogli 30cm, per uno spessore  $s = 10$  cm min.; la rete elettrosaldata viene applicata in fogli mediante appositi chiodi sulla paratia.
2. Esecuzione del 1° ordine di tiranti secondo queste fasi (cfr. Capitolato di Costruzione Opere Civili):
  - Perforazione mediante sonda a rotazione o rotopercolazione con rivestimento continuo (se necessario) e circolazione di fluidi, secondo le prescrizioni di progetto; diametro  $\varnothing = 48$  mm;
  - Inserimento del tirante realizzato con barra Dywidag  $\phi$  26.5 (fptk > 1050 MPa; fp(1)k > 950 MPa) attestati su travi di correa realizzate con 2 profilati tipo IPN accoppiati e fazzolettati, secondo le indicazioni contenute nelle tavole di progetto;
  - Riempimento dei dispositivi di separazione e protezioni interni (sacco otturatore, bulbo interno);
  - Esecuzione delle iniezioni ripetute ad alta pressione da più valvole (interasse valvole minore di 1m); la malta utilizzata per le iniezioni dei bulbi di ancoraggio deve avere resistenza media  $R_m > 25$  MPa;
  - Prove di carico di collaudo;
  - Tensionamento del tirante;
  - Eventuale iniezione della parte libera.
3. prima di procedere allo scavo descritto nel successivo punto è necessario attendere la completa maturazione della miscela iniettata per il bulbo di ancoraggio.

#### 4.1.4. Fase 4: Scavo e installazione ordini di tiranti successivi

Attesa la maturazione della miscela iniettata per il bulbo di ancoraggio del primo ordine di tiranti si procederà secondo le seguenti modalità operative:

1. Prosecuzione degli scavi per abbassamenti successivi variabili secondo le geometrie di progetto con immediata realizzazione di uno strato di spritz-beton armato con rete elettrosaldata  $\varnothing$  6 mm maglia 15x15 cm, per uno spessore sp. = 10 cm min., ad ogni scavo di ribasso. La realizzazione del ribasso successivo è possibile solo dopo il completamento delle operazioni di sostegno dello scavo precedente, comprensive dei tempi di attesa per la maturazione del bulbo di ancoraggio.
2. Esecuzione dei successivi ordini di tiranti, realizzato con barra Dywidag  $\phi$  26.5 (fptk > 1050 MPa; fp(1)k > 950 MPa) attestati su travi di correa realizzate con 2 profilati tipo IPN accoppiati e fazzolettati, secondo le indicazioni contenute nelle tavole di progetto; le fasi esecutive sono analoghe a quelle descritte nella fase precedente.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 25 di 195

3. Al termine della fase precedente vanno posti in opera i barbacani costituiti da tubi in PVC  $\varnothing=110$  mm, spessore 3mm, della lunghezza di 3m e disposti come indicato in progetto.

## 4.2. Dima e Concio d'attacco

Una volta completato lo scavo di sbancamento si procede, senza soluzione di continuità, all'esecuzione sul fronte della paratia di tutti gli interventi di consolidamento necessari per l'attacco della galleria naturale.

### 4.2.1. Fase 1: Esecuzione dei drenaggi al contorno

E' prevista la realizzazione di n. 4 drenaggi al contorno, costituiti da tubi in PVC, di lunghezza pari a  $L = 30$ m e sovrapposizione 10m, microfessurati per 20 m a partire da fondo foro e "ciechi" per 10 m verso bocca foro, del diametro  $\phi \geq 60$ mm, spessore 5mm e protezione in TNT, messi in opera all'interno di un foro con diametro  $D=100-120$  mm.

### 4.2.2. Fase 2: Consolidamento al contorno della galleria naturale

#### Consolidamento al contorno

Si realizza la coronella di infilaggi metallici valvolati e iniettati orizzontali al contorno della futura sezione di scavo della galleria, secondo le geometrie di progetto, mediante l'inserimento di n. 45 tubi in acciaio Fe510,  $\Phi=88.9$ mm,  $L=12.0$  m,  $Sp=10$ mm, sovrapposizione 4.40 m; circa 1m di tubo deve essere lasciato al di fuori della paratia per essere poi inglobato nel getto della dima d'attacco.

Le fasi costruttive sono le seguenti:

- perforazione eseguita a secco o mediante agenti schiumogeni  $\Phi=120-130$  mm;
- inserimento del tubo in acciaio  $\Phi=88.9$  mm  $Sp=10$ mm, Fe510;
- cianfrinatura
- iniezione di miscela di guaina ogni 4/5 fori non consecutivi;
- iniezione ad alta pressione.

Le sequenze operative andranno adattate alle caratteristiche dell'ammasso ma dovranno comunque essere tali da garantire l'inghisaggio del tubo d'acciaio al terreno mediante il completo riempimento dell'intercapedine con le pareti del foro. La fase di cementazione potrà avvenire di massima ogni 4-5 perforazioni armate e comunque il prima possibile, per evitare possibili franamenti del foro, con conseguente perdita di efficacia dell'intervento.

Il riempimento del foro avverrà dal fondo del foro verso il paramento del fronte. Le caratteristiche delle miscele da impiegare sono riportate nella Tabella materiali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Foglio 26 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 26 di 195
Foglio 26 di 195		

#### 4.2.3. Fase 3: Realizzazione della dima

Terminati gli interventi di consolidamento descritti, si costruisce la dima d'attacco alla galleria, secondo le seguenti fasi costruttive:

- Taglio dei micropali ricadenti nella sagoma di galleria naturale.
- Immediato posizionamento della centinatura metallica all'intradosso della dima;
- Casseratura e getto della dima d'attacco con conglomerato cementizio (C25/30).

#### Consolidamento al fronte

Secondo le geometrie riportate sull'elaborato grafico relativo agli scavi e consolidamenti della dima e del concio d'attacco vengono eseguiti dei consolidamenti al fronte, delle caratteristiche riportate sull'elaborato citato, mediante perforazioni  $\Phi=100-120$  mm eseguite a secco o mediante agenti schiumogeni e successivamente armate con tubi in VTR cementati mediante l'iniezione di miscela cementizia, le cui caratteristiche sono riportate nella Tabella materiali. L'intervento prevede la realizzazione di n. 42 tubi in VTR, di lunghezza pari a  $L=15.00$  m e sovrapposizione =  $8.00$  m.

Le fasi costruttive sono le seguenti:

- perforazione eseguita a secco  $\Phi=100-120$  mm;
- posa dell'elemento strutturale in VTR, munito dell'opportuna attrezzatura per la cementazione ed esecuzione di cianfrinatura a boccaforo;
- esecuzione della cementazione ogni 4/5 fori.

#### 4.2.4. Fase 4: Realizzazione concio e sezione d'attacco

Si esegue un primo avanzamento in naturale, secondo le seguenti fasi costruttive:

- Avanzamento a piena sezione, realizzando sfondi di circa  $1.00$  m e posa immediata del rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton proiettato fibrorinforzato  $sp = 25$  cm e centine metalliche 2IPN 180 passo  $1.00$  m, per una lunghezza circa  $7.00$  m; si prevede l'esecuzione ad ogni singolo sfondo di uno strato di spritz beton di spessore pari a  $5$ cm.
- Al termine dell'avanzamento complessivo, il fronte di scavo va sagomato a forma concava ( $f \approx 1.50$  m) e protetto con uno strato di spritz-beton  $sp = 10$  cm fibrorinforzato. Gli avanzamenti successivi sono descritti nel progetto della galleria naturale;
- Realizzazione consolidamenti al fronte come da progetto della sezione della galleria naturale;
- Getto di uno spessore minimo di  $10$  cm di cls di magrone di pulizia;

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVCLGASC00001A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 27 di 195</p>

- Posizionamento dell'armatura, della casseratura e getto dell'arco rovescio del concio d'attacco fino alla quota di ripresa di getto, secondo quanto indicato negli elaborati grafici relativi;
- Posizionamento dell'armatura, della casseratura e getto dei piedritti e della calotta del concio d'attacco, secondo quanto indicato negli elaborati grafici relativi.
- I getti di arco rovescio, murette e calotta del concio di attacco potranno essere realizzati dopo aver già effettuato il minimo avanzamento nella galleria naturale sufficiente a fornire al Cantiere gli spazi operativi necessari, ma sempre in funzione di quanto rilevato direttamente in opera e tramite il sistema di monitoraggio previsto.

### 4.3. Galleria artificiale

L'esecuzione della galleria artificiale potrà avvenire una volta completata la dima, oppure contemporaneamente o al termine dello scavo della galleria naturale, in funzione del comportamento deformativo dell'opera già realizzata, evidenziato dal sistema di monitoraggio previsto.

La carpenteria, le armature e l'impermeabilizzazione di tali conci sono descritti negli elaborati grafici relativi.

Le fasi esecutive della galleria artificiale sono:

- Scavo dell'arco rovescio;
- Getto di uno spessore minimo di 10 cm di cls di magrone di pulizia;
- Posizionamento dell'armatura, della casseratura e getto dell'arco rovescio fino alla quota di ripresa di getto;
- Posizionamento dell'armatura, della casseratura e getto dei piedritti e della calotta.

Si potrà prevedere il getto di tutti i conci di arco rovescio, prima di procedere al getto dei piedritti e della calotta, così da consentire un immediato contenimento al piede della paratia qualora lo stato deformativo della stessa lo rendesse necessario.

### 4.4. Sistemazione idraulica provvisoria, ritombamento e sistemazione idraulica definitiva

In fase provvisoria, è prevista la realizzazione di una canaletta a tergo della trave di testata per la raccolta delle acque di scorrimento superficiale provenienti da monte.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 28 di 195

La sistemazione definitiva dell'imbocco prevede che, una volta realizzati la galleria artificiale ed il portale d'imbocco, questi e le opere di sostegno degli scavi vengano interamente ricoperti con terreno di riporto per raggiungere la configurazione finale.

Particolare importanza, nell'ambito della sistemazione definitiva dell'imbocco, riveste la sistemazione idraulica definitiva, attraverso la captazione ed il convogliamento ad idoneo recapito delle acque di scorrimento superficiale presenti nell'area interessata dall'imbocco stesso.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 29 di 195

## 5. VERIFICHE PARATIA BERLINESE

### 5.1. Introduzione

Nel seguito verranno presentate le sezioni di calcolo ritenute rappresentative e dimensionanti per tutte le tipologie differenti presenti. Le analisi per stabilire lo stato sollecitativo e deformativo della paratia in micropali sono state condotte mediante l'utilizzo del calcolo automatico PARATIE 7.0 prodotto dalla Ce.A.S .

Il programma ha permesso di simulare, per fasi successive, la realizzazione dell'opera in esame nel caso delle sezioni tirantate, introducendo progressivamente i vari livelli di tirantatura previsti dal progetto per consentire l'approfondimento degli scavi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 30 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 30 di 195
Foglio 30 di 195		

## 5.2. Programmi di calcolo utilizzati

### 5.2.1. Paratie 7.0

Il progetto e la verifica delle sollecitazioni delle paratie, conseguenti all'interazione con il terreno, sono stati determinati con l'ausilio del codice di calcolo PARATIE.

In tale codice la schematizzazione del fenomeno fisico di interazione avviene considerando il diaframma come una serie di elementi trave il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali connessi ai nodi della paratia.

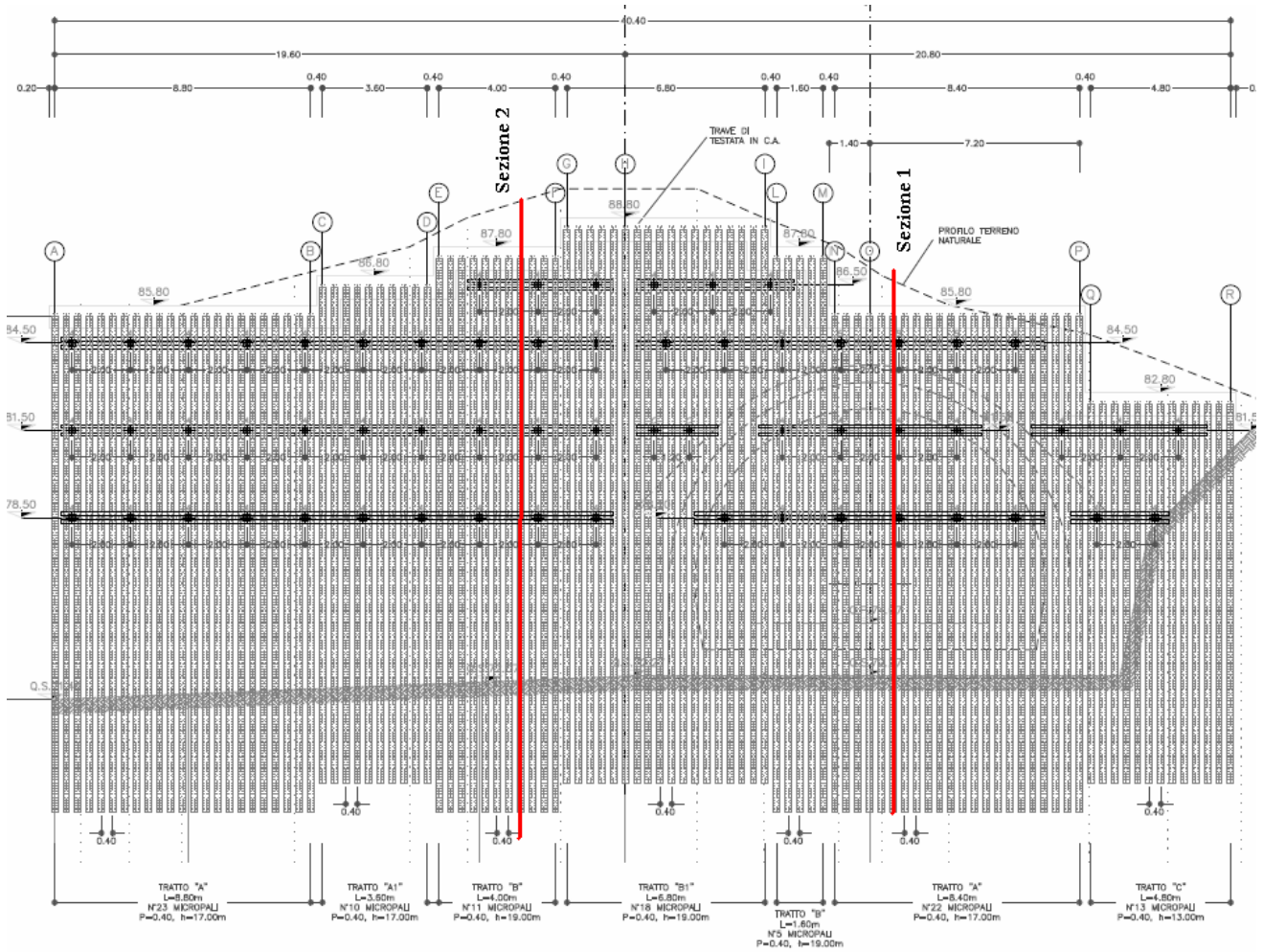
La differenza rispetto ai metodi tradizionali consiste essenzialmente nella legge costitutiva delle molle che anziché elastica o elastica – perfettamente plastica, è assunta essere elastoplastica inelastica, in migliore accordo con il comportamento meccanico del terreno.

Nel caso di paratie costituite da elementi discreti (paratia di micropali), nel modello viene introdotta una rigidità flessionale equivalente a quella di un diaframma continuo valutata tenendo conto della spaziatura fra i singoli elementi.

Il programma consente di seguire tutte le varie fasi di esecuzione degli scavi eseguendo un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico (step), coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da una ben precisa disposizione dei carichi applicati e dalla situazione tensio-deformativa dei singoli elementi. Poiché il comportamento degli elementi finiti di terreno (elementi SOIL) è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende dalle configurazioni precedenti: lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi.

### 5.2.2. Sezioni di calcolo

Sono state modellate due differenti sezioni di calcolo, corrispondenti alle condizioni più gravose in termini di sollecitazioni, altezza e infissione (cfr. Sezioni trasversali, profilo longitudinale, sviluppo paratie e particolari costruttivi). Nel seguito viene riportata la planimetria con indicate le sezioni di calcolo.



## SEZIONE 1 (Modello Paratie)

**S1 - Paratia Laterale:** si riferisce alla porzione di paratia laterale, a quattro ordini di tiranti; il calcolo è stato impostato per la sua sezione di altezza massima ( $H_{tot} = 19.20$  m,  $H_{micropali} = 19.00$  m,  $H_{scavo} = 15.70$  m). La quota di testa paratia è posta a +87.80 m slm mentre il fondo scavo è a quota +72.07 m slm.

Ordine	Quota	$i_{tiranti}$	$\omega$	$n_{Dywidag}$	$A^T_{Dywidag}$	$T_{iniz.}$	$T_{ic}$
[-]	[m]	[m]	[°]	[-]	[mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN/m]
1	1,3	2,0	20	1	551	250	125
2	3,3	2,0	20	1	551	250	125
3	6,3	2,0	20	1	551	250	125
4	9,3	2,0	20	1	551	250	125

Quota *relativa alla posizione del tirante rispetto al piano campagna*

$T_{iniz.}$  *tiro iniziale*

$i$  *interasse tiranti*

$T_{ic}$  *tiro iniziale al metro*

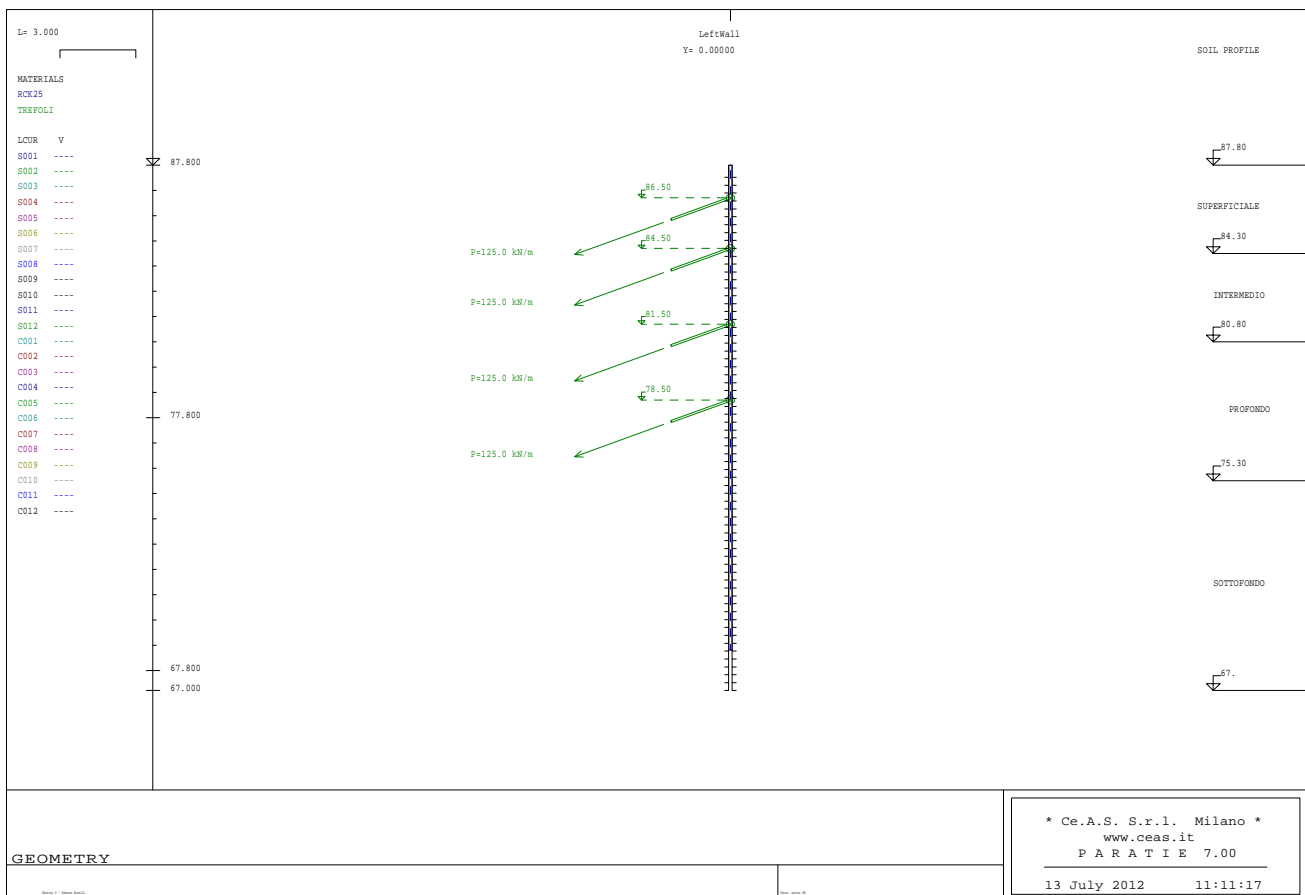
$\omega$  *inclinazione tiranti*

$L^t_{(calcol)}$  *lunghezza libera tiranti di calcolo*

$n_{Dywidag}$  *numero Dywidag per tirante*

$L^*_t$  *lunghezza libera tiranti adottata*

$A^T_{Dywidag}$  *area totale Dywidag per tirante*



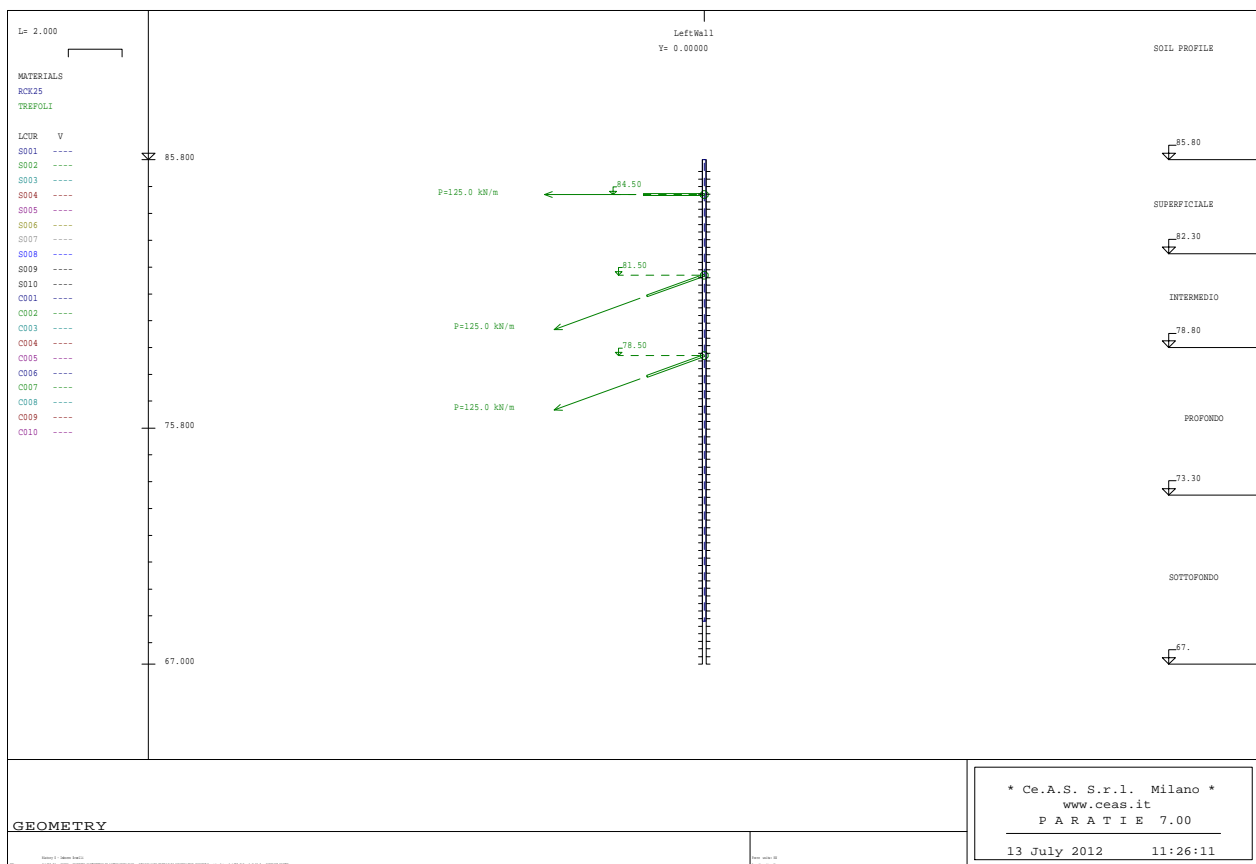


**SEZIONE 2 (Modello Paratie)**

S2 - Paratia Frontale: si riferisce alla porzione di paratia frontale, in asse galleria, a tre ordini di tiranti; il calcolo è stato impostato per la sua sezione di altezza massima (Htot = 17.20 m, Hmicropali=17.00m, Hscavo = 13.50m). La quota di testa paratia è posta a +85.80 m slm mentre il fondo scavo è a quota +72.27m slm.

Ordine	Quota	i <sub>tiranti</sub>	$\omega$	$n_{Dywidag}$	$A^T_{trefoli}$	$T_{iniz.}$	$T_{ic}$
[-]	[m]	[m]	[°]	[-]	[mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN/m]
1	1,3	2,0	0	1	551	250	125
2	4,3	2,0	20	1	551	250	125
3	7,3	2,0	20	1	551	250	125

Quota *relativa alla posizione del tirante rispetto al piano campagna*       $T_{iniz.}$  *tiro iniziale*  
 i *interasse tiranti*       $T_{ic}$  *tiro iniziale al metro*  
 $\omega$  *inclinazione tiranti*       $L_L^{(statool)}$  *lunghezza libera tiranti di calcolo*  
 $n_{Dywidag}$  *numero Dywidag per tirante*       $L_L^*$  *lunghezza libera tiranti adottata*  
 $A^T_{Dywidag}$  *area totale Dywidag per tirante*



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 34 di 195</span>

### 5.3. Modello di calcolo Paratie (Sezioni 1- 2)

Lo schema strutturale utilizzato prevede una paratia in calcestruzzo dello spessore equivalente di 130.2 mm. Tale spessore è stato ricavato per equivalenza inerziale con una sezione rettangolare omogeneizzata rispetto alla sezione resistente in pali  $\varnothing$  119.7 mm (considerando il solo calcestruzzo presente all'interno del profilo metallico), passo 0.40m, armati con tubolari metallici tipo  $\varnothing$ 139.7mm, sp.10mm, utilizzando le seguenti formule:

$$J_{eq} = \frac{E_1 \cdot J_1 + E_2 \cdot J_2}{E_{om}}$$

$$sp_{eq} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot J_{eq}}{b}}$$

dove:

$E_1$  = modulo elastico dell'acciaio = 210000 MPa

$E_2$  = modulo elastico del calcestruzzo = 28500 MPa

$J_1$  = momento di inerzia del tubolare = 8.62E+6 mm<sup>4</sup>

$J_2$  = momento di inerzia palo  $\varnothing$  119.7 mm = 1.008E+7 mm<sup>4</sup>

$E_{om}$  = modulo elastico del calcestruzzo =  $E_2$

$J_{eq}$  = momento di inerzia equivalente della sezione omogeneizzata = 1.83+8 mm<sup>4</sup>

b = passo micropali

$sp_{eq}$  = spessore equivalente = 130.2 mm

#### 5.3.1. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici

Terreno	Profondità (m)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione $c'$ (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)	Modulo def. E (MPa)	Modulo def. Eur (MPa)
SUPERFICIALE (Detrito poco addensato)	0.0 – 3.5	19	0	32	15	45
INTERMEDIO (Detrito addensato)	3.5 – 7.0	20.5	5	33	30	90
PROFONDO (Basalto alterato)	7.0-12.5	22.5	75	30	350	1050
SOTTOFONDO (Basalto fratturato)	>12.5	24.5	150	33	750	2250

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>35 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>195</td> </tr> </table>	Foglio	35 di		195
Foglio	35 di				
	195				

### 5.3.2. Parametri di spinta statici e sismici

I parametri di spinta sono, nel caso statico, il coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $k_a$  ed il coefficiente di spinta passiva  $k_p$ .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo ed è stato valutato con la seguente formula:

$$K_0 = 1 - \sin\phi$$

Nel caso statico i coefficienti di spinta attiva e passiva sono calcolati rispettivamente con le formule di Muller-Breslau e con le tabelle di Caquot e Kerisel (1948), in modo da tenere conto dell'attrito terra-muro e della pendenza del terreno a monte. Il valore limite della tensione orizzontale è dato da:

$$\sigma'_h = k_a \sigma'_v - 2c' \sqrt{k_a}$$

$$\sigma'_h = k_p \sigma'_v + 2c' \sqrt{k_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in condizioni di spinta attiva o passiva rispettivamente.

Per il calcolo dei coefficienti statici e sismici di spinta di ciascuna formazione litologica si sono fatte le seguenti ipotesi:

- Angolo di attrito muro terreno (spinta attiva-statica):  $\delta = \phi/2$
- Angolo di attrito muro terreno (spinta passiva-statica):  $\delta = 0$
- Angolo di attrito muro terreno (spinta attiva-sismica):  $\delta = 0$
- Angolo di attrito muro terreno (spinta passiva-sismica):  $\delta = 0$
- Livello di falda al di sotto della struttura di sostegno;

Nel caso sismico, a partire dai coefficienti sismici, si sono calcolati i coefficienti di spinta attiva ( $Ka_s$ ) e passiva ( $Kp_s$ ) da inserire nel programma di calcolo secondo le indicazioni di Mononobe-Okabe.

A favore di sicurezza, per la verifica delle sollecitazioni indotte dal sisma sulla paratia si considera un tempo di costruzione pari a 4 anni e una probabilità  $p$  pari al 5%, da cui il periodo di ritorno dell'evento sismico risulta essere pari a:

$$T_r = \frac{4}{0.05} = 80 \text{ anni}$$

Considerando inoltre i seguenti parametri relativi alla categoria di suolo

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 36 di 195</span>

$$S = 1.25$$

$$r = 1$$

L'accelerazione di progetto risulta pari a

$$a_{\max} = a_g \cdot \left( \frac{T_r}{475} \right)^{0.45} = 0.0224$$

Si ricavano infine i coefficienti sismici orizzontale e verticale

$$K_h = \frac{S \cdot a_{\max}}{r} = 0.028$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h = 0.014$$

I valori dell'angolo di inclinazione del terreno a tergo della paratia e dei coefficienti di spinta per ogni tipo di terreno sono riportati nelle seguenti tabelle

SEZIONI 1-2						
Terreno	$\beta$	$K_0$	$K_a$	$K_p$	$K_{as}$	$K_{ps}$
SUPERFICIALE (Detrito poco add)	28°	0,4701	0,46 2	3,255	0,56	3,20
INTERMEDIO (Detrito addensato)	28°	0,4554	0,42 9	3,392	0,51	3,34
PROFONDO (Basalto alterato)	28°	0,5	0,54 8	3,000	0,68	2,95
SOTTOFONDO (Basalto fratturato)	28°	0,4554	0,42 9	3,392	0,51	3,34

### 5.3.3. Carichi applicati

#### Carichi accidentali

Per tutte le sezioni di verifica si è ipotizzato un sovraccarico accidentale pari a 20 kN/m<sup>2</sup> presente in tutte le fasi di scavo ad eccezione della fase sismica.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 232 1532 315"> <tr> <td>Foglio 37 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 37 di 195
Foglio 37 di 195		

### Carico idrico

In considerazione della presenza dei barbacani e tenendo conto delle considerazioni idrogeologiche riportate nelle relazioni di riferimento, nelle analisi non è stata considerata la presenza di carico idrostatico a tergo delle opere provvisorie.

#### 5.3.4. Parametri di deformabilità

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidezza delle molle. In particolare tale rigidezza viene valutata tramite la seguente espressione:

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

dove E è il modulo di rigidezza del terreno,  $\Delta$  il passo della discretizzazione della struttura ed L una grandezza geometrica caratteristica diversa tra monte e valle perché diversa è la zona di terreno coinvolta nel movimento in zona attiva e passiva.

Il programma valuta automaticamente la grandezza L attraverso le seguenti relazioni:

$$L_A = \frac{2}{3} l_A \tan\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) \quad \text{in zona attiva}$$

$$L_P = \frac{2}{3} l_P \tan\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) \quad \text{in zona passiva}$$

dove  $l_A$  e  $l_P$  sono rispettivamente:

$$l_A = \min\{l, 2H\}$$

$$l_P = \min\{l - H, H\}$$

con

$l$  = lunghezza totale della paratia

$H$  = profondità corrente di scavo.

I moduli di rigidezza del terreno sono stati determinati in base ai risultati di prove sperimentali effettuate su campioni prelevati in sito.

Il programma sopra sinteticamente descritto è stato utilizzato per svolgere una analisi parametrica al fine di individuare le quote e gli interassi ottimali dei tiranti e la lunghezza di immorsamento, sulla base della valutazione delle sollecitazioni e della deformata della stessa paratia.

#### 5.3.5. Fasi di calcolo

Si riporta la metodologia impiegata per simulare le fasi di realizzazione della paratia. Per maggiori dettagli si vedano gli allegati di calcolo relativi alle singole sezioni.

step 1 geostatico: vengono applicati i pesi propri del terreno e viene attivato l'elemento "beam";

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 38 di 195

step 2 attivazione del sovraccarico  $q = 20 \text{ kN/m}^2$ ;

step 3 scavo fino a 0.5m sotto la quota di installazione del tirante.

step 4 attivazione del tirante con relativo precarico.

step 5 - fino ad i ripetizione degli step 3 e 4 fino alla realizzazione di tutti i tiranti

step i+1 scavo fino a fondo scavo

step i+2 Fase sismica: applicazione delle spinte in fase sismica

Il carico accidentale di 20 KN/m si è considerato presente in tutte le fasi di scavo, ad eccezione dell'ultima fase sismica, dove si sono utilizzati i coefficienti di spinta attiva e passiva calcolati con Mononobe-Okabe come riportato nei paragrafi precedenti.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 39 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 39 di 195
Foglio 39 di 195		

## 6. RISULTATI ANALISI NUMERICHE PARATIA BERLINESE

### 6.1. Ipotesi di calcolo e di verifica

#### 6.1.1. Calcolo lunghezza libera

La lunghezza libera è definita dalla intersezione con un piano inclinato di  $(45-\varphi/2)$  sulla verticale, parallelo al piano passante per il piede della paratia e da esso distante  $0.20h$ .

Si ha :

$$L = h' + d$$

con:

$$h' = 0.20h / \cos(45^\circ - \alpha - \varphi/2)$$

dove:

$\alpha$  = pendenza terreno a monte

$\varphi$  = angolo d'attrito

$h$  = altezza fuori scavo paratia

$t$  = infissione paratia

$h_i$  = profondità tirante

$$d = (h+t-h_i)\sin(45^\circ - \varphi/2) / \sin(45^\circ + \alpha + \varphi/2)$$

#### 6.1.2. Calcolo lunghezza di ancoraggio

La progettazione del tirante, che deve garantire una forza limite ultima della fondazione sufficiente a raggiungere il necessario grado di sicurezza dell'intervento di stabilizzazione, si basa sulla scelta di un appropriato diametro sia della perforazione sia dell'armatura e nella definizione sia della lunghezza libera (da analisi di stabilità globale) che della lunghezza della fondazione. Per gli ancoraggi cementati, la distribuzione della tensione tangenziale è fortemente non lineare; si hanno, infatti, elevate tensioni nella parte della fondazione più esterna mentre l'altra estremità della fondazione può risultare del tutto priva di sollecitazioni (Farmer 1975 e Aydan 1989). Tuttavia è stato trovato che la necessaria lunghezza, della fondazione di un tirante cementato, può essere calcolata con l'assunzione semplificata che la tensione tangenziale lungo la superficie di contatto fra il bulbo e la roccia è distribuita uniformemente, lungo tutta la lunghezza della fondazione ed è fornito dalla seguente espressione:

$$\tau_a = \frac{T}{\pi \cdot d_h \cdot l_b}$$

oppure:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 40 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 40 di 195
Foglio 40 di 195		

$$l_b = \frac{T}{\pi \cdot d_h \cdot \tau_a}$$

dove:

$T$  = forza teorica di utilizzazione

$d_h$  = diametro di perforazione

$\tau_a$  = tensione tangenziale di connessione ammissibile lungo la superficie di contatto tra il bulbo e la roccia

$l_b$  = lunghezza della fondazione.

I valori di  $\tau_a$  possono essere stimati dalla resistenza a compressione monoassiale della roccia ( $\sigma_u$ ), nella zona dell'ancoraggio, secondo la seguente espressione (Littlejohn e Bruce 1975):

$$\tau_a = \frac{\sigma_u}{30}$$

Nel caso venga ricavata la resistenza tangenziale limite di connessione lungo la superficie di contatto tra bulbo e roccia  $\tau_{lim}$ , e conseguentemente la forza limite ultima per sfilamento della fondazione  $N_{fu} = \tau_{lim} \cdot \pi \cdot d_h \cdot l_b$ , la forza teorica di utilizzazione  $N_Q$  sarà ottenuta da  $N_{fu}$  secondo la seguente espressione:

$$N_Q = \frac{N_{fu}}{\gamma_f}$$

in cui il coefficiente di sicurezza dovrà assumere i seguenti valori:

$\gamma_f = 2.0$  per i tiranti temporanei

$\gamma_f = 2.5$  per i tiranti permanenti.

Analogamente a  $\tau_a$ , i valori di  $\tau_{lim}$  possono essere ricavati in prima approssimazione da dati di letteratura. Littlejohn (1972, 1975) propone, in assenza di dati più precisi, di adottare per  $\tau_{lim}$  un valore pari ad un decimo della resistenza a compressione monoassiale e comunque non superiore a 4.2 MPa ed infine di assumere per la tensione di connessione ammissibile un valore pari ad un terzo del valore così ottenuto; in tale modo in esercizio non si dovrebbe superare il valore di 1.4 MPa.

Occorre inoltre tenere presente che la fase di progetto deve comprendere, prima dell'inizio dei lavori, l'esecuzione di prove preliminari su tiranti (campi prova) dello stesso tipo di quelli da



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5101ECVCLGASC00001A00		Foglio 41 di 195

realizzare, in base alle quali vengono stabilite le caratteristiche definitive dei tiranti (vedi raccomandazioni A.I.C.A.P. su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce").

La seguente tabella riporta i valori delle tensioni di connessione tra roccia e bulbo raccomandati da Littlejohn per la progettazione degli ancoraggi in funzione del tipo di roccia.

Tipo di roccia	TENSIONE DI CONNESSIONE		COEFFICIENTE DI SICUREZZA	FONTE
	VALORE DI ESERCIZIO (N/MM <sup>2</sup> )	VALORE LIMITE (N/MM <sup>2</sup> )		
<b>IGNEE</b>				
Basalto di media durezza		5.73	3-4	India - Rao (1964)
Granito degradato		1.50 - 2.50		Giappone - Suzuki et al (1972)
Basalto	1.21 - 1.38	3.86	2.8 - 3.2	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Granito	1.38 - 1.55	4.83	3.1 - 3.5	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Serpentine	0.45 - 0.59	1.55	2.6 - 3.5	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Granito e Basalto		1.72 - 3.10	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)
<b>METAMORFICHE</b>				
Scisti di Manhattan	0.70	2.80	4.0	USA - White (1973)
Ardesie e scisti argillosi duri		0.83 - 1.38	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)
<b>SEDIMENTARIE CALCAREE</b>				
Calcare	1.00	2.83	2.8	Svizzera - Losinger (1966)
Calcare terziario	0.83 - 0.97	2.76	2.9 - 3.3	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Calcare cretoso	0.86 - 1.00	2.76	2.8 - 3.2	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Calcare tenero		1.03 - 1.52	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)
Calcare dolomitico		1.38 - 2.07	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)
<b>SEDIMENTARIE ARENACEE</b>				
Arenaria dura a grana grossa	2.45		1.75	Canada - Coates (1970)
Arenaria degradata		0.69 - 0.85	3.00	Nuova Zelanda - Irwing (1971)
Siltiti ben cementate		0.69	2.0 - 2.5	Nuova Zelanda - Irwing (1971)
Arenarie	0.40		3.0	Inghilterra - Littlejohn (1973)
Arenarie $\sigma_c > 2$ N/mm <sup>2</sup>	0.60		3.0	Inghilterra - Littlejohn (1973)
Arenarie dure a grana fine	0.69 - 0.83	2.4	2.7 - 3.3	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Arenarie		0.83 - 1.73	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)
<b>SEDIMENTARIE ARGILLOSE</b>				
Marna iridata		0.17 - 0.25	3.0	Inghilterra - Littlejohn (1970)
Argille scistose di bassa resistenza		0.35		Canada - Golder Brawner (1973)
Arenarie tenere e argillocisti	0.10 - 0.14	0.37	2.7 - 3.7	Inghilterra - Wycliffe-Jones (1974)
Argillocisti teneri		0.21 - 0.83	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)
<b>GENERALI</b>				
Rocce compatte ( $\sigma_c > 20$ N/mm <sup>2</sup> )	1 / 30 $\sigma_c$ (sino ad un massimo di 1.4 N/mm <sup>2</sup> )	1 / 10 $\sigma_c$ (sino ad un massimo di 1.4 N/mm <sup>2</sup> )	3	Inghilterra - Littlejohn (1972)
Rocce tenere	0.35 - 0.70			Australia - Koch (1972)
Rocce di media durezza	0.70 - 1.05			Australia - Koch (1972)
Rocce dure	1.05 - 1.40			Australia - Koch (1972)
Larga varietà di rocce ignee e metamorfiche	1.05		2	Australia - Standard CA 35 (1973)
Larga varietà di rocce	0.98 0.50 0.70  0.70  0.69 1.4	1.20 - 2.50    2.76 4.2 15% - 20% della resistenza allo schiacciamento della malta	2-2.5 (prov.) 3 (permanente) 4 3 3	Francia - Fargeot (1972) Svizzera - Walther (1959) Svizzera - Comte (1965) Svizzera - Comte (1971) Italia - Mascardi (1973)  Canada - Golder Brawner (1973) USA - White (1973) Australia - Longworth (1971)
<b>CALCESTRUZZO</b>		1.38 - 2.76	1.5 - 2.5	USA - PCI (1974)

$\sigma_c$  = resistenza a compressione monoassiale

Valori della tensione di connessione tra roccia e bulbo raccomandati per la progettazione di ancoraggi (Littlejohn, 1975).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1546 318"> <tr> <td>Foglio 42 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 42 di 195
Foglio 42 di 195		

L' approccio per il dimensionamento dei tiranti di ancoraggio è stato pubblicato da Bustamante e Doix (1985). Il metodo proposto dagli autori si applica ad ancoraggi realizzati mediante iniezione semplice (in un'unica fase) o ripetuta e non si applica pertanto a tiranti per i quali la fondazione viene colata a gravità. Gli autori chiariscono che la pressione di iniezione  $p_i$  per tiranti ad iniezione semplice è in genere:

$$0.5p_l \leq p_i \leq p_l$$

e nei tiranti ad iniezioni ripetute:

$$p_i \geq p_l$$

dove  $p_l$  è la pressione limite, ricavata da prove pressiometriche.

Indicando con  $l_f$  la lunghezza libera e con  $l_b$  la lunghezza della fondazione del tirante, la forza limite ultima della fondazione può essere così valutata:

$$N_{fu} = \pi \cdot d_f \cdot l_b \cdot \tau_{lim}$$

$$d_f = \alpha \cdot d_h$$

in cui:

$d_f$  = diametro medio della fondazione

$l_b$  = lunghezza della fondazione

$\tau_{lim}$  = aderenza limite fondazione - terreno

$d_h$  = diametro di perforazione

$\alpha$  =  $d_f / d_h$  è funzione del tipo di terreno, della metodologia di iniezione e del quantitativo di miscela iniettata.

I valori di  $\alpha$  possono essere ricavati dalla tabella riportata nella figura che segue, in funzione del tipo di terreno e delle modalità di iniezione (semplici o ripetute). Nella stessa tabella sono indicati i corrispondenti volumi minimi di miscela da iniettare. Nel computo dei volumi non si tiene conto della presenza delle armature.

TIPO DI TERRENO	COEFFICIENTE $\alpha$		QUANTITÀ MINIMA DI MISCELA
	INIEZIONI RIPETUTE	INIEZIONI RIPETUTE	
Ghiaia	1.8	1.3 ÷ 1.4	1.5 Vp
Ghiaia sabbiosa	1.6 ÷ 1.8	1.2 ÷ 1.4	1.5 Vp
Sabbia ghiaiosa	1.5 ÷ 1.6	1.2 ÷ 1.3	1.5 Vp
Sabbia (grossolana media o fine)	1.4 ÷ 1.5	1.1 ÷ 1.2	1.5 Vp
Sabbia limosa	1.4 ÷ 1.5	1.1 ÷ 1.2	1.5 ÷ 2 Vp per iniezioni ripetute 1.5 Vp per iniezione semplice
Limo	1.4 ÷ 1.6	1.1 ÷ 1.2	2 Vp per iniezione ripetute 1.5 Vs per iniezione semplice
Argilla	1.8 ÷ 2.0	1.2	2.5 ÷ 3 Vp per iniezione ripetute 1.5 ÷ 2 Vp per iniezione semplice
Marna, marna calcarea arenaria alterata o fratturata	1.8	1.1 ÷ 1.2	1.5 ÷ Vp per strati compatti 2 ÷ 6 Vp per strati fratturati
Roccia alterata o fratturata	1.2	1.1	1.1 ÷ 1.5 Vp per roccia poco fessurata ≥ 2 Vp per roccia fratturata

Vp = volume di perforazione

Valori di  $\alpha$  in funzione del tipo di terreno e delle modalità di iniezione (semplice o ripetute).

I valori di  $\tau_{lim}$  possono essere ricavati dai diagrammi delle figure che seguono rispettivamente per:

- sabbie e ghiaie;
- argille e limi;
- arenarie, marne e calcari marnosi;
- rocce alterate e fratturate.

In ciascun diagramma la curva uno, si riferisce a fondazioni realizzate mediante iniezioni ripetute e la curva due, inferiore, a fondazioni mediante iniezione semplice.

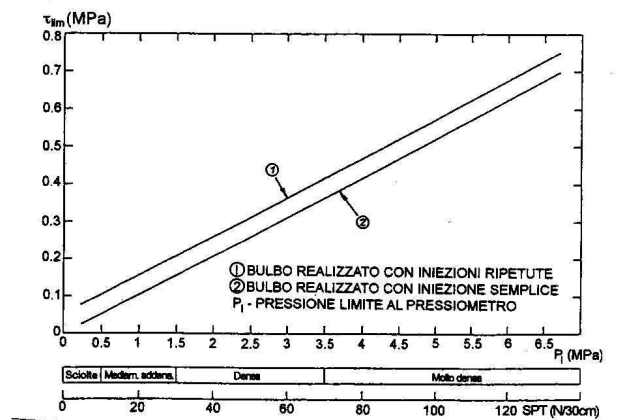


Diagramma per il calcolo del valore di  $\tau_{lim}$  per sabbie e ghiaie.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 45 di 195

### 6.1.3. Verifica di resistenza a trazione del tirante

I valori della pretensione ( $T_{iniz}$ ) e del tiro massimo ( $T_{max}$ ) devono essere confrontati con il valore del tiro ammissibile, ricavato secondo le Raccomandazioni AICAP:

$$T_{amm} = N^{\circ}_{Dyw} \cdot 0.90 \cdot 0.60 \cdot f_{ptk} \cdot A_b$$

dove:

$T_{amm}$  = tiro ammissibile per tirante

$N^{\circ}_{Dyw}$  = numero di Dywidag per tirante

$f_{ptk}$  = tensione caratteristica a rottura = 1050 MPa

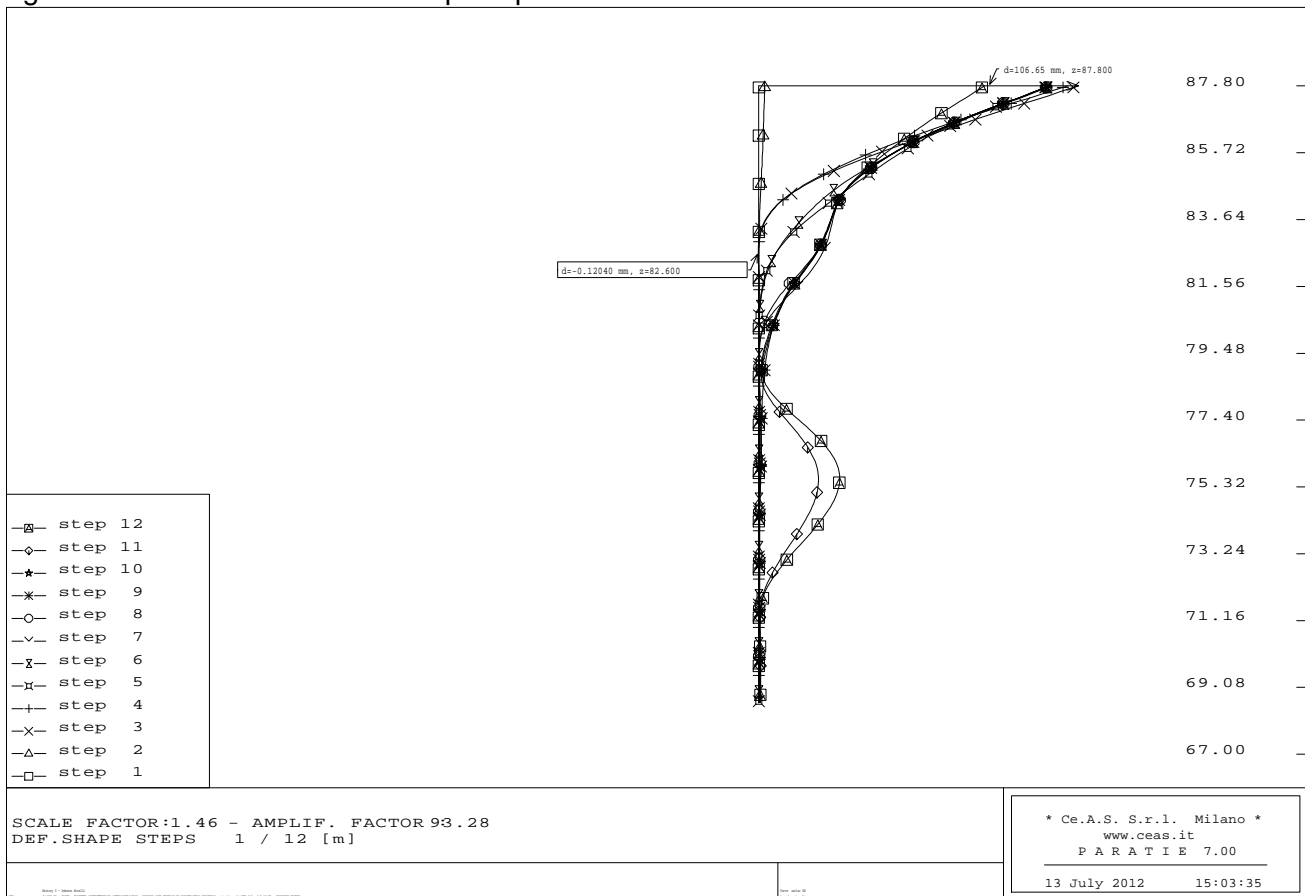
$A_b$  = area del trefolo = 5.51 cm<sup>2</sup>

La trazione finale massima agente su ciascun tirante ( $T_{max}$ ), maggiore di quella iniziale ( $T_0$ ), deve essere minore del tiro ammissibile del tirante.

## 6.2. Sezione 1

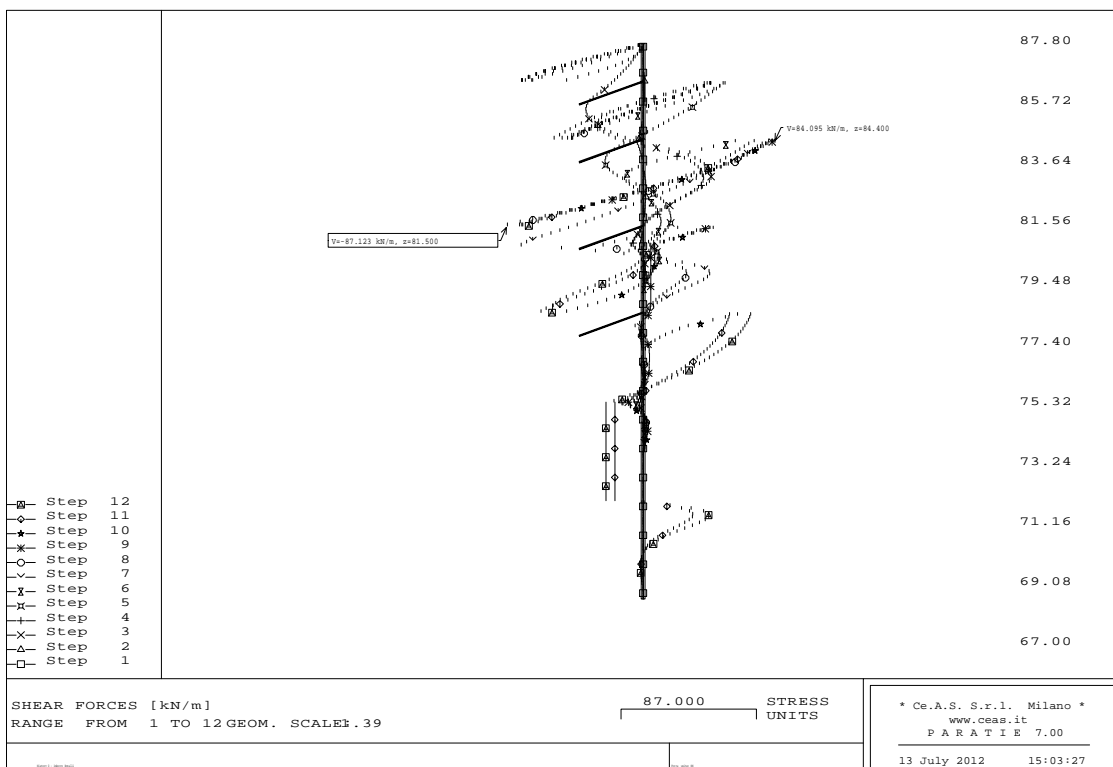
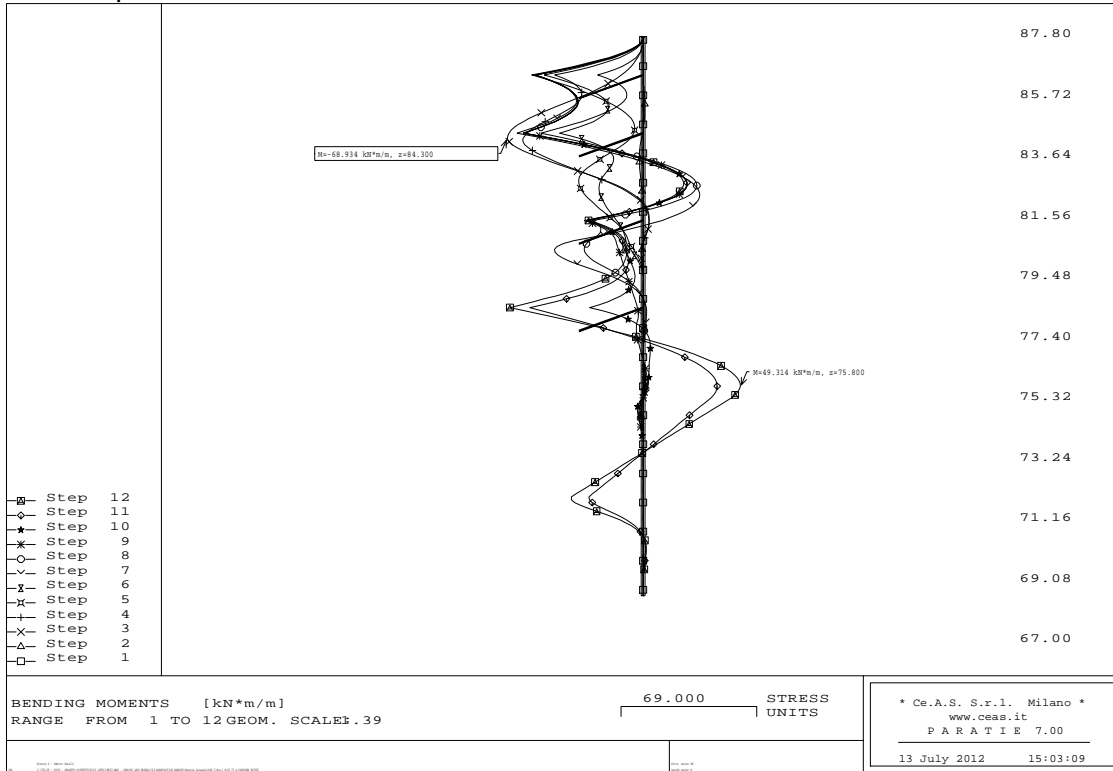
### 6.2.1. Analisi deformativa

In figura è rappresentata la configurazione deformata della struttura nei vari step di calcolo. Il massimo spostamento calcolato è pari a 10.66cm alla quota di 87.80 m slm. Tale spostamento viene attinto dalla paratia durante la fase di primo scavo: nelle fasi successive, grazie ai tiranti, gli spostamenti in testa si riducono. Si nota inoltre che nel modello non viene tenuta in conto la rigidità della trave di testata la quale permette di avere una deformabilità minore.



### 6.2.2. Sollecitazioni interne nella paratia

Nelle successive figure è riportato l'andamento del momento flettente e del taglio nella struttura per i vari step di calcolo



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 48 di 195</span>

### 6.2.3. Verifica dei micropali

I micropali sono stati verificati alle tensioni ammissibili verificando che il solo profilato metallico fosse in grado di assorbire le azioni flettenti e di taglio agenti e quindi trascurando la resistenza del calcestruzzo.

ID	$\phi$ tubo	Sp.	Passo	M	T	Jxx	Wxx	$\sigma$	$\tau$	$\sigma_{id}$	$\sigma_{amm}$
-	[mm]	[mm]	[m]	[kN*m/m]	[kN/m]	[mm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
1	139,7	10,0	0,40	68,9	87,2	8614571	123	223	16	225	240,0

La tensione sollecitante  $\sigma_{id}$  risulta inferiore alla  $\sigma_{amm}$ , quindi la verifica risulta soddisfatta.

### 6.2.4. Verifica Tiranti

#### Verifica della lunghezza libera

##### DIMENSIONAMENTO LUNGHEZZA LIBERA TIRANTI

Ordine	Quota	$i_{tiranti}$	$\omega$	$N_{Dywidag}$	$A_{trefoli}^T$	$T_{iniz.}$	$T_{ic}$	$\phi$	$L_L^{(statico)}$	$L_L^*$
[-]	[m]	[m]	[°]	[-]	[mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN/m]	[°]	[m]	[m]
1	1,3	2,0	20	1	551	250	125	32	12,0	13,0
2	3,3	2,0	20	1	551	250	125	32	11,0	13,0
3	6,3	2,0	20	1	551	250	125	32	9,5	10,0
4	9,3	2,0	20	1	551	250	125	32	8,0	10,0

Quota *relativa alla posizione del tirante rispetto al piano campagna*

$i$  *interasse tiranti*

$\omega$  *inclinazione tiranti*

$N_{Dywidag}$  *numero Dywidag per tirante*

$A_{Dywidag}^T$  *area totale Dywidag per tirante*

$T_{iniz.}$  *tiro iniziale*

$T_{ic}$  *tiro iniziale al metro*

$L_L^{(statico)}$  *lunghezza libera tiranti di calcolo*

$L_L^*$  *lunghezza libera tiranti adottata*

La lunghezza libera adottata è sempre superiore alla lunghezza minima derivante dal calcolo. Si è considerato un angolo d'attrito medio per l'ammasso pari a 32°.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 49 di 195</span>

### Verifica della lunghezza di fondazione

Nelle tabelle seguenti si riepilogano i risultati dei calcoli effettuati per la verifica dei bulbi di ancoraggio.

#### **VERIFICHE DEGLI ANCORAGGI**

Ordine	$i_{\text{tiranti}}$	$N_{\text{Dywidag}}$	$\alpha$	$d_p$	$\tau_{\text{lim}}$	$L_b$	$L_b^*$	$T_{\text{max}}$	$T_{\text{limite}}$	FS
[-]	[m]	[-]	[-]	[mm]	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[-]
1	2,0	1	1,0	100,0	280	6,2	7,0	274,6	615,8	2,24
2	2,0	1	1,0	100,0	280	6,4	7,0	283,4	615,8	2,17
3	2,0	1	1,0	100,0	280	6,1	6,5	268,4	571,8	2,13
4	2,0	1	1,0	100,0	280	6,2	6,5	272,8	571,8	2,10

$\alpha$  coefficiente funzione della modalità esecutiva dei tiranti e della natura dei terreni

$d_p$  diametro di perforazione

$\tau_{\text{lim}}$  tensione limite di aderenza fra la malta del bulbo ed il terreno

$L_b$  lunghezza del bulbo di fondazione calcolata con  $F.S.=2$

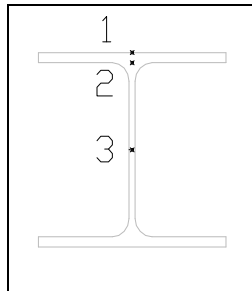
$L_b^*$  lunghezza del bulbo di fondazione adottata

### Verifica di resistenza a trazione

Ordine	$n_{\text{Dywidag}}$	$i_{\text{tiranti}}$	$T_{\text{iniz.}}$	$T_{\text{paratie}}$	$T_{\text{max}}$	$T_{\text{limite}}$	FS
[-]	[-]	[m]	[kN]	[kN/m]	[kN]	[kN]	[-]
1	1	2,0	250,0	137,3	274,6	312,4	1,14
2	1	2,0	250,0	141,7	283,4	312,4	1,10
3	1	2,0	250,0	134,2	268,4	312,4	1,16
4	1	2,0	250,0	136,4	272,8	312,4	1,15

#### 6.2.5. Verifiche travi di ripartizione

Le travi di ripartizione sono state verificate alle tensioni ammissibili considerando uno schema di travi su più appoggi. Tale condizione infatti è stato visto essere più sfavorevole di quella di trave in semplice appoggio. Le tensioni sono state valutate nei tre punti della sezione indicati in figura.



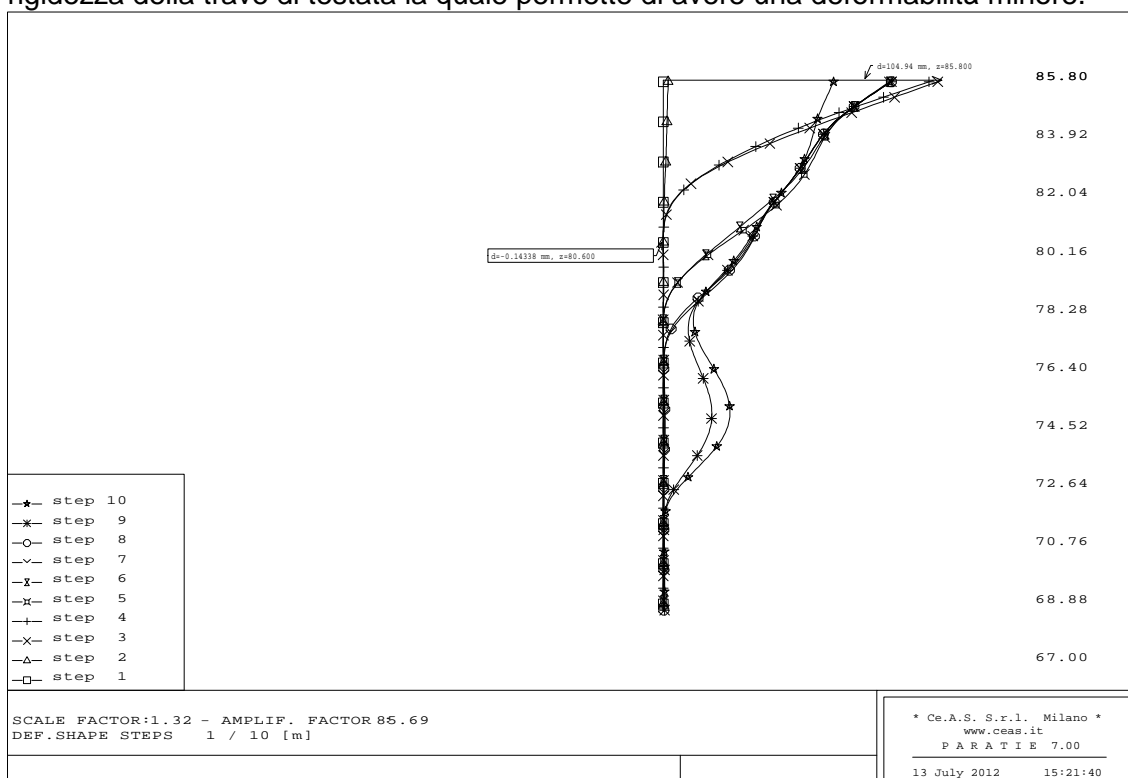
	Tipo	n'	T <sub>perforata</sub>	litreatti	T <sub>resistiva</sub>	q	M <sub>max</sub>	T <sub>max</sub>	W <sub>xx</sub>	W <sub>xx,net</sub>	B	H	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	A	J <sub>xx</sub>	s <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	σ <sub>id,max</sub>	σ <sub>amm</sub>
[-]			[kN/m]	[m]	[kN]	[kN/m]	[kN·m]	[kN]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
1	<b>IPN200</b>	<b>2.0</b>	137,3	2,0	274,6	137,3	68,7	137,3	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	160,4	53,7	142,3	41,0	160,4	<b>190,0</b>
2	<b>IPN200</b>	<b>2.0</b>	141,7	2,0	283,4	141,7	70,9	141,7	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	165,5	55,4	146,8	42,4	165,5	<b>190,0</b>
3	<b>IPN200</b>	<b>2.0</b>	134,2	2,0	268,4	134,2	67,1	134,2	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	156,8	52,4	139,1	40,1	156,8	<b>190,0</b>
4	<b>IPN200</b>	<b>2.0</b>	136,4	2,0	272,8	136,4	68,2	136,4	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	159,3	53,3	141,3	40,8	159,3	<b>190,0</b>

La tensione sollecitante  $\sigma_{id,max}$  risulta inferiore alla  $\sigma_{amm}$ , quindi la verifica risulta soddisfatta.

### 6.3. Sezione 2

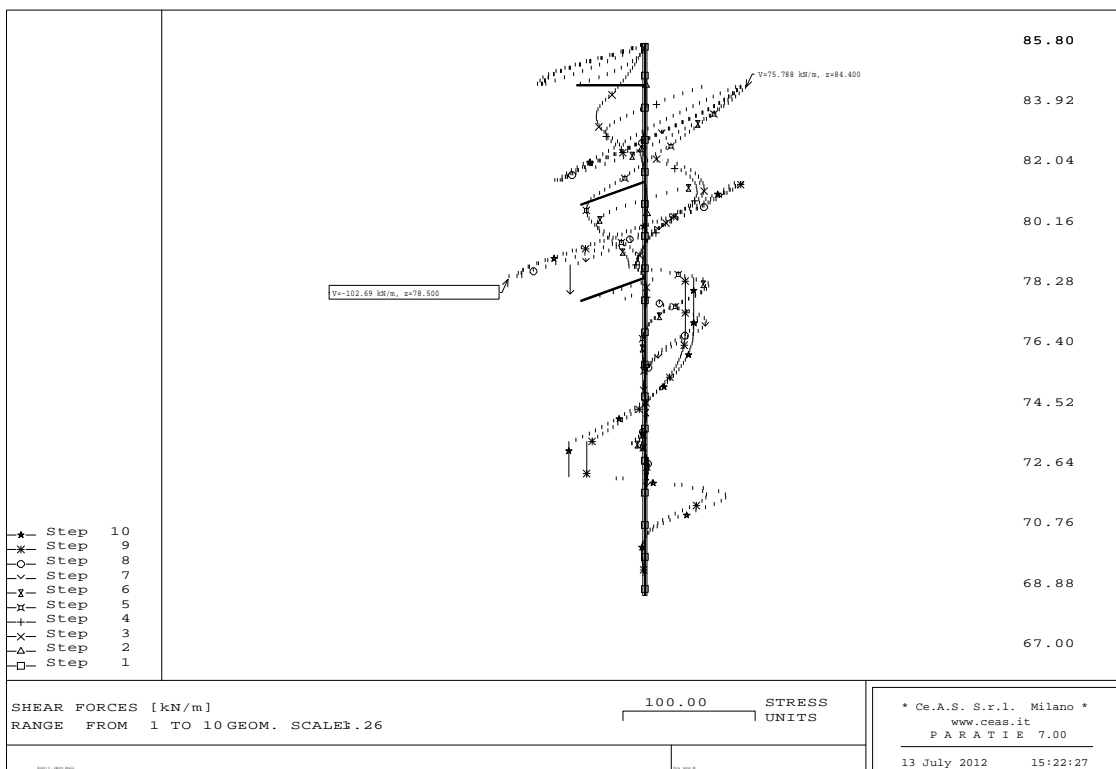
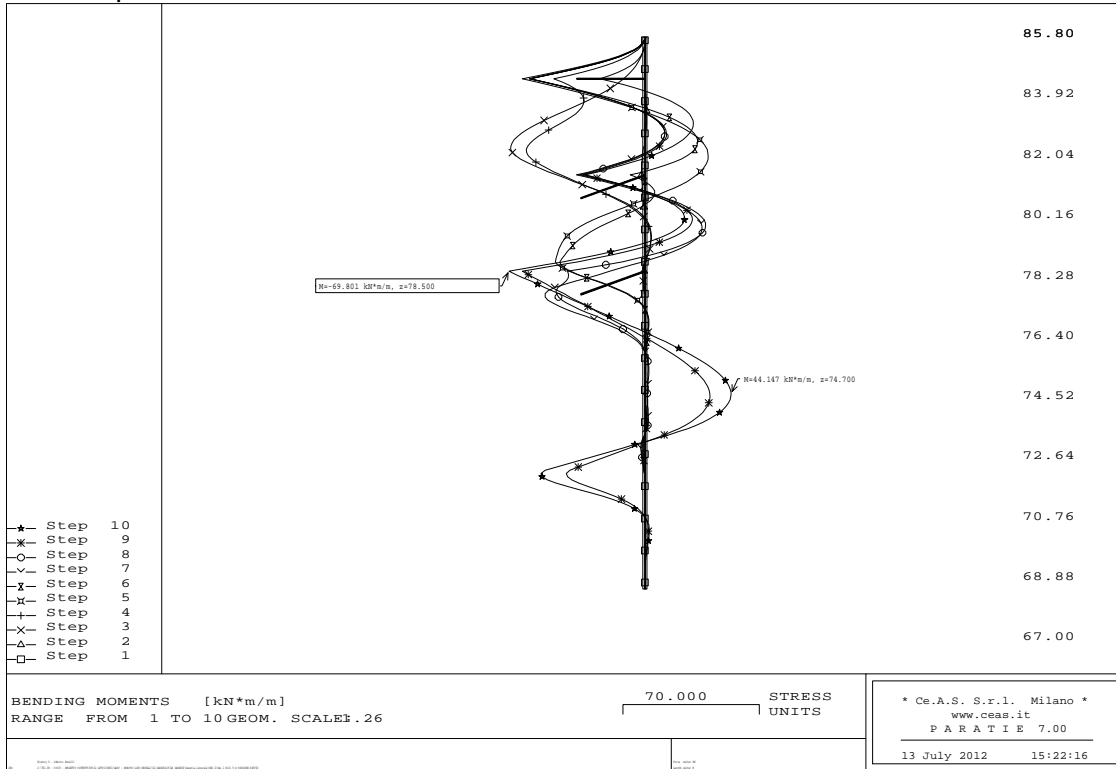
#### 6.3.1. Analisi deformativa

In figura è rappresentata la configurazione deformata della struttura nei vari step di calcolo. Il massimo spostamento calcolato è pari a 10.49cm alla quota di 85.80m slm. Tale spostamento viene attinto dalla paratia durante la fase di primo scavo: nelle fasi successive, grazie ai tiranti, gli spostamenti in testa si riducono. Si nota inoltre che nel modello non viene tenuta in conto la rigidità della trave di testata la quale permette di avere una deformabilità minore.



### 6.3.2. Sollecitazioni interne nella paratia

Nelle successive figure è riportato l'andamento del momento flettente e del taglio nella struttura per i vari step di calcolo



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 52 di 195</span>

### 6.3.3. Verifica dei micropali

I micropali sono stati verificati alle tensioni ammissibili verificando che il solo profilato metallico fosse in grado di assorbire le azioni flettenti e di taglio agenti e quindi trascurando la resistenza del calcestruzzo.

#### **VERIFICHE MICROPALI**

ID	$\phi$ tubo	Sp.	Passo	M	T	Jxx	Wxx	$\sigma$	$\tau$	$\sigma_{id}$	$\sigma_{amm}$
-	[mm]	[mm]	[m]	[kN*m/m]	[kN/m]	[mm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
1	139,7	10,0	0,40	69,8	102,7	8614571	123	226	19	229	240,0

La tensione sollecitante  $\sigma_{id}$  risulta inferiore alla  $\sigma_{amm}$ , quindi la verifica risulta soddisfatta.

### 6.3.4. Verifica Tiranti

#### Verifica della lunghezza libera

Ordine	Quota	i tiranti	$\omega$	$N_{Dywidag}$	$A^T_{Dywidag}$	$T_{iniz.}$	$T_{ic}$	$\phi$	$L_L^{(statico)}$	$L_L^*$
[-]	[m]	[m]	[°]	[-]	[mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN/m]	[°]	[m]	[m]
1	1,3	2,0	0	1	551	250	125	32	11,9	13,0
2	4,3	2,0	20	1	551	250	125	32	9,1	13,0
3	7,3	2,0	20	1	551	250	125	32	7,6	10,0

Quota *relativa alla posizione del tirante rispetto al piano campagna*

i *interasse tiranti*

$\omega$  *inclinazione tiranti*

$N_{Dywidag}$  *numero Dywidag per tirante*

$A^T_{Dywidag}$  *area totale Dywidag per tirante*

$T_{iniz.}$  *tiro iniziale*

$T_{ic}$  *tiro iniziale al metro*

$L_L^{(statico)}$  *lunghezza libera tiranti di calcolo*

$L_L^*$  *lunghezza libera tiranti adottata*

La lunghezza libera adottata è sempre superiore alla lunghezza minima derivante dal calcolo. Si è considerato un angolo d'attrito medio per l'ammasso pari a 32°.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>53 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>195</td> </tr> </table>	Foglio	53 di		195
Foglio	53 di				
	195				

### Verifica della lunghezza di fondazione

Nelle tabelle seguenti si riepilogano i risultati dei calcoli effettuati per la verifica dei bulbi di ancoraggio.

#### **VERIFICHE DEGLI ANCORAGGI**

Ordine	$i_{\text{tiranti}}$	$N_{\text{Dywidag}}$	$\alpha$	$d_p$	$\tau_{\text{lim}}$	$L_b$	$L_b^*$	$T_{\text{max}}$	$T_{\text{limite}}$	FS
[-]	[m]	[-]	[-]	[mm]	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[-]
1	2,0	1	1,0	100,0	280	7,0	7,0	310,2	621,9	2,00
2	2,0	1	1,0	100,0	280	6,8	7,0	298,0	615,8	2,07
3	2,0	1	1,0	100,0	280	6,3	6,5	276,2	571,8	2,07

$\alpha$  *coefficiente funzione della modalità esecutiva dei tiranti e della natura dei terreni*

$d_p$  *diametro di perforazione*

$\tau_{\text{lim}}$  *tensione limite di aderenza fra la malta del bulbo ed il terreno*

$L_b$  *lunghezza del bulbo di fondazione calcolata con F.S.=2*

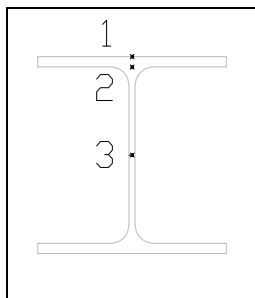
$L_b^*$  *lunghezza del bulbo di fondazione adottata*

### Verifica di resistenza a trazione

Ordine	$N_{\text{Dywidag}}$	$i_{\text{tiranti}}$	$T_{\text{iniz.}}$	$T_{\text{paratie}}$	$T_{\text{max}}$	$T_{\text{limite}}$	FS
[-]	[-]	[m]	[kN]	[kN/m]	[kN]	[kN]	[-]
1	1	2,0	250,0	155,1	310,2	312,4	1,01
2	1	2,0	250,0	149,0	298,0	312,4	1,05
3	1	2,0	250,0	138,1	276,2	312,4	1,13

#### 6.3.5. Verifiche travi di ripartizione

Le travi di ripartizione sono state verificate alle tensioni ammissibili considerando uno schema di travi su più appoggi. Tale condizione infatti è stato visto essere più sfavorevole di quella di trave in semplice appoggio. Le tensioni sono state valutate nei tre punti della sezione indicati in figura.





	Tipo	n'	T <sub>perforati</sub>	h <sub>perforati</sub>	T <sub>traversata</sub>	q	M <sub>tot</sub>	T <sub>tot</sub>	W <sub>tot</sub>	W <sub>tot,1st</sub>	B	H	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	A	J <sub>tot</sub>	s <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	σ <sub>id,max</sub>	σ <sub>amm</sub>
[-]			[kN/m]	[m]	[kN]	[kN/m]	[kN*m]	[kN]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
1	<b>IPN200</b>	<b>2,0</b>	155,1	2,0	310,2	155,1	77,6	155,1	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	181,2	60,6	160,7	46,4	181,2	<b>190,0</b>
2	<b>IPN200</b>	<b>2,0</b>	149,0	2,0	298,0	149,0	74,5	149,0	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	174,1	58,2	154,4	44,5	174,1	<b>190,0</b>
3	<b>IPN200</b>	<b>2,0</b>	138,1	2,0	276,2	138,1	69,1	138,1	214,0	428,0	90,0	200,0	7,5	11,3	33,4	2140,0	161,3	54,0	143,1	41,3	161,3	<b>190,0</b>

La tensione sollecitante  $\sigma_{id,max}$  risulta inferiore alla  $\sigma_{amm}$ , quindi la verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 318"> <tr> <td>Foglio 55 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 55 di 195
Foglio 55 di 195		

## 7. VERIFICA STABILITÀ GLOBALE DELLA PARATIA

### 7.1. Ipotesi di calcolo e di verifica

L'esame della condizioni di stabilità è stata condotta utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite.

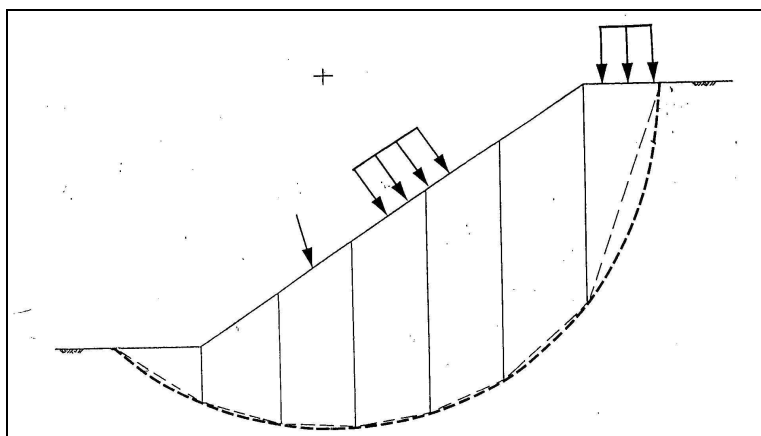
Le analisi di stabilità sono state eseguite utilizzando il programma di calcolo SLOPE/W della GEO-SLOPE International Ltd (Calgary, Alberta, Canada).

Il programma si basa sull'applicazione di diversi metodi dell'equilibrio limite in condizioni bidimensionali quali il metodo di Bishop (1955), di Janbu (1973), di Spencer (1967) e di Morgenstern-Price (1965).

Il metodo valuta le condizioni di stabilità di un pendio naturale o di una scarpata artificiale ricercando per tentativi la superficie di scivolamento "critica" (ossia quella a cui compete il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo) e verificando se tale valore risulta maggiore o minore di 1.

Il valore di  $F_s=1$  corrisponde ad una situazione di incipiente scivolamento del pendio lungo la superficie di scorrimento considerata.

Il metodo si basa sulla considerazione dell'equilibrio di un blocco (o "cuneo") rigido di terreno rappresentato in Figura.



**Blocco di terreno instabile suddivisione in conci.**

Il cuneo è soggetto sia all'azione del peso proprio sia a quella delle forze esterne di varia natura (sovraccarichi verticali, azioni dei tiranti, forze di inerzia sismiche, ecc.); inoltre è presa in conto la presenza della falda all'interno del pendio, trascurando il fenomeno di filtrazione.

A questo scopo il blocco viene dapprima suddiviso in conci e l'equilibrio globale è analizzato come somma dell'equilibrio di ciascuno di essi facendo delle assunzioni semplificatrici sulle forze reciproche tra i conci (vedi Figura).

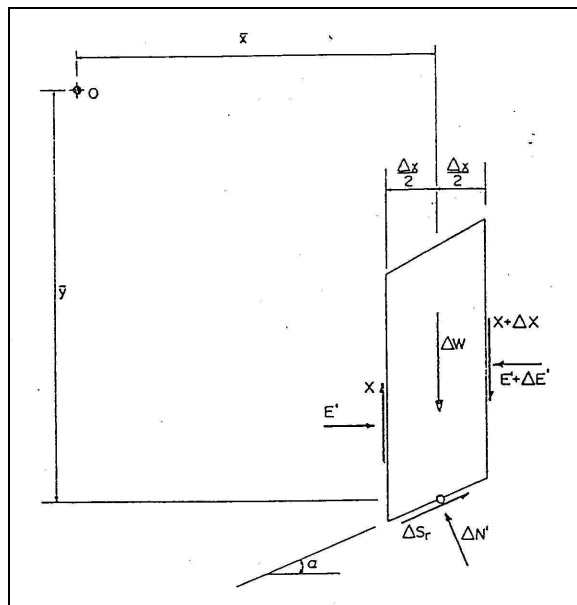


Figura – Forze agenti sui conci.

Il metodo consente di valutare un valore del coefficiente di sicurezza medio della superficie di scivolamento ( $F_s=1$ ) definito come:

$$F_s = \frac{(\tau_{ult})_m}{\tau_m}$$

essendo:

$(\tau_{ult})_m$  = resistenza al taglio media del terreno lungo la superficie di scivolamento;

$\tau_m$  = tensione tangenziale media mobilitata lungo la superficie di scivolamento.

Il programma permette il calcolo dei coefficienti di sicurezza di superfici di potenziale scivolamento sia circolari sia di geometria qualsiasi. Nel caso di superfici circolari è possibile definire una griglia al cui interno sono situati i centri delle superfici di scivolamento per le quali si ricerca il coefficiente di sicurezza. In tale maniera è possibile individuare la superficie per la quale si ha il coefficiente di sicurezza minimo.

Le verifiche effettuate sono state condotte in corrispondenza della sezione più gravosa delle paratie esaminate e nel modello di calcolo è stata considerata la naturale inclinazione del terreno a monte dell'opera di sostegno. L'influenza della paratia sulla stabilità del versante è stata considerata introducendo nel modello di calcolo le reazioni esercitate dai tiranti sulle travi di contrasto.

Per eventuali chiarimenti sulla geometria del modello assunto e sui risultati forniti dalle analisi di stabilità si rimanda agli appositi allegati grafici.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 57 di 195

### 7.1.1. Sezioni di calcolo

Per quanto concerne le verifiche di stabilità dell'insieme paratia – terreno retrostante, sono state eseguite una verifica di stabilità statica ed una sismica in corrispondenza della sezione di massima altezza e di massima inclinazione a tergo, ovvero quella della paratia centrale in asse galleria. Il grado di stabilità globale è stato valutato considerando una superficie di rottura circolare passante sotto il piede della paratia.

### 7.1.2. Analisi sismica

Nelle analisi è stata valutata l'influenza di un ipotetico sisma sulla stabilità globale del versante. Per quanto riguarda il calcolo in condizioni sismiche, si sono calcolati i coefficienti sismici  $K_h$  e  $K_v$  assumendo un tempo di costruzione pari a 4 anni e una probabilità  $p$  pari al 5%. Da tali parametri il periodo di ritorno dell'evento sismico risulta essere pari a:

$$T_r = \frac{4}{0.05} = 80 \text{ anni}$$

Considerando inoltre i seguenti parametri relativi alla categoria di suolo

$$S = 1.25$$

$$r = 1$$

L'accelerazione di progetto risulta pari a

$$a_{\max} = a_g \cdot \left( \frac{T_r}{475} \right)^{0.45} = 0.0224$$

Si ricavano infine i coefficienti sismici orizzontale e verticale

$$K_h = \frac{S \cdot a_{\max}}{r} = 0.028$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h = 0.014$$

Tali valori di accelerazione sono stati introdotti nel modello di calcolo in condizioni sismiche

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 58 di 195</span>

### 7.1.3. Stratigrafie di calcolo e parametri geomeccanici

Terreno	Profondità (m)	Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione $c'$ (kPa)	Angolo di attrito $\varphi$ (°)	Modulo def. E (MPa)	Modulo def. Eur (MPa)
SUPERFICIALE (Detrito poco addensato)	0.0 – 3.5	19	0	32	15	45
INTERMEDIO (Detrito addensato)	3.5 – 7.0	20.5	5	33	30	90
PROFONDO (Basalto alterato)	7.0-12.5	22.5	75	30	350	1050
SOTTOFONDO (Basalto fratturato)	>12.5	24.5	150	33	750	2250

## 7.1. Risultati delle analisi e verifiche

La normativa prescrive, per il coefficiente di sicurezza, i seguenti valori minimi:

condizione statica  $F_s \text{ min} = 1.3$

condizione sismica  $F_s \text{ min} = 1.1$

Nella seguente tabella vengono presentati i risultati delle analisi di stabilità, condotte con il metodo di Bishop:

Nella seguente tabella vengono presentati i risultati delle analisi di stabilità, condotte con il metodo di Bishop:

Num	Tipo di analisi	Condizione	$F_s$ (Bishop)
1	Superficie di rottura passante sotto il piede della paratia	STATICA	<b>2,329</b>
		SISMICA	<b>2,192</b>

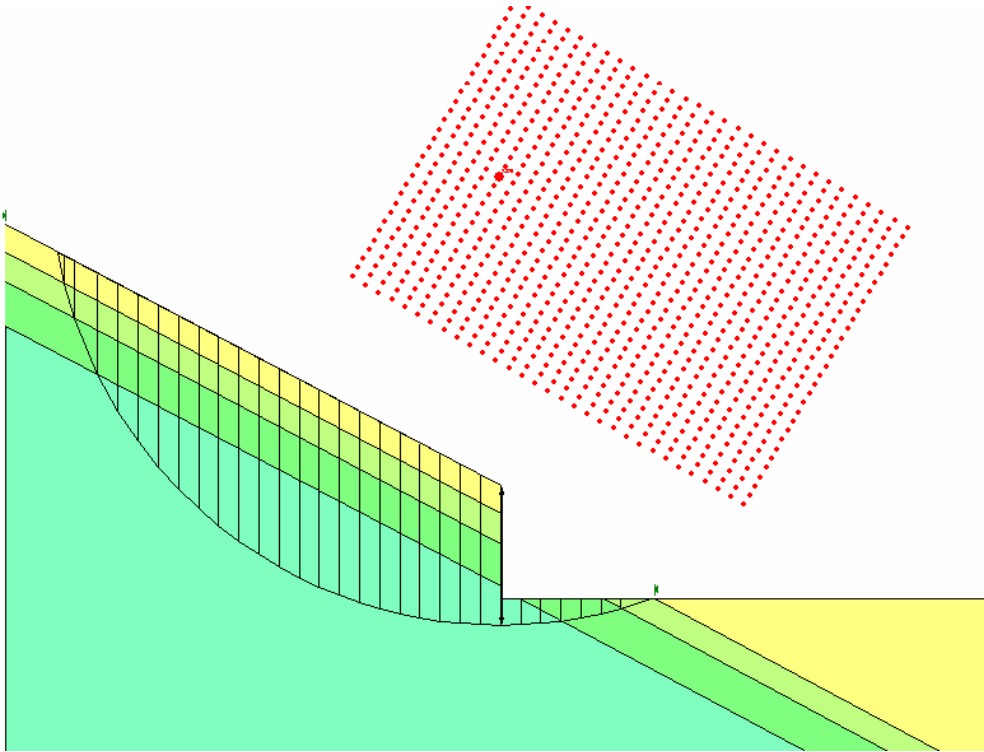
**TABELLA – Risultati analisi di stabilità**

Come si può constatare, i valori dei coefficienti  $F_s$  sono maggiori rispetto a quelli minimi prescritti dalla normativa.

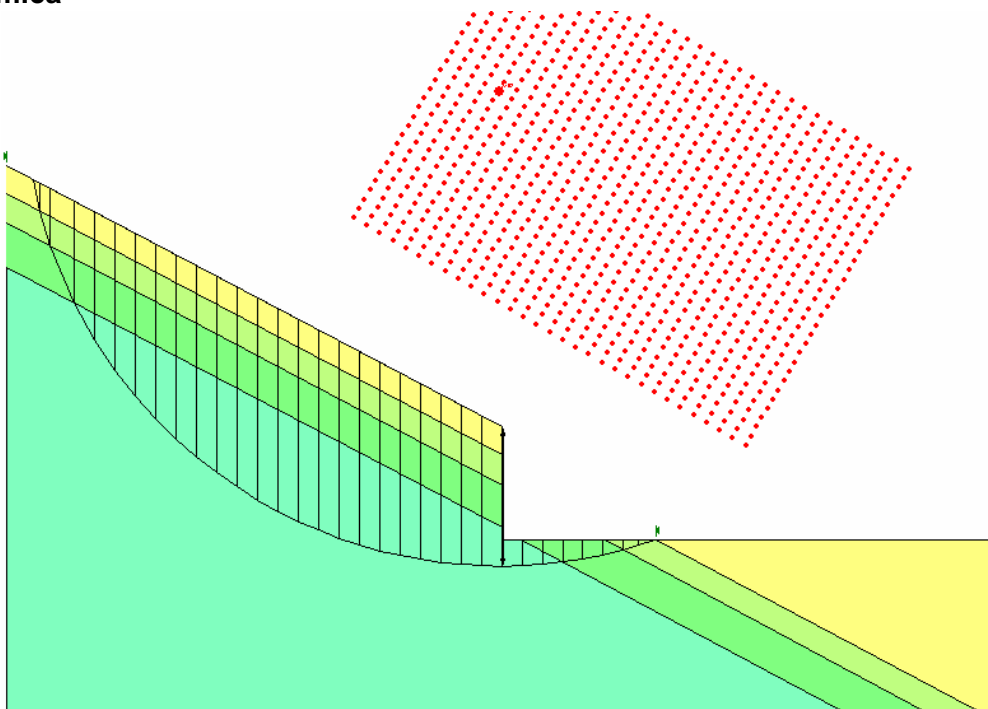
I coefficienti di sicurezza presentati sono quelli minimi ottenuti dalle analisi di stabilità, e perciò riconducibili alle superfici circolari verosimilmente più critiche.

Nelle figure che seguono si possono osservare gli schemi, emessi dal programma di calcolo, relativi alle superfici di scorrimento critiche per le varie analisi condotte:

### Analisi statica



### Analisi sismica



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1546 318"> <tr> <td>Foglio 60 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 60 di 195
Foglio 60 di 195		

## 8. VERIFICHE GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO

### 8.1. Metodi di analisi

#### 8.1.1. Ipotesi di carico

Per l'imbocco è analizzata la sezione in corrispondenza della progressiva in cui si ha la massima altezza di ritombamento.

I carichi agenti sulle gallerie artificiali sono i seguenti:

- Peso proprio della struttura valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso specifico di 25 kN/m<sup>3</sup>;
- Carico verticale del terreno di ricoprimento  $P_v$ , considerato nella parte sovrastante la calotta, pari a  $\gamma H$ , con H costante se il piano campagna è orizzontale, ovvero variabile nel piano trasversale secondo la pendenza prevista per il terreno di riporto, definendo per ogni caso le altezze minime e massime; nel modello è stata tenuta in conto l'aliquota variabile di carico litostatico da imputare al riempimento tra la quota massima della calotta e la quota di imposta del piedritto;
- Spinte orizzontali  $P_h$  presenti a lungo termine variabili con la profondità calcolate secondo la formula:

$$P_{ir} = P_v \cdot K_o + \gamma \cdot z \cdot K_a$$

Con

$$K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi) \text{ coefficiente di spinta a riposo.}$$

Il peso proprio del terreno di ritombamento è stato assunto pari a 20 kN/m<sup>3</sup>.

Per tener conto anche delle azioni sismiche, i valori delle pressioni verticali e orizzontali sono incrementati secondo le prescrizioni della vigente normativa, nelle diverse condizioni di carico si è provveduto ad incrementare ed a decrementare le spinte orizzontali del 6.3%, mentre quelle verticali dell'3.1%, combinandole tra loro.

Le condizioni di carico utilizzate sono cinque, di cui una in condizioni normali di esercizio e quattro in presenza di sisma:

- carichi geostatici + spinte del terreno (COMBO 1)
- carichi geostatici + spinte del terreno + sisma orizzontale + sisma verticale diretto verso il basso (COMBO 2)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 61 di 195

- carichi geostatici + spinte del terreno + sisma orizzontale + sisma verticale diretto verso l'alto (COMBO 3)

### 8.1.2. Modello di calcolo

Per il calcolo delle azioni interne si adotta il metodo delle reazioni iperstatiche attraverso una modellazione numerica ad elementi finiti monodimensionali.

Il programma di calcolo utilizzato è SAP2000.

Si considera una sezione di galleria di lunghezza unitaria (1m) definendo per la struttura un modello costituito da conci monodimensionali (elementi beam).

Gli spessori delle diverse aste sono variabili secondo l'elemento strutturale considerato (calotta, piedritto, arco rovescio).

In corrispondenza dei nodi vengono posti degli elementi elastici radiali (molle elastiche), che hanno lo scopo di simulare l'interazione tra il terreno e la struttura e che inducono su quest'ultima, solo se compresse, una reazione pari alla pressione di contatto terreno-struttura.

La rigidità di tali supporti è calcolata secondo le formulazioni seguenti:

- per superfici rettilinee (piedritto e muretta): Formula di Bowles
- per solettone: Formula di Boussinesq

MOLLE DI BOWLES																											
<table border="1"> <tr><td>C =</td><td style="text-align: center;">40</td><td>cost valida per unità del S.I.</td></tr> <tr><td>n =</td><td style="text-align: center;">1</td><td>coefficiente correttivo</td></tr> <tr><td>Nq =</td><td style="text-align: center;">14.72</td><td rowspan="3">coeff di portata del terreno di riporto (Hansen)</td></tr> <tr><td>Nc =</td><td style="text-align: center;">25.80</td></tr> <tr><td>Nγ =</td><td style="text-align: center;">11.19</td></tr> </table> <p>z: altezza di copertura (m)</p>	C =	40	cost valida per unità del S.I.	n =	1	coefficiente correttivo	Nq =	14.72	coeff di portata del terreno di riporto (Hansen)	Nc =	25.80	Nγ =	11.19	<table border="1"> <tr><td>c =</td><td style="text-align: center;">0</td><td>kPa</td><td>coesione</td></tr> <tr><td>φ =</td><td style="text-align: center;">28</td><td>°</td><td>angolo d'attrito</td></tr> <tr><td>γ =</td><td style="text-align: center;">21</td><td>kN/m<sup>3</sup></td><td>peso di volume del terreno</td></tr> </table>	c =	0	kPa	coesione	φ =	28	°	angolo d'attrito	γ =	21	kN/m <sup>3</sup>	peso di volume del terreno	$k = A + B \cdot z^n$ $A = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma)$ $B = C \cdot (\gamma \cdot N_\gamma)$
C =	40	cost valida per unità del S.I.																									
n =	1	coefficiente correttivo																									
Nq =	14.72	coeff di portata del terreno di riporto (Hansen)																									
Nc =	25.80																										
Nγ =	11.19																										
c =	0	kPa	coesione																								
φ =	28	°	angolo d'attrito																								
γ =	21	kN/m <sup>3</sup>	peso di volume del terreno																								
	<table border="1"> <tr><td>A =</td><td style="text-align: center;">4700</td></tr> <tr><td>B =</td><td style="text-align: center;">9399</td></tr> </table>	A =	4700	B =	9399																						
A =	4700																										
B =	9399																										

MOLLE DI BOUSSINESQ																						
<table border="1"> <tr><td>E =</td><td style="text-align: center;">0.75</td><td>GPa</td><td>modulo elastico del terreno naturale</td></tr> <tr><td>B =</td><td style="text-align: center;">15</td><td>m</td><td>base della fondazione</td></tr> <tr><td>v =</td><td style="text-align: center;">0.30</td><td></td><td>coefficiente di Poisson</td></tr> <tr><td>lw =</td><td style="text-align: center;">1.06</td><td></td><td>coefficiente di forma</td></tr> <tr><td>K =</td><td style="text-align: center;">51835</td><td>kN/m<sup>3</sup></td><td>rigidezza per m<sup>3</sup></td></tr> </table>	E =	0.75	GPa	modulo elastico del terreno naturale	B =	15	m	base della fondazione	v =	0.30		coefficiente di Poisson	lw =	1.06		coefficiente di forma	K =	51835	kN/m <sup>3</sup>	rigidezza per m <sup>3</sup>		$k = \frac{E}{B \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_w}$
E =	0.75	GPa	modulo elastico del terreno naturale																			
B =	15	m	base della fondazione																			
v =	0.30		coefficiente di Poisson																			
lw =	1.06		coefficiente di forma																			
K =	51835	kN/m <sup>3</sup>	rigidezza per m <sup>3</sup>																			

**Figura 3: Espressioni per la determinazione delle molle elastiche**

Le verifiche del concio di attacco sono state eseguite mantenendo le medesime ipotesi adottate per la galleria artificiale. Il valore della rigidezza delle molle impiegate per la schematizzazione del terreno in calotta e piedritti tiene conto della presenza della dima in cls.

## 8.2. Galleria artificiale e Concio di attacco

Le analisi sono state svolte con il programma agli elementi finiti SAP2000.

Il modello utilizzato implementa le geometria della galleria artificiale, i parametri geotecnici, le caratteristiche elastiche e le condizioni di carico applicate alla struttura.

### 8.2.1. Modello strutturale

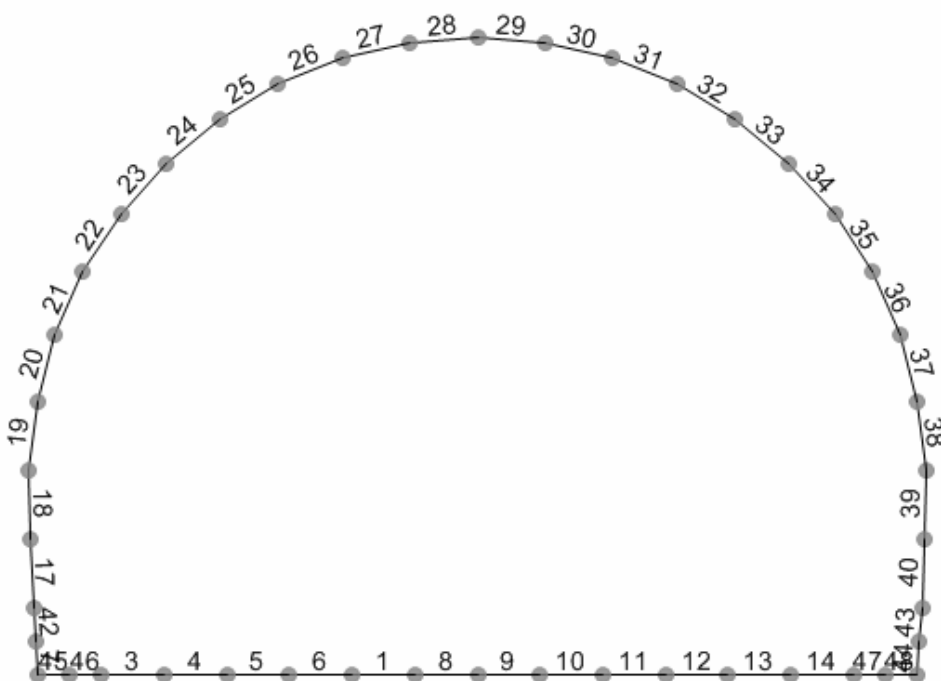
Il programma di calcolo utilizzato per le analisi, SAP2000, opera secondo il metodo degli spostamenti attraverso un solutore di equazione a blocchi. Tramite tale programma è possibile

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 63 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 63 di 195
Foglio 63 di 195		

ottenere gli spostamenti della struttura in ogni elemento in cui questa è stata schematizzata e da questi risalire, attraverso la matrice di rigidezza del sistema, alle azioni assiali, flessionali e taglianti che la sollecitano nelle diverse condizioni di carico considerate.

Nel file di input, in formato libero, vengono assegnate le caratteristiche geometriche delle aste e le condizioni di vincolo esterno con i relativi carichi applicati.

La tratta in artificiale della galleria è stata schematizzata con un modello a 44 nodi.



**Figura 4: Geometria utilizzata nelle analisi – Individuazione numerazione nodi e aste**

### 8.2.2. Vincoli elastici

Per tenere conto dell'interazione terreno struttura sono stati inseriti degli elementi elastici (springs) in corrispondenza di alcuni nodi del modello.

La costante di sottofondo  $k$  è stata calcolata secondo la formula di Bowles per calotta, piedritti e muretta:

$$K = A + B \cdot z_n$$

con il seguente significato dei simboli:

$$A = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma)$$

$$B = C \cdot (\gamma \cdot N_q)$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 64 di 195</span>

$C = 40$ , costante valida per unità del S.I.

$n = 0.1$ , coefficiente correttivo

$N_c$ ,  $N_\gamma$  e  $N_q$ , coefficienti di portata del terreno (Terzaghi).

Per quanto riguarda la reazione del terreno naturale al di sotto dell'arco rovescio si è fatto riferimento al calcolo della costante di sottofondo secondo la formula di Boussinesq

MOLLE DI BOWLES															
$C =$	40	cost valida per unità del S.I.													
$n =$	1	coefficiente correttivo													
$N_q =$	14.72	coeff di portata del terreno di riporto (Hansen)													
$N_c =$	25.80														
$N_\gamma =$	11.19														
$z$ : altezza di copertura (m)															
			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><math>c =</math></td> <td style="width: 15%; border: 1px solid black; text-align: center;">0</td> <td style="width: 15%;">kPa</td> <td style="width: 55%;">coesione</td> </tr> <tr> <td><math>\phi =</math></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">28</td> <td>°</td> <td>angolo d'attrito</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma =</math></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">21</td> <td>kN/m<sup>3</sup></td> <td>peso di volume del terreno</td> </tr> </table>	$c =$	0	kPa	coesione	$\phi =$	28	°	angolo d'attrito	$\gamma =$	21	kN/m <sup>3</sup>	peso di volume del terreno
$c =$	0	kPa	coesione												
$\phi =$	28	°	angolo d'attrito												
$\gamma =$	21	kN/m <sup>3</sup>	peso di volume del terreno												
			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><math>A =</math></td> <td style="width: 15%; border: 1px solid black; text-align: center;">4700</td> <td colspan="2" rowspan="2" style="vertical-align: middle;"> <math>k = A + B \cdot z^n</math>  <math>A = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma)</math>  <math>B = C \cdot (\gamma \cdot N_q)</math> </td> </tr> <tr> <td><math>B =</math></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">9399</td> </tr> </table>	$A =$	4700	$k = A + B \cdot z^n$ $A = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma)$ $B = C \cdot (\gamma \cdot N_q)$		$B =$	9399						
$A =$	4700	$k = A + B \cdot z^n$ $A = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma)$ $B = C \cdot (\gamma \cdot N_q)$													
$B =$	9399														

MOLLE DI BOUSSINESQ			
$E =$	0.75	GPa	modulo elastico del terreno naturale
$B =$	15	m	base della fondazione
$\nu =$	0.30		coefficiente di Poisson
$I_w =$	1.06		coefficiente di forma
$K =$	51835	kN/m <sup>3</sup>	rigidezza per m <sup>3</sup>
$k = \frac{E}{B \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_w}$			

**Figura 5: Riepilogo parametri di input (galleria artificiale)**

Per quanto riguarda le molle di calotta e piedritti del concio di attacco, esse sono state determinate utilizzando l'espressione di Bowles schematizzando il calcestruzzo della dima come un terreno con un legame di tipo Mohr Coulomb con i seguenti parametri di resistenza  $c'=500$  kPa,  $f'=35$ . Il valore utilizzato per le molle risulta mediamente pari a  $k= 90000$  kN/m<sup>3</sup>.



### 8.2.3. Carichi agenti

La sezione analizzata e riportata nel seguito, per la galleria artificiale, è la sezione A\_A (cfr elaborati grafici).

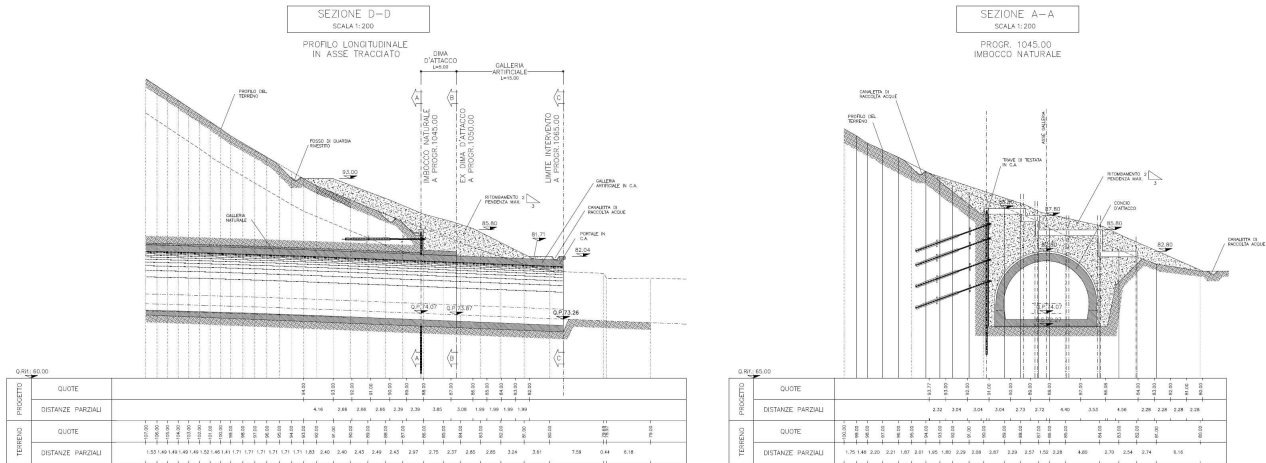


Figura 6: Sez. A-A di calcolo

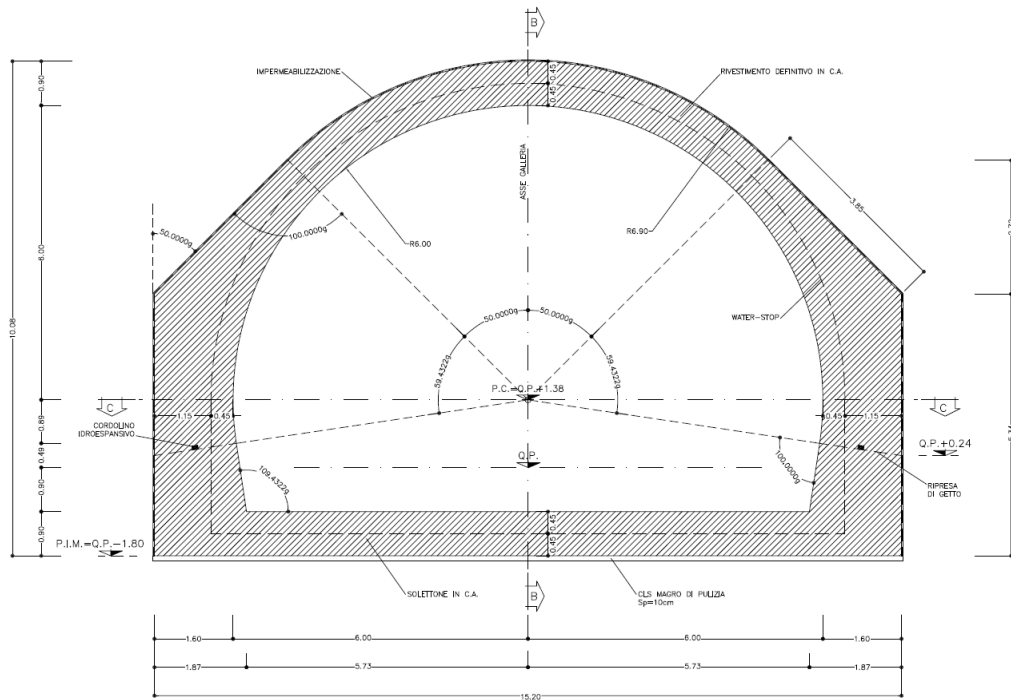


Figura 7: Carpenteria galleria artificiale.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 67 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 67 di 195
Foglio 67 di 195		

Considerando inoltre i seguenti parametri relativi alla categoria di suolo e alla deformabilità della struttura:

$$S = 1.25$$

$$r = 1$$

Dalla quale si ricavano infine i coefficienti sismici orizzontale e verticale

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r} = 0.063$$

$$K_v = 0.5 \cdot K_h = 0.031$$

Per quanto riguarda le condizioni sismiche, nelle diverse condizioni di carico si è provveduto ad incrementare le spinte orizzontali del 6.3% e ad incrementare (o a diminuire nel caso di sisma verticale diretto verso l'alto) i carichi verticali del 3.1%. Analogo incremento/decremento è stato applicato al peso proprio.

### Combinazioni di carico

Sia i carichi verticali, che quelli orizzontali sono stati applicati sul modello come carichi distribuiti in corrispondenza delle varie aste.

Le condizioni di carico utilizzate per ciascuna delle due verifiche sono cinque, di cui una in condizioni normali di esercizio e quattro in presenza di sisma:

- carichi geostatici + spinte del terreno (COMBO 1)
- carichi geostatici + spinte del terreno + sisma orizzontale + sisma verticale diretto verso il basso (COMBO 2)
- carichi geostatici + spinte del terreno + sisma orizzontale + sisma verticale diretto verso l'alto (COMBO 3)

### 8.2.4. Verifiche statiche galleria artificiale

Le verifiche per la galleria artificiale sono eseguite secondo il Metodo delle Tensioni Ammissibili in alcune sezioni caratteristiche del rivestimento per le sollecitazioni più gravose ottenute dal calcolo per tutte le combinazioni di calcolo analizzate.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5101ECVCLGASC00001A00		Foglio 68 di 195

La geometria di ciascuna sezione verificata è riportata nelle tabelle seguenti; l'armatura in fondazione, in corrispondenza della zona d'attacco fra il piedritto e il solettone è costituita da barre  $\Phi 24/10$  al lembo inferiore e barre  $\Phi 24/20$  al lembo superiore.

In corrispondenza della mezzeria invece, è costituita da barre  $\Phi 24/10$  al lembo superiore e  $\Phi 24/20$  al lembo inferiore.

Nelle restanti zone l'armatura è costituita da barre  $\Phi 24/20$  (intradosso/estradosso).

Di seguito si riportano le verifiche di resistenza in corrispondenza di ciascuna combinazione di carico analizzata; le verifiche risultano soddisfatte.

COMB1	ELE	H (cm)	N (KN)	T (KN)	M (KN m)	$\sigma_{cls}$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma'_f$ (MPa)	$\tau_{c0}$ (MPa)	w (mm)
Calotta	28	90	390.0	85.0	-430.0	-5.0	-56.5	167.7	0.11	0.12
Rene dx	23	90	730.0	315.0	356.0	-4.0	70.9	-50.6	0.42	0.06
Rene sx	34	90	704.0	230.0	550.0	-6.4	177.0	-75.2	0.31	0.20
Piedritto dx	17	160	1276.0	30.0	1560.0	-6.8	230.7	-88.3	0.02	0.21
Piedritto sx	40	160	1100.0	260.0	1165.0	-5.0	148.2	-65.8	0.19	0.12
Attacco - Solettone sx	14	90	554.0	685.0	674.0	-6.5	148.6	-74.2	0.93	0.19
Attacco - Solettone dx	3	90	554.0	805.0	800.0	-7.7	185.9	-86.2	1.09	0.27
Asse solettone	8	90	554.0	37.0	-862.0	-7.9	-95.2	199.4	0.05	0.25

COMB2	ELE	H (cm)	N (KN)	T (KN)	M (KN m)	$\sigma_{cls}$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma'_f$ (MPa)	$\tau_{c0}$ (MPa)	w (mm)
Calotta	28	90	405.0	90.0	-436.0	-5.0	-57.5	168.2	0.12	0.13
Rene dx	23	90	746.0	320.0	350.0	-3.9	65.8	-49.9	0.42	0.05
Rene sx	34	90	730.0	230.0	567.0	-6.6	181.7	-77.5	0.31	0.22
Piedritto dx	17	160	1302.0	310.0	1604.0	-7.0	238.9	-90.8	0.22	0.24
Piedritto sx	40	160	1123.0	266.0	1180.0	-5.0	148.7	-66.6	0.19	0.12
Attacco - Solettone sx	14	90	570.0	700.0	835.0	-8.0	194.8	-89.9	0.95	0.29
Attacco - Solettone dx	3	90	570.0	823.0	677.0	-6.5	148.1	-74.7	1.11	0.19
Asse solettone	8	90	570.0	40.0	-880.0	-8.1	-97.3	203.2	0.05	0.26

COMB3	ELE	H (cm)	N (KN)	T (KN)	M (KN m)	$\sigma_{cls}$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma'_f$ (MPa)	$\tau_{c0}$ (MPa)	w (mm)
Calotta	28	90	396.0	88.0	-405.0	-4.7	-53.7	152.5	0.12	0.12
Rene dx	23	90	712.0	300.0	312.0	-3.5	52.6	-44.6	0.40	0.04
Rene sx	34	90	700.0	215.0	532.0	-6.2	167.8	-72.9	0.29	0.17
Piedritto dx	17	160	1250.0	307.0	1536.0	-6.7	228.3	-87.0	0.22	0.20
Piedritto sx	40	160	1080.0	263.0	1123.0	-4.8	139.8	-63.3	0.19	0.11
Attacco - Solettone sx	14	90	560.0	780.0	651.0	-6.3	141.3	-72.1	1.05	0.17
Attacco - Solettone dx	3	90	560.0	674.0	840.0	-8.0	197.2	-90.1	0.91	0.29
Asse solettone	8	90	560.0	40.0	-844.0	-8.1	-90.5	198.4	0.05	0.30

Come si osserva nelle tabelle di verifica presentate sopra presentate, in corrispondenza dell'attacco tra solettone e piedritti verticali, la tensione di taglio sollecitante è maggiore di  $\tau_{c0}$  pertanto si rende necessario l'utilizzo di un'armatura resistente a taglio avente un'area minima pari a:  $33.51 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5101ECVCLGASC00001A00		Foglio 69 di 195

### 8.2.5. Verifiche statiche concio d'attacco

Le verifiche per la galleria artificiale sono eseguite secondo il Metodo delle Tensioni Ammissibili in alcune sezioni caratteristiche del rivestimento per le sollecitazioni più gravose ottenute dal calcolo per tutte le combinazioni di calcolo analizzate.

La geometria di ciascuna sezione verificata è riportata nelle tabelle seguenti; l'armatura in fondazione, in corrispondenza della zona d'attacco fra il piedritto e il solettone è costituita da barre  $\Phi 24/10$  al lembo inferiore e barre  $\Phi 24/20$  al lembo superiore.

In corrispondenza della mezzeria invece, è costituita da barre  $\Phi 24/10$  al lembo superiore e  $\Phi 24/20$  al lembo inferiore.

Nelle restanti zone l'armatura è costituita da barre  $\Phi 20/20$  (intradosso/estradosso).

Di seguito si riportano le verifiche di resistenza in corrispondenza di ciascuna combinazione di carico analizzata; le verifiche risultano soddisfatte.

COMB1	ELE	H (cm)	N (KN)	T (KN)	M (KN m)	$\sigma_{cls}$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma'_f$ (MPa)	$\tau_{c0}$ (MPa)	w (mm)
Calotta	28	90	495.0	100.0	-410.0	-5.5	-62.8	191.1	0.13	0.15
Rene dx	22	90	900.0	226.0	250.0	-2.9	17.0	-38.8	0.30	0.01
Rene sx	35	90	850.0	110.0	401.0	-5.1	101.3	-63.1	0.15	0.08
Piedritto dx	17	100	1185.0	320.0	720.0	-7.7	198.1	-96.0	0.38	0.23
Piedritto sx	40	100	1025.0	300.0	640.0	-6.9	182.5	-85.3	0.35	0.15
Attacco - Solettone sx	14	90	605.0	580.0	300.0	-3.0	37.2	-37.7	0.78	0.03
Attacco - Solettone dx	3	90	605.0	662.0	400.0	-4.0	64.6	-48.0	0.89	0.05
Asse solettone	8	90	605.0	11.0	-890.0	-8.2	-98.9	202.9	0.01	0.26

COMB2	ELE	H (cm)	N (KN)	T (KN)	M (KN m)	$\sigma_{cls}$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma'_f$ (MPa)	$\tau_{c0}$ (MPa)	w (mm)
Calotta	28	90	512.0	105.0	-420.0	-5.6	-64.4	194.5	0.14	0.16
Rene dx	22	90	920.0	285.0	240.0	-2.8	13.0	-37.5	0.38	0.01
Rene sx	35	90	875.0	110.0	413.0	-5.2	104.4	-65.0	0.15	0.08
Piedritto dx	17	90	1210.0	330.0	730.0	-7.8	199.0	-97.3	0.39	0.24
Piedritto sx	40	90	1060.0	307.0	650.0	-7.0	181.1	-86.6	0.36	0.16
Attacco - Solettone sx	14	90	623.0	590.0	303.0	-3.1	36.7	-38.2	0.80	0.03
Attacco - Solettone dx	3	90	623.0	680.0	412.0	-4.1	66.5	-49.5	0.92	0.05
Asse solettone	8	90	623.0	14.0	-910.0	-8.4	-101.2	207.1	0.02	0.26

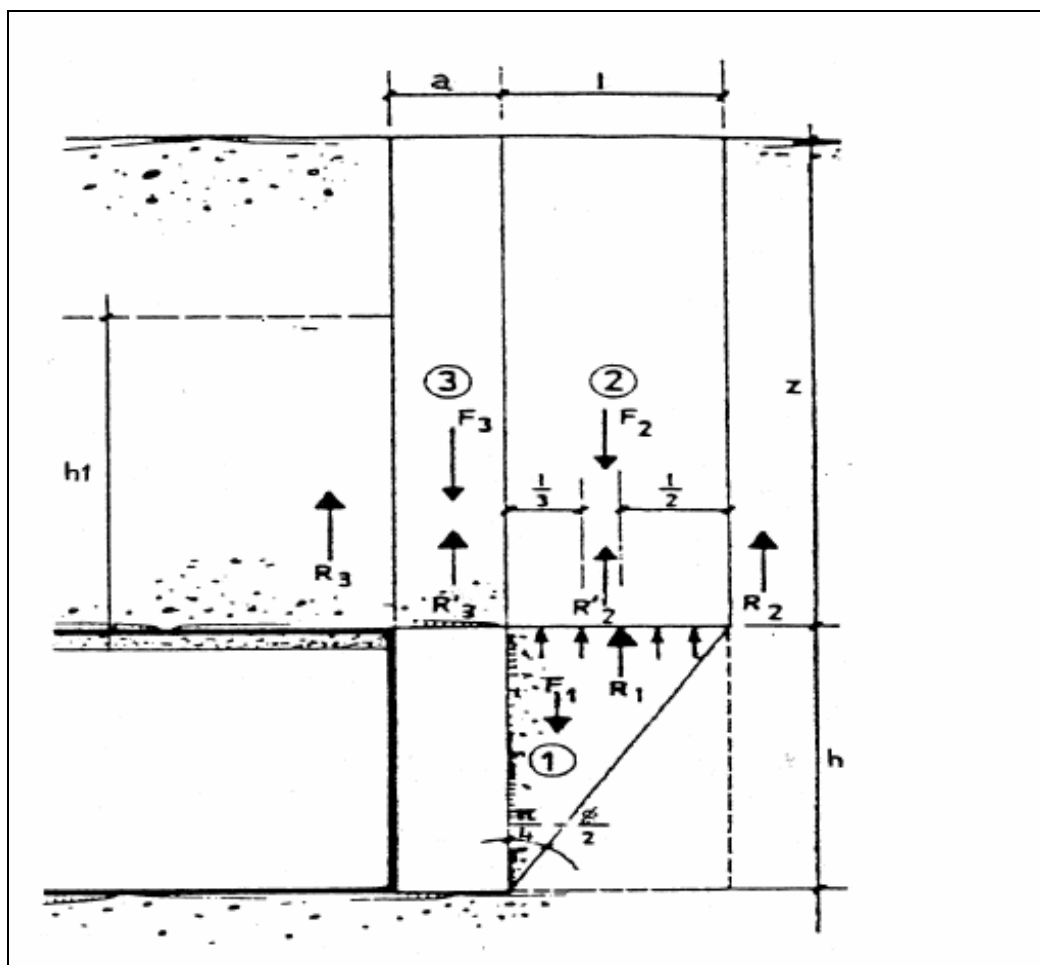
COMB3	ELE	H (cm)	N (KN)	T (KN)	M (KN m)	$\sigma_{cls}$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma'_f$ (MPa)	$\tau_{c0}$ (MPa)	w (mm)
Calotta	28	90	500.0	101.0	-387.0	-5.2	-59.7	171.8	0.13	0.14
Rene dx	22	90	872.0	220.0	213.0	-2.5	8.9	-33.6	0.29	0.01
Rene sx	35	90	836.0	100.0	385.0	-4.8	93.4	-60.6	0.13	0.08
Piedritto dx	17	100	1151.0	322.0	710.0	-7.7	199.3	-94.6	0.38	0.23
Piedritto sx	40	100	1010.0	300.0	620.0	-6.7	172.9	-82.6	0.35	0.14
Attacco - Solettone sx	14	90	604.0	566.0	292.0	-2.6	41.0	-40.0	0.77	0.02
Attacco - Solettone dx	3	90	604.0	650.0	403.0	-4.3	77.0	-57.0	0.88	0.05
Asse solettone	8	90	604.0	15.0	-866.0	-8.8	-103.0	232.0	0.02	0.26

Come si osserva nelle tabelle di verifica presentate sopra presentate, in corrispondenza dell'attacco tra solettone e piedritti verticali, la tensione di taglio sollecitante è maggiore di  $\tau_{c0}$  pertanto si rende necessario l'utilizzo di un'armatura resistente a taglio avente un'area minima pari a:  $33.51 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

### 8.3. Verifica stabilità del fronte di scavo

Una valutazione della stabilità del fronte di scavo può essere condotta mediante l'impiego di metodi analitici semplificati. Questi metodi permettono di calcolare, in forma chiusa, lo stato deformativo presso il fronte in relazione alla pressione di confinamento presente.

Le teorie di Tamez e Cornejo ipotizzano che esistano dei prismi di terreno in distacco secondo sezioni longitudinali, giungendo a definire un coefficiente di sicurezza FSF nei confronti della stabilità del fronte di scavo. Tali metodi consentono inoltre di tenere in conto degli interventi di preconsolidamento assumendo per il terreno trattato caratteristiche meccaniche incrementate rispetto a quelle del terreno naturale.



*Prismi di terreno per il calcolo del fattore di sicurezza secondo la teoria di Tamez – Cornejo*

Le ipotesi di calcolo effettuate per le analisi sono le seguenti:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 71 di 195</p>

- Area di scavo: si è considerata la sezione di scavo media, avendo la galleria una geometria tronco-conica.
- La falda è stata posta al di sotto della quota della galleria
- La coesione del terreno è stata considerata nel calcolo (terreno di tipo “CF” = coesione e frizione all’interno del materiale)
- La  $\tau$  di aderenza del terreno è stata valutata pari alla minima impiegata per le verifiche di ancoraggio dei tiranti.
- Si è utilizzato il valore medio del diametro di perforazione previsto
- Come lunghezza di sovrapposizione dei VTR è stato preso il valore netto di sovrapposizione

La verifica è stata effettuata sia in assenza che in presenza dei tubi in VTR. Nelle seguenti tabelle sono presentati i parametri utilizzati e i risultati ottenuti.

Imboocco Lato Erzelli -  $A_{\text{EXCAV.}} [\text{m}^2] = 121,31$ 

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

DIAGNOSIS PHASE

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
DETRITO P.A	3,5	19,0	0	32
DETRITO ADD	2,5	20,5	5	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
DEREITO ADD	1,0	20,5	5	33
BASALTO ALT	5,5	2,5	75	30
BASALTO FRA	3,5	24,5	150	33

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	6,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	10,0
Tunnel's width	b [m]	15,2
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{\text{eq}}$ [m]	12,4
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	6,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,6

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	19,6
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	2,1
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	32,4

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	12,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	94,3
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	31,4

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	118
--------------------------------	-------------------	-----

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

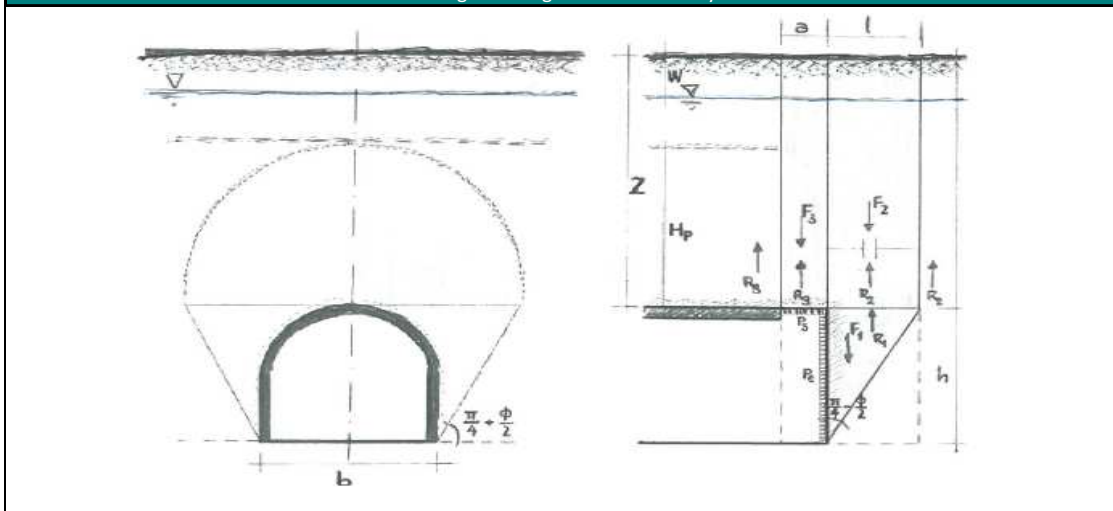
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	70

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	0,23
Safety factor ( $M\Sigma FR/MSFA$ )	$FS_F$	1,74

Permitted free span length	$a_{\text{max}}$ [m]	0,1
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	117
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	104

Obtained safety factor	SF	0,23
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

## Prismatic volume gravitating over the crown system of forces





Imbocco Lato Erzelli -  $A_{EXCAV.} [m^2] = 121,31$ 

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

Parametro non influente al fine del calcolo

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $kNm^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
DETRITO P.A	3,5	19	0	32
DETRITO ADD	2,5	20,5	5	33
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $kNm^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
DEREITO ADD	1	20,5	5	33
BASALTO ALT	5,5	2,5	75	30
BASALTO FRA	3,5	24,5	150	33
0	0	0	0	0

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	6,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	10,0
Tunnel's width	b [m]	15,2
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12,4
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	6,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,6

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

Face bolt properties		
Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600,0
Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600,0
Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [MPa]	100,0
Drilling diameter	$\phi_{dri}$ [mm]	110,0
External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60,0
Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10,0
Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	8,0
Joint step	$i_{joint}$ [m]	15,0
Resistance area of single bar	$A_b$ [mm <sup>2</sup> ]	1570,8

## Improved face properties

Shear force resist. of bars	$T_t$ [kN]	157,1
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942,5
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	331,8
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	331,8

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	42,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,35
Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	114,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	102,2
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	196,5

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $kNm^{-3}$ ]	19,6
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	2,1
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	32,4

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $kNm^{-3}$ ]	12,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	94,3
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	31,4

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	118
--------------------------------	-------------------	-----

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	56
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	144

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,13
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,04

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2,6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	95
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,04
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 74 di 195</span>

Come si può vedere in presenza di tubi in VTR il fronte risulta stabile; si riporta nel seguito una tabella riassuntiva dei principali risultati ottenuti.

RIEPILOGO ANALISI		
Area di scavo	$A_{EXCAV} [m^2]$	121,3
Fattore di sicurezza (Fase di Diagnosi)	SF [-]	0,23
Numero di VTR previsti	n° [-]	42,0
Aumento di coesione	$\Delta c' [kPa]$	102,2
Fattore di sicurezza (Fase di Terapia)	SF [-]	4,04

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 75 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 75 di 195
Foglio 75 di 195		

## 9. MONITORAGGIO

Il programma di monitoraggio prevede il controllo deformativo della paratia berlinese prevista all'imbocco, attraverso misure di spostamento della trave di testata e della struttura a quote inferiori.

L'ubicazione ed il numero dei riferimenti sono riportati nell'elaborato grafico IMBOCCO GALLERIA LATO CHIARAVAGNA – MONITORAGGIO PARATIA. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti della paratia nelle tre direzioni dello spazio.

Si prevede inoltre l'adozione di celle di carico toroidali per la misura del carico agente sul tirante. La disposizione di tale strumentazione è indicata anch'essa sull'elaborato grafico IMBOCCO GALLERIA LATO CHIARAVAGNA – MONITORAGGIO PARATIA.

Le celle dovranno essere dotate di target ottici al fine di misurare eventuali spostamenti ai quali potrebbero essere soggette.

### 9.1. Misure topografiche

Le misure topografiche sono previste sulla paratia berlinese di imbocco della galleria naturale. Questa, durante le fasi di scavo, è rivestita con spritz-beton dello spessore di 10 cm, armato con rete elettrosaldata  $\Phi$  6 mm e maglia 15x15 cm. La paratia inoltre è collegata in testa mediante una trave in calcestruzzo armato, realizzata con lo scopo di irrigidire e collegare la paratia stessa.

#### 9.1.1. Definizione del programma di misure

L'opera di sostegno dovrà essere strumentata attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento.

Più in particolare, si dovranno predisporre complessivamente n. 11 riferimenti topografici, ubicati secondo lo schema riportato nell'elaborato grafico IMBOCCO GALLERIA LATO ERZELLI – MONITORAGGIO PARATIA.

I chiodi saranno scelti tra i modelli presenti sul mercato in modo tale da garantire un perfetto accoppiamento della testa chiodo con il supporto del prisma ottico successivamente utilizzato per le misure di precisione.

#### 9.1.2. Modalità d'installazione

L'installazione dei chiodi di misura topografica dovrà essere realizzata secondo la seguente procedura:

1. Tracciamento topografico delle posizioni di installazione;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 76 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 76 di 195
Foglio 76 di 195		

2. Realizzazione del foro di alloggiamento del chiodo di diametro adeguato;
3. Infissione e sigillatura del chiodo nel foro precedentemente realizzato.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). Il caposaldo di riferimento dovrà essere in posizione tale per cui eventuali cedimenti siano minimi e controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

I riferimenti dovranno essere installati prima dell'esecuzione dello scavo di sbancamento della paratia.

#### 9.1.3. Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti in testa alla paratia nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti N e spostamenti E.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. È richiesta la precisione seguente:

- teodolite: lettura angolare non superiore a 2 secondi centesimali;
- distanziometro elettronico:  $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ .

#### 9.1.4. Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti in corrispondenza delle diverse fasi di scavo e più precisamente:

- Prima dell'esecuzione dello scavo;
- Ogni successiva fase parziale di scavo;

Completati gli scavi, il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per la prima settimana dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 77 di 195

Eventuali ulteriori letture potranno essere previste, in funzione degli spostamenti registrati durante le letture precedenti.

Le cadenze sopra elencate dovranno essere il più possibile coincidenti con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste.

## 9.2. Celle di carico

Si tratta di strumenti adatti al controllo e alla misura del carico agente su strutture e/o trasmesso in determinati punti delle stesse.

### 9.2.1. Definizione del programma di misure

Le celle di carico devono essere disposte in testa ad alcuni tiranti con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e col proseguire delle lavorazioni. Le celle devono essere dotate di target ottici per la misura degli spostamenti che eventualmente potranno subire.

Nel caso in esame dovrà essere disposta n. 4 celle di carico di tipo toroidale, alloggiata tra la piastra di ripartizione e la testa di ancoraggio, disposta come da elaborato grafico IMBOCCO GALLERIA LATO ERZELLI – MONITORAGGIO PARATIA.

### 9.2.2. Attrezzatura

Le celle di carico per tiranti strumentati sono costituite da:

- Un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con strain-gauge di tipo resistivo in numero variabile ma dimensionati in modo tale da garantire una minore sensibilità ai carichi eccentrici, collegati in modo da permettere l'acquisizione dati su un unico canale di misura 4-20 mA;
- Una piastra in acciaio che permette una più omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella;
- Un cavo elettrico di opportune caratteristiche che realizzi il collegamento dello strumento all'unità di lettura.

Sotto carico la cella toroidale subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato.

Le principali caratteristiche tecniche delle celle di carico per bulloni strumentati sono le seguenti:

- Campo di misura, 0 ÷ 600 kN

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 78 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 78 di 195
Foglio 78 di 195		

- Sovraccarico ammissibile, 150 % f.s.
- Segnali in uscita, 4 ÷ 20 mA
- Precisione globale, < 0.5 % f.s.
- Deriva termica di zero, < 0.01 % f.s./°C
- Campo di temperatura, -10 ÷ +50 °C

### 9.2.3. Modalità di posa in opera

Le celle vanno inserite nel punto di rilevamento del carico ponendo particolare cura affinché le due superfici d'appoggio della cella risultino piane e non deformabili, così che il carico sia trasferito correttamente alla cella.

La superficie di contatto cella – piastra di ripartizione deve essere perfettamente piana e per garantire una sufficiente rigidità è necessario che la cella di carico appoggi su una piastra d'acciaio di spessore opportuno e di diametro superiore a quello della cella.

Analogamente, sull'altra superficie della cella, per le stesse ragioni, viene installata una piastra di acciaio che garantisca una migliore ripartizione del carico.

Lo strumento sarà installato con la seguente procedura:

- Spianare e lisciare la superficie di contatto all'interno del foro predisposto per il tirante da strumentare;
- Appoggiare la cella di carico alla superficie predisposta, collegare il cavo strumentale al pannello di centralizzazione e installare la piastra di distribuzione;
- Iniziare le operazioni di tesatura del tirante, valutando subito l'opportunità di regolarne la posizione onde garantire la perfetta planarità della cella e conseguentemente la perfetta distribuzione del carico; tale operazione sarà eseguita controllando i valori elettrici restituiti dalla cella;
- Procedere con la messa in carico fino al valore di progetto.

In aggiunta alle suddette celle di carico, andrà installata una cella termometrica, per la misura delle variazioni di temperatura dell'aria.

### 9.2.4. Frequenza rilevamenti

Le celle di carico sono lette in automatico e quindi permettono l'acquisizione con cadenza costante e frequente.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <span style="float: right;">Foglio 79 di 195</span>

In particolare si dovrà predisporre il sistema di acquisizione dati con letture almeno orarie fino al completamento degli scavi. Completati gli scavi il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per il primo mese dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale fino al termine dei lavori.

Contemporaneamente alle letture dei carichi si dovranno eseguire le misure con cella termometrica.

### 9.2.5. Restituzione dati

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di carico rispetto al tempo;
- Variazioni di carico rispetto alla temperatura.

### 9.3. Definizione dei valori soglia delle grandezze monitorate

Nel seguito si riportano i valori di deformazione da assumersi quale riferimento in fase di scavo della paratia di imbocco per i riferimenti topografici relativi alla trave di testata. Per i riferimenti relativi alle quote inferiori le soglie di attenzione e di allarme e il relativo gradiente di deformazione dovrà essere definito durante le lavorazioni, essendo la deformazione misurata necessariamente legata alla fase di installazione della mira stessa.

Le soglie di attenzione e di allarme sono espresse con riferimento allo spostamento assoluto della paratia nel corso del singolo ribasso dello scavo e a scavo ultimato ed al gradiente con cui i fenomeni deformativi si manifestano.

	Spostamento assoluto		Gradiente	
	Soglia di attenzione	Soglia di allarme	Soglia di attenzione	Soglia di allarme
Durante le fasi di ribasso	80 mm	100 mm	25 mm/g	35 mm/g
A scavo ultimato	80 mm	100 mm	20 mm/g	30 mm/g

Spostamenti anomali del singolo riferimento topografico dovranno essere confermati attraverso una serie di letture ripetute in un arco temporale limitato.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 80 di 195</p>

Inoltre, i valori di spostamento sopra indicati non saranno valutati con riferimento al singolo riferimento topografico, ma verranno comparati con il valore medio dello spostamento registrato dal gruppo di riferimenti topografici appartenenti al medesimo settore di paratia in esame.

Il raggiungimento della soglia di attenzione comporterà il proseguimento delle lavorazioni secondo le indicazioni di progetto, associato all'intensificazione delle letture di monitoraggio dell'opera; l'eventuale raggiungimento della soglia di allarme comporterà la temporanea interruzione delle lavorazioni, per consentire l'interpretazione dei fenomeni deformativi in atto e la definizione delle necessarie misure correttive.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 81 di 195</p>

## 10. PRESCRIZIONI

Fermo restando l'osservanza di tutte le prescrizioni e norme in materia di sicurezza con specifico riguardo anche alla idoneità del personale, alla idoneità e congruenza dei mezzi e delle attrezzature di lavoro, per l'esecuzione delle opere di cui al presente progetto si richiama l'esecutore al rispetto delle indicazioni contenute nei documenti progettuali (elaborati grafici, relazioni tecniche), in particolare per quanto attiene alle geometrie degli interventi di consolidamento e rivestimento, alle caratteristiche dei materiali da impiegare, alla sequenza ed alla successione delle fasi esecutive.

Si richiama l'attenzione da parte dell'esecutore sul fatto che il progetto garantisce la stabilità in condizioni statiche e pertanto, nelle fasi dinamiche di lavoro al fronte (scavo in avanzamento, perforazioni, consolidamenti, posa centine, ...), si ritiene necessario ricordare quanto segue:

- utilizzare sempre mezzi di lavoro e macchinari non solo pienamente rispondenti alle norme di prevenzione, ma anche idonei ed adeguati allo specifico lavoro da effettuare in concreto;
- preallertare ed istruire le maestranze riguardo le norme di sicurezza da rispettare;
- istituire delle zone di rispetto al fine di mantenere il personale non indispensabile lontano dal fronte e comunque evitare che vi sostino per periodi di tempo eccessivamente lunghi;
- fermo restando che la messa in opera dello spritz-beton dovrà seguire immediatamente l'esecuzione degli sbancamenti, per l'altezza prevista in ogni singola fase, qualora le pareti di scavo presentino qualche fenomeno di instabilità con locali distacchi, si dovrà provvedere alla loro stabilizzazione immediata con tutti gli accorgimenti necessari atti ad evitare danni di qualsiasi natura.
- tenere sempre sotto controllo visivo diretto il fronte di scavo, prevedendo in tal senso la presenza di un responsabile durante la permanenza del personale presso il fronte stesso.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 82 di 195

## 11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato illustrato il progetto relativo alle opere provvisorie di imbocco del lato Erzelli appartenente alla linea Borzoli-Erzelli, nell'ambito dei lavori di realizzazione della linea AV/AC del Terzo Valico Ferroviario dei Giovi.

Sono state verificate dal punto di vista statico sia le opere di contenimento delle terre a breve termine che quelle in fase definitiva; in particolare si è dimensionata una paratia in micropali della lunghezza complessiva di circa 41 m di tipo berlinese, a carattere provvisorio, multitirantata e di altezza massima fuori terra pari a 16.5 m. Si sono inoltre dimensionati e verificati i rivestimenti definitivi della galleria artificiale e del concio di attacco imbocco, analizzando anche la stabilità del fronte di scavo per l'attacco della galleria ed effettuando le verifiche di stabilità dell'insieme pendio-paratia nelle diverse situazioni che si possono presentare. Le verifiche sono effettuate secondo il metodo delle tensioni ammissibili seguendo le prescrizioni del D.M. 1996 e dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 per quanto concerne gli aspetti sismici. In base a quanto svolto, tutte le opere risultano soddisfare i requisiti richiesti dalle normative.









IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
86 di  
195

Riferimento: comm.: COCIV cant.: viabilità cantieri versante piemontese	Sondaggio: SL34 inclinato 80° sulla verticale
Località: Voltaggio S.P. 163 "della Castagnola"	Quota: piano campagna
Impresa esecutrice: SGF-INC	Data: 7 aprile 2004
Coordinate:	Redattore: dott. Bordignon
Perforazione: a rotazione a carotaggio continuo	

SCALA 1 : 100

Pagina 2/5

m	R	A	Piez.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S.T.		RP	Campioni	Prel. %	RQD %	Spezzioni cm				Tipo Giunto	Incl. °	JRC	Tipo Riempimento	Cass.	
						0-5	5-10					10-15	15-20								
					Roccia fémica a tessitura granoclastica costituita da Pl., Qtz., Cl., Ser. e altri minerali accessori a granulometria media grossolana con vene centimetriche di quarzo di neoformazione. Verde chiaro in patina, verde brillante in frattura con zonazioni e venature rosa amaranto, molto compatta. A tetto in parte alterata per argillificazione ed ossidazione (probabili ossidi di Mn nerastri). A tratti cataclastica in forma di scaglie e frammenti angolari Ø max 8-10 cm con sabbia media e grossa rosa nerastra. Da 27.40 a 28.00 e da 28.40 a 28.70 cataclaste di faglia: scaglie e frammenti Ø max 5 cm tabulari angolari orientati di roccia, immersi in una matrice (materiale di frizione) costituita da sabbia media e grossa con limo e argilla rosa grigiastra. Presenza di vene di quarzo di neoformazione.																
																FRT	80	9	assente		
																FRT	35	5	assente		
																FRT	15	3	assente		
																FRT	75	3	assente		
																MEC	80	15	assente		
																FRT	25	3	assente		
																FRT	50	3	assente		
																FRT	45	5	assente		
																FRT	40	7	assente		
																FRT	70	7	assente		
																FRT	50	3	assente		
																FRT	80	5	assente		
																FRT	70	5	assente		
																FRT	70	7	assente		
																FRT	30	3	presente		
															FRT	30	3	assente			
															MEC	20	5	assente			
															MEC	25	5	assente			
															FRT	75	10	assente			
															FRT	10	5	assente			
															FRT	65	10	assente			



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 88 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 88 di 195
Foglio 88 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:39:35  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 2

PARAGEN INPUT DATA LIST

For command explanation, please refer  
 to the PARAGEN manual, release 7.00.

```

NO.  command
1:  * Paratie for Windows version 7.0
2:  * Filename= <j:\352.08 - cociv - progetto
    costruttivo\02_lottol\nv01\gasc - imbo
3:  * project with "run time" parameters
4:  * Force=kN Lenght=m
5:  *
6:  units m kN
7:  title History 0 - Imbocco Erzelli
8:  delta 0.1
9:  option param itemax 20
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14:   wall LeftWall 0 67 87.8
15: *
16: soil UHLeft LeftWall 67 87.8 1 0
17: soil DHLeft LeftWall 67 87.8 2 180
18: *
19: material RCK25 2.85E+007
20: material TREFOLI 1.9E+008
21: *
22: beam Beam LeftWall 68.6 87.8 RCK25 0.130213 00 00
23: *
24: wire 1 LeftWall 86.5 TREFOLI 2.11923E-005 125 20
25: wire 2 LeftWall 84.5 TREFOLI 2.11923E-005 125 20
26: wire 3 LeftWall 81.5 TREFOLI 2.755E-005 125 20
27: wire 4 LeftWall 78.5 TREFOLI 2.755E-005 125 20
28: *
29: * Soil Profile
30: *
31:   ldata          SUPERFICIALE 87.8
32:     weight       19 9 10
33:     atrest       0.470081 0 1
34:     resistance   0 32 0.462 3.255
35:     young        15000 45000
36:   endlayer
37:   ldata          INTERMEDIO 84.3
38:     weight       20.5 10.5 10

```



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 89 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 3

NO. command

```

39:      atrest      0.455361 0 1
40:      resistance  5 33 0.429 3.392
41:      young       30000 90000
42:      endlayer
43:      ldata        PROFONDO 80.8
44:      weight       22.5 12.5 10
45:      atrest      0.5 0 1
46:      resistance  75 30 0.548 3
47:      young       350000 350000
48:      endlayer
49:      ldata        SOTTOFONDO 75.3
50:      weight       24.5 14.5 10
51:      atrest      0.455361 0 1
52:      resistance  150 33 0.429 3.392
53:      young       750000 750000
54:      endlayer
55:      *
56: step 1 : Creazione Paratia
57:      setwall LeftWall
58:      geom 87.8 87.8
59:      surcharge 0 50 0 0
60:      add Beam
61: endstep
62:      *
63: step 2 : SOVRACCARICHI
64:      setwall LeftWall
65:      surcharge 20 87.8 0 87.8
66: endstep
67:      *
68: step 3 : Ribasso a quota 86. m e sovraccarico
69:      setwall LeftWall
70:      geom 87.8 86
71: endstep
72:      *
73: step 4 : Primo ordine tiranti a 86.5m
74:      setwall LeftWall
75:      add 1
76: endstep
77:      *
78: step 5 : Secondo ribasso quota 84
79:      setwall LeftWall
80:      geom 87.8 84
81: endstep
82:      *
83: step 6 : Secondo ordine di tirante
84:      setwall LeftWall

```



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVCLGASC00001A00</p>	<p>Foglio 91 di 195</p>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 5

NO. command

131: surcharge 0 87 0 87  
132: endstep  
133: \*  
134: \*

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="text-align: center;">Foglio 92 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 92 di 195
Foglio 92 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:39:35  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 6

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

LAYER SUPERFICIALE

soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		
top level	= 87.800	m	
bottom level	= 84.300	m	
dry unit weight	= 19.000	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	= 9.0000	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
friction angle	= 32.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.46200		(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.2550		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff=	0.47008		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 1.0000		
vergin compr. el.modulus	= 15000.	kPa	
unloading/reloading modulus	= 45000.	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
friction angle	= 32.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	= 0.46200		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.2550		(DOWNHILL)

LAYER INTERMEDIO

soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		
top level	= 84.300	m	
bottom level	= 80.800	m	
dry unit weight	= 20.500	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	= 10.500	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	= 5.0000	kPa	(UPHILL)
friction angle	= 33.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.42900		(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3920		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff=	0.45536		
initial overconsolidation ratio	= 1.0000		
stiffness model	= 1.0000		
vergin compr. el.modulus	= 30000.	kPa	
unloading/reloading modulus	= 90000.	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	= 1.0000		(DOWNHILL)
cohesion	= 5.0000	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	= 33.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	= 0.42900		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3920		(DOWNHILL)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 93 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 7

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

LAYER PROFONDO

soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		
top level	=	80.800	m	
bottom level	=	75.300	m	
dry unit weight	=	22.500	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	=	12.500	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	=	10.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	=	75.000	kPa	(UPHILL)
friction angle	=	30.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	=	0.54800		(UPHILL)
passive thrust coefficient	=	3.0000		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff	=	0.50000		
initial overconsolidation ratio	=	1.0000		
stiffness model	=	1.0000		
vergin compr. el.modulus	=	0.35000E+06	kPa	
unloading/reloading modulus	=	0.35000E+06	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		(DOWNHILL)
cohesion	=	75.000	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	=	30.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	=	0.54800		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	=	3.0000		(DOWNHILL)

LAYER SOTTOFONDO

soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		
top level	=	75.300	m	
bottom level	=	-0.10000E+31	m	
dry unit weight	=	24.500	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	=	14.500	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	=	10.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	=	150.00	kPa	(UPHILL)
friction angle	=	33.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	=	0.42900		(UPHILL)
passive thrust coefficient	=	3.3920		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff	=	0.45536		
initial overconsolidation ratio	=	1.0000		
stiffness model	=	1.0000		
vergin compr. el.modulus	=	0.75000E+06	kPa	
unloading/reloading modulus	=	0.75000E+06	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		(DOWNHILL)
cohesion	=	150.00	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	=	33.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	=	0.42900		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	=	3.3920		(DOWNHILL)

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO.

2

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
94 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 8

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 3

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 4

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 5

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 6

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 7

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 8

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 9

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 10

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 95 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 9

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 11

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 12

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

LAYER SUPERFICIALE

active thrust coefficient	= 0.56000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.56000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(DOWNHILL)

LAYER INTERMEDIO

active thrust coefficient	= 0.51000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.51000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(DOWNHILL)

LAYER PROFONDO

active thrust coefficient	= 0.68000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 2.9500	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.68000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 2.9500	(DOWNHILL)

LAYER SOTTOFONDO

active thrust coefficient	= 0.51000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.51000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(DOWNHILL)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 96 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 10

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 1

WALL LeftWall

y-coordinate	= 0.0000	m
free field elevation	= 87.800	m
excavation level	= 87.800	m
water_table level	= -0.99900E+30	m
uphill surcharge	= 0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	= 50.000	m
water table lowering	= 0.0000	m
downhill surcharge	= 0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	= 0.0000	m
cutting evaluation	= 0.0000	m
balance level for pore pressures	= 67.000	m
water behaviour flag	= 0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	= 0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	= 0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	= 0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	= 0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	= 0.0000	[g]
uphill beta angle	= 0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	= 0.0000	
downhill beta angle	= 0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	= 0.0000	
water dyn behaviour flag	= 0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 2

WALL LeftWall

y-coordinate	= 0.0000	m
free field elevation	= 87.800	m
excavation level	= 87.800	m
water_table level	= -0.99900E+30	m
uphill surcharge	= 20.000	kPa
uphill surcharge elev.	= 87.800	m
water table lowering	= 0.0000	m
downhill surcharge	= 0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	= 87.800	m



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 97 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 11

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 2

cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	86.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 98 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 12

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 4

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	86.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	84.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 99 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 13

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 6

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	84.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 101 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 15

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 8

free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	81.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 9

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	78.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 103 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 17

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	72.070	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 12

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	87.800	m
excavation level	=	72.070	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.000	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)



PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 18

13 July 2012 15:39:35

History 0 - Imbocco Erzelli

## STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 12

pore pressure update flag	= 0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	= 0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	= 0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	= 0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	= 0.0000	[g]
uphill beta angle	= 0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	= 0.0000	
downhill beta angle	= 0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	= 0.0000	
water dyn behaviour flag	= 0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m





PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 19

## ELEMENT SUMMARY

=====

SOIL ELEMENT SUMMARY					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	87.80	67.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	87.80	67.00	DOWNHILL	180.0

BEAM ELEMENT SUMMARY					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
Beam	LeftWall	87.80	68.60	_	0.1302

WIRE ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Zeta	Mat	A/L	Pinit	Angle
		m			kN/m	deg
1	LeftWall	86.50	_	0.2119E-04	125.0	20.00
2	LeftWall	84.50	_	0.2119E-04	125.0	20.00
3	LeftWall	81.50	_	0.2755E-04	125.0	20.00
4	LeftWall	78.50	_	0.2755E-04	125.0	20.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
106 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 20

MISCELLANEOUS DATA SUMMARY  
=====

MATERIALS	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
RCK2	2.85E+007
TREF	1.9E+008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
107 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 21

INCREMENTAL ANALYSIS SUMMARY

STEP	NO. OF ITERATIONS	CONVERGENCE
1	2	YES
2	5	YES
3	7	YES
4	5	YES
5	6	YES
6	4	YES
7	5	YES
8	4	YES
9	6	YES
10	2	YES
11	8	YES
12	6	YES

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 108 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 22

MAXIMUM LATERAL DISPLACEMENTS  
\*ALL STEPS INCLUDED\*  
\* WALL LeftWall\*  
\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*  
\* REMARK: ELEVATION UNITS ARE m  
DISPL. UNITS ARE m

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
1	87.800	0.10665	3
2	87.700	0.10336	3
3	87.600	0.10008	3
4	87.500	0.96800E-01	3
5	87.400	0.93519E-01	3
6	87.300	0.90240E-01	3
7	87.200	0.86963E-01	3
8	87.100	0.83690E-01	3
9	87.000	0.80423E-01	3
10	86.900	0.77162E-01	3
11	86.800	0.73911E-01	3
12	86.700	0.70671E-01	3
13	86.600	0.67446E-01	3
14	86.500	0.64238E-01	3
15	86.400	0.61051E-01	3
16	86.300	0.58364E-01	5
17	86.200	0.56324E-01	5
18	86.100	0.54364E-01	5
19	86.000	0.52476E-01	5
20	85.900	0.50651E-01	5
21	85.800	0.48881E-01	5
22	85.700	0.47160E-01	5
23	85.600	0.45481E-01	5
24	85.500	0.43838E-01	5
25	85.400	0.42226E-01	5
26	85.300	0.40639E-01	5
27	85.200	0.39073E-01	5
28	85.100	0.37525E-01	5
29	85.000	0.35991E-01	5
30	84.900	0.34470E-01	5
31	84.800	0.32958E-01	5
32	84.700	0.31454E-01	5
33	84.600	0.29959E-01	5
34	84.500	0.28700E-01	8
35	84.400	0.27933E-01	8
36	84.300	0.27266E-01	8
37	84.200	0.26683E-01	8
38	84.100	0.26218E-01	7

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00	Foglio 109 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 23

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
39	84.000	0.25829E-01	7
40	83.900	0.25492E-01	7
41	83.800	0.25195E-01	7
42	83.700	0.24928E-01	7
43	83.600	0.24677E-01	7
44	83.500	0.24435E-01	7
45	83.400	0.24191E-01	7
46	83.300	0.23936E-01	7
47	83.200	0.23663E-01	7
48	83.100	0.23364E-01	7
49	83.000	0.23033E-01	7
50	82.900	0.22664E-01	7
51	82.800	0.22252E-01	7
52	82.700	0.21793E-01	7
53	82.600	0.21284E-01	7
54	82.500	0.20723E-01	7
55	82.400	0.20107E-01	7
56	82.300	0.19437E-01	7
57	82.200	0.18712E-01	7
58	82.100	0.17934E-01	7
59	82.000	0.17105E-01	7
60	81.900	0.16227E-01	7
61	81.800	0.15306E-01	7
62	81.700	0.14345E-01	7
63	81.600	0.13352E-01	7
64	81.500	0.12332E-01	7
65	81.400	0.11295E-01	7
66	81.300	0.10249E-01	7
67	81.200	0.92037E-02	7
68	81.100	0.84439E-02	10
69	81.000	0.79165E-02	10
70	80.900	0.74153E-02	10
71	80.800	0.69380E-02	10
72	80.700	0.64829E-02	10
73	80.600	0.60485E-02	10
74	80.500	0.56336E-02	10
75	80.400	0.52367E-02	10
76	80.300	0.48563E-02	10
77	80.200	0.45289E-02	9
78	80.100	0.42290E-02	9
79	80.000	0.39492E-02	9
80	79.900	0.36886E-02	9
81	79.800	0.34463E-02	9
82	79.700	0.32214E-02	9
83	79.600	0.30129E-02	9
84	79.500	0.28200E-02	9

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 110 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 24

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
85	79.400	0.26416E-02	9
86	79.300	0.24769E-02	9
87	79.200	0.23250E-02	9
88	79.100	0.21849E-02	9
89	79.000	0.20557E-02	9
90	78.900	0.19366E-02	9
91	78.800	0.18264E-02	9
92	78.700	0.17244E-02	9
93	78.600	0.19233E-02	12
94	78.500	0.24129E-02	12
95	78.400	0.30276E-02	12
96	78.300	0.37581E-02	12
97	78.200	0.45916E-02	12
98	78.100	0.55150E-02	12
99	78.000	0.65158E-02	12
100	77.900	0.75815E-02	12
101	77.800	0.86999E-02	12
102	77.700	0.98591E-02	12
103	77.600	0.11047E-01	12
104	77.500	0.12254E-01	12
105	77.400	0.13467E-01	12
106	77.300	0.14676E-01	12
107	77.200	0.15873E-01	12
108	77.100	0.17045E-01	12
109	77.000	0.18186E-01	12
110	76.900	0.19285E-01	12
111	76.800	0.20335E-01	12
112	76.700	0.21329E-01	12
113	76.600	0.22259E-01	12
114	76.500	0.23119E-01	12
115	76.400	0.23904E-01	12
116	76.300	0.24609E-01	12
117	76.200	0.25229E-01	12
118	76.100	0.25760E-01	12
119	76.000	0.26201E-01	12
120	75.900	0.26550E-01	12
121	75.800	0.26805E-01	12
122	75.700	0.26965E-01	12
123	75.600	0.27033E-01	12
124	75.500	0.27009E-01	12
125	75.400	0.26896E-01	12
126	75.300	0.26697E-01	12
127	75.200	0.26418E-01	12
128	75.100	0.26062E-01	12
129	75.000	0.25634E-01	12
130	74.900	0.25138E-01	12

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 111 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 25

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
131	74.800	0.24580E-01	12
132	74.700	0.23964E-01	12
133	74.600	0.23294E-01	12
134	74.500	0.22574E-01	12
135	74.400	0.21810E-01	12
136	74.300	0.21007E-01	12
137	74.200	0.20167E-01	12
138	74.100	0.19297E-01	12
139	74.000	0.18400E-01	12
140	73.900	0.17482E-01	12
141	73.800	0.16546E-01	12
142	73.700	0.15598E-01	12
143	73.600	0.14642E-01	12
144	73.500	0.13682E-01	12
145	73.400	0.12723E-01	12
146	73.300	0.11770E-01	12
147	73.200	0.10826E-01	12
148	73.100	0.98979E-02	12
149	73.000	0.89887E-02	12
150	72.900	0.81033E-02	12
151	72.800	0.72463E-02	12
152	72.700	0.64222E-02	12
153	72.600	0.56356E-02	12
154	72.500	0.48911E-02	12
155	72.400	0.41931E-02	12
156	72.300	0.35464E-02	12
157	72.200	0.29554E-02	12
158	72.100	0.24246E-02	12
159	72.000	0.19588E-02	12
160	71.900	0.15616E-02	12
161	71.800	0.12334E-02	12
162	71.700	0.97108E-03	12
163	71.600	0.76890E-03	12
164	71.500	0.64426E-03	11
165	71.400	0.57090E-03	11
166	71.300	0.52446E-03	11
167	71.200	0.49930E-03	11
168	71.100	0.49036E-03	11
169	71.000	0.49322E-03	11
170	70.900	0.50416E-03	11
171	70.800	0.52014E-03	11
172	70.700	0.53878E-03	11
173	70.600	0.55826E-03	11
174	70.500	0.57728E-03	11
175	70.400	0.59495E-03	11
176	70.300	0.61072E-03	11

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 112 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 26

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
177	70.200	0.62432E-03	11
178	70.100	0.63567E-03	11
179	70.000	0.64483E-03	11
180	69.900	0.65199E-03	11
181	69.800	0.65734E-03	11
182	69.700	0.66117E-03	11
183	69.600	0.66371E-03	11
184	69.500	0.66522E-03	11
185	69.400	0.66592E-03	11
186	69.300	0.66601E-03	11
187	69.200	0.66567E-03	11
188	69.100	0.66503E-03	11
189	69.000	0.66419E-03	11
190	68.900	0.66323E-03	11
191	68.800	0.66221E-03	11
192	68.700	0.66116E-03	11
193	68.600	0.66010E-03	11
194	68.500	0.65845E-03	11
195	68.400	0.65845E-03	11
196	68.300	0.65845E-03	11
197	68.200	0.65845E-03	11
198	68.100	0.65845E-03	11
199	68.000	0.65845E-03	11
200	67.900	0.65845E-03	11
201	67.800	0.65845E-03	11
202	67.700	0.65845E-03	11
203	67.600	0.65845E-03	11
204	67.500	0.65845E-03	11
205	67.400	0.65845E-03	11
206	67.300	0.65845E-03	11
207	67.200	0.65845E-03	11
208	67.100	0.65845E-03	11
209	67.000	0.65845E-03	11



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 113 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 27

MIN/MAX FLEXIBLE WALL FORCES  
(PER UNIT DEPTH)

\* WALL LeftWall GROUP Beam\*

\*STEP 1 - 12\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

LEFT. MOM. = left side tension moment [kN\*m/m]

RIGHT MOM. = right side tension moment [kN\*m/m]

SHEAR = shear force (absolute value) [kN/m ]

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
1	A	87.80	0.5275E-10	0.9140E-10	3.255
	B	87.70	0.3255	0.	3.255
2	A	87.70	0.3255	0.	10.38
	B	87.60	1.364	0.	10.38
3	A	87.60	1.364	0.	17.73
	B	87.50	3.137	0.	17.73
4	A	87.50	3.137	0.	24.97
	B	87.40	5.634	0.	24.97
5	A	87.40	5.634	0.	32.08
	B	87.30	8.842	0.	32.08
6	A	87.30	8.842	0.	39.06
	B	87.20	12.75	0.	39.06
7	A	87.20	12.75	0.	45.91
	B	87.10	17.34	0.	45.91
8	A	87.10	17.34	0.	52.43
	B	87.00	22.58	0.	52.43
9	A	87.00	22.58	0.	58.44
	B	86.90	28.43	0.	58.44
10	A	86.90	28.43	0.	63.92
	B	86.80	34.82	0.	63.92
11	A	86.80	34.82	0.	68.82
	B	86.70	41.70	0.	68.82
12	A	86.70	41.70	0.	73.77
	B	86.60	48.98	0.7049E-02	73.77
13	A	86.60	48.98	0.7049E-02	77.96
	B	86.50	56.54	0.8859E-01	77.96
14	A	86.50	56.54	0.8859E-01	52.70
	B	86.40	51.41	0.1746	52.70
15	A	86.40	51.41	0.1746	49.24
	B	86.30	46.82	0.2630	49.24
16	A	86.30	46.82	0.2630	46.94
	B	86.20	43.37	0.3520	46.94
17	A	86.20	43.37	0.3520	44.61
	B	86.10	40.42	0.4394	44.61

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 114 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
18	A	86.10	40.42	0.4394	42.19
	B	86.00	37.99	0.5233	42.19
19	A	86.00	37.99	0.5233	39.69
	B	85.90	36.10	0.6016	39.69
20	A	85.90	36.10	0.6016	37.10
	B	85.80	34.79	0.6721	37.10
21	A	85.80	34.79	0.6721	35.52
	B	85.70	34.04	0.7326	35.52
22	A	85.70	34.04	0.7326	36.43
	B	85.60	37.29	0.7808	36.43
23	A	85.60	37.29	0.7808	36.81
	B	85.50	40.97	0.8142	36.81
24	A	85.50	40.97	0.8142	36.66
	B	85.40	44.64	0.8306	36.66
25	A	85.40	44.64	0.8306	35.98
	B	85.30	48.23	0.8271	35.98
26	A	85.30	48.23	0.8271	34.77
	B	85.20	51.71	0.8013	34.77
27	A	85.20	51.71	0.8013	35.61
	B	85.10	55.02	0.7504	35.61
28	A	85.10	55.02	0.7504	39.68
	B	85.00	58.09	0.6715	39.68
29	A	85.00	58.09	0.6715	43.39
	B	84.90	60.89	0.5616	43.39
30	A	84.90	60.89	0.5616	46.77
	B	84.80	63.35	0.4179	46.77
31	A	84.80	63.35	0.4179	50.18
	B	84.70	65.43	0.2371	50.18
32	A	84.70	65.43	0.2371	53.64
	B	84.60	67.06	0.1626E-01	53.64
33	A	84.60	67.06	0.1626E-01	57.16
	B	84.50	68.21	0.	57.16
34	A	84.50	68.21	0.	84.10
	B	84.40	68.80	0.	84.10
35	A	84.40	68.80	0.	80.16
	B	84.30	68.93	0.	80.16
36	A	84.30	68.93	0.	77.02
	B	84.20	68.09	0.	77.02
37	A	84.20	68.09	0.	73.74
	B	84.10	66.44	0.	73.74
38	A	84.10	66.44	0.	70.32
	B	84.00	64.11	0.	70.32
39	A	84.00	64.11	0.	66.75
	B	83.90	61.22	0.	66.75
40	A	83.90	61.22	0.	62.99
	B	83.80	57.90	0.	62.99

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 115 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 29

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
41	A	83.80	57.90	0.	58.97
	B	83.70	54.23	0.	58.97
42	A	83.70	54.23	0.	54.69
	B	83.60	50.30	2.257	54.69
43	A	83.60	50.30	2.257	50.11
	B	83.50	46.18	7.268	50.11
44	A	83.50	46.18	7.268	45.82
	B	83.40	41.93	11.79	45.82
45	A	83.40	41.93	11.79	43.31
	B	83.30	37.60	15.79	43.31
46	A	83.30	37.60	15.79	43.72
	B	83.20	33.22	19.23	43.72
47	A	83.20	33.22	19.23	43.48
	B	83.10	31.36	22.07	43.48
48	A	83.10	31.36	22.07	42.54
	B	83.00	32.28	24.31	42.54
49	A	83.00	32.28	24.31	40.73
	B	82.90	32.74	25.93	40.73
50	A	82.90	32.74	25.93	37.97
	B	82.80	32.78	26.92	37.97
51	A	82.80	32.78	26.92	34.72
	B	82.70	32.44	27.26	34.72
52	A	82.70	32.44	27.26	31.16
	B	82.60	31.80	27.63	31.16
53	A	82.60	31.80	27.63	27.49
	B	82.50	30.90	28.43	27.49
54	A	82.50	30.90	28.43	23.99
	B	82.40	29.77	28.77	23.99
55	A	82.40	29.77	28.77	26.69
	B	82.30	28.47	28.64	26.69
56	A	82.30	28.47	28.64	33.48
	B	82.20	27.02	28.02	33.48
57	A	82.20	27.02	28.02	40.26
	B	82.10	25.45	26.92	40.26
58	A	82.10	25.45	26.92	47.19
	B	82.00	23.79	25.31	47.19
59	A	82.00	23.79	25.31	54.97
	B	81.90	22.07	23.20	54.97
60	A	81.90	22.07	23.20	62.85
	B	81.80	20.31	20.57	62.85
61	A	81.80	20.31	20.57	70.85
	B	81.70	18.52	17.41	70.85
62	A	81.70	18.52	17.41	78.95
	B	81.60	21.79	13.72	78.95
63	A	81.60	21.79	13.72	87.12
	B	81.50	29.73	9.491	87.12

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 116 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 30

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
64	A	81.50	29.73	9.491	47.84
	B	81.40	25.74	4.707	47.84
65	A	81.40	25.74	4.707	53.45
	B	81.30	22.32	2.824	53.45
66	A	81.30	22.32	2.824	59.14
	B	81.20	21.46	2.472	59.14
67	A	81.20	21.46	2.472	64.92
	B	81.10	21.69	2.011	64.92
68	A	81.10	21.69	2.011	70.79
	B	81.00	22.74	1.445	70.79
69	A	81.00	22.74	1.445	74.91
	B	80.90	27.62	0.7954	74.91
70	A	80.90	27.62	0.7954	78.42
	B	80.80	35.46	0.4462E-01	78.42
71	A	80.80	35.46	0.4462E-01	52.53
	B	80.70	40.71	0.	52.53
72	A	80.70	40.71	0.	30.66
	B	80.60	43.78	0.	30.66
73	A	80.60	43.78	0.	12.40
	B	80.50	45.02	0.	12.40
74	A	80.50	45.02	0.	10.68
	B	80.40	44.75	0.	10.68
75	A	80.40	44.75	0.	15.02
	B	80.30	43.25	0.	15.02
76	A	80.30	43.25	0.	25.03
	B	80.20	40.74	0.	25.03
77	A	80.20	40.74	0.	33.13
	B	80.10	37.43	0.	33.13
78	A	80.10	37.43	0.	39.35
	B	80.00	33.49	0.	39.35
79	A	80.00	33.49	0.	42.32
	B	79.90	29.26	0.	42.32
80	A	79.90	29.26	0.	42.77
	B	79.80	24.99	0.	42.77
81	A	79.80	24.99	0.	41.39
	B	79.70	20.85	0.5189E-01	41.39
82	A	79.70	20.85	0.5189E-01	38.70
	B	79.60	16.98	0.2381	38.70
83	A	79.60	16.98	0.2381	35.18
	B	79.50	19.16	0.3564	35.18
84	A	79.50	19.16	0.3564	31.19
	B	79.40	22.24	0.4203	31.19
85	A	79.40	22.24	0.4203	35.60
	B	79.30	25.80	0.4424	35.60
86	A	79.30	25.80	0.4424	40.41
	B	79.20	29.84	0.4572	40.41

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 117 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 31

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
87	A	79.20	29.84	0.4572	45.08
	B	79.10	34.35	0.4494	45.08
88	A	79.10	34.35	0.4494	49.42
	B	79.00	39.29	0.4195	49.42
89	A	79.00	39.29	0.4195	53.19
	B	78.90	44.61	0.3757	53.19
90	A	78.90	44.61	0.3757	56.10
	B	78.80	50.22	0.3243	56.10
91	A	78.80	50.22	0.3243	58.25
	B	78.70	56.01	0.8295	58.25
92	A	78.70	56.01	0.8295	62.31
	B	78.60	61.82	1.279	62.31
93	A	78.60	61.82	1.279	65.54
	B	78.50	67.67	1.557	65.54
94	A	78.50	67.67	1.557	69.05
	B	78.40	60.77	1.697	69.05
95	A	78.40	60.77	1.697	68.35
	B	78.30	53.93	1.731	68.35
96	A	78.30	53.93	1.731	67.49
	B	78.20	47.18	1.685	67.49
97	A	78.20	47.18	1.685	66.48
	B	78.10	40.54	1.582	66.48
98	A	78.10	40.54	1.582	65.32
	B	78.00	34.00	1.442	65.32
99	A	78.00	34.00	1.442	64.00
	B	77.90	27.60	1.281	64.00
100	A	77.90	27.60	1.281	62.53
	B	77.80	21.35	1.111	62.53
101	A	77.80	21.35	1.111	60.91
	B	77.70	15.37	0.9425	60.91
102	A	77.70	15.37	0.9425	59.14
	B	77.60	10.59	1.967	59.14
103	A	77.60	10.59	1.967	57.21
	B	77.50	5.959	2.723	57.21
104	A	77.50	5.959	2.723	55.13
	B	77.40	2.756	3.224	55.13
105	A	77.40	2.756	3.224	52.90
	B	77.30	2.403	7.179	52.90
106	A	77.30	2.403	7.179	50.51
	B	77.20	2.022	12.23	50.51
107	A	77.20	2.022	12.23	47.97
	B	77.10	1.623	17.03	47.97
108	A	77.10	1.623	17.03	45.28
	B	77.00	1.216	21.55	45.28
109	A	77.00	1.216	21.55	42.43
	B	76.90	0.8062	25.80	42.43

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 118 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 32

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
110	A	76.90	0.8062	25.80	39.43
	B	76.80	0.3988	29.74	39.43
111	A	76.80	0.3988	29.74	36.28
	B	76.70	0.	33.37	36.28
112	A	76.70	0.	33.37	32.98
	B	76.60	0.	36.67	32.98
113	A	76.60	0.	36.67	29.52
	B	76.50	0.	39.62	29.52
114	A	76.50	0.	39.62	25.91
	B	76.40	0.	42.21	25.91
115	A	76.40	0.	42.21	22.14
	B	76.30	0.	44.42	22.14
116	A	76.30	0.	44.42	18.23
	B	76.20	0.	46.25	18.23
117	A	76.20	0.	46.25	14.16
	B	76.10	0.	47.66	14.16
118	A	76.10	0.	47.66	9.935
	B	76.00	0.	48.66	9.935
119	A	76.00	0.	48.66	5.559
	B	75.90	0.	49.21	5.559
120	A	75.90	0.	49.21	2.103
	B	75.80	0.	49.31	2.103
121	A	75.80	0.	49.31	3.651
	B	75.70	0.	48.95	3.651
122	A	75.70	0.	48.95	8.486
	B	75.60	0.	48.10	8.486
123	A	75.60	0.	48.10	13.47
	B	75.50	0.	46.75	13.47
124	A	75.50	0.	46.75	18.61
	B	75.40	0.1571	44.89	18.61
125	A	75.40	0.1571	44.89	23.91
	B	75.30	1.509	42.50	23.91
126	A	75.30	1.509	42.50	23.91
	B	75.20	2.336	40.11	23.91
127	A	75.20	2.336	40.11	23.91
	B	75.10	2.756	37.72	23.91
128	A	75.10	2.756	37.72	23.91
	B	75.00	2.878	35.33	23.91
129	A	75.00	2.878	35.33	23.91
	B	74.90	2.790	32.94	23.91
130	A	74.90	2.790	32.94	23.91
	B	74.80	2.568	30.55	23.91
131	A	74.80	2.568	30.55	23.91
	B	74.70	2.268	28.16	23.91
132	A	74.70	2.268	28.16	23.91
	B	74.60	1.933	25.77	23.91

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 119 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 33

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
133	A	74.60	1.933	25.77	23.91
	B	74.50	1.595	23.37	23.91
134	A	74.50	1.595	23.37	23.91
	B	74.40	1.275	20.98	23.91
135	A	74.40	1.275	20.98	23.91
	B	74.30	0.9844	18.59	23.91
136	A	74.30	0.9844	18.59	23.91
	B	74.20	0.7314	16.20	23.91
137	A	74.20	0.7314	16.20	23.91
	B	74.10	0.5180	13.81	23.91
138	A	74.10	0.5180	13.81	23.91
	B	74.00	0.3435	11.42	23.91
139	A	74.00	0.3435	11.42	23.91
	B	73.90	0.2052	9.030	23.91
140	A	73.90	0.2052	9.030	23.91
	B	73.80	0.9910E-01	6.639	23.91
141	A	73.80	0.9910E-01	6.639	23.91
	B	73.70	0.2424E-01	4.248	23.91
142	A	73.70	0.2424E-01	4.248	23.91
	B	73.60	0.	1.857	23.91
143	A	73.60	0.	1.857	23.91
	B	73.50	0.5333	0.7027E-01	23.91
144	A	73.50	0.5333	0.7027E-01	23.91
	B	73.40	2.924	0.9155E-01	23.91
145	A	73.40	2.924	0.9155E-01	23.91
	B	73.30	5.315	0.1015	23.91
146	A	73.30	5.315	0.1015	23.91
	B	73.20	7.706	0.1031	23.91
147	A	73.20	7.706	0.1031	23.91
	B	73.10	10.10	0.9897E-01	23.91
148	A	73.10	10.10	0.9897E-01	23.91
	B	73.00	12.49	0.9100E-01	23.91
149	A	73.00	12.49	0.9100E-01	23.91
	B	72.90	14.88	0.8082E-01	23.91
150	A	72.90	14.88	0.8082E-01	23.91
	B	72.80	17.27	0.6963E-01	23.91
151	A	72.80	17.27	0.6963E-01	23.91
	B	72.70	19.66	0.5831E-01	23.91
152	A	72.70	19.66	0.5831E-01	23.91
	B	72.60	22.05	0.4747E-01	23.91
153	A	72.60	22.05	0.4747E-01	23.91
	B	72.50	24.44	0.3752E-01	23.91
154	A	72.50	24.44	0.3752E-01	23.91
	B	72.40	26.83	0.2868E-01	23.91
155	A	72.40	26.83	0.2868E-01	23.91
	B	72.30	29.22	0.2106E-01	23.91

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 120 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 34

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
156	A	72.30	29.22	0.2106E-01	23.91
	B	72.20	31.61	0.1468E-01	23.91
157	A	72.20	31.61	0.1468E-01	23.91
	B	72.10	34.00	0.9472E-02	23.91
158	A	72.10	34.00	0.9472E-02	23.91
	B	72.00	36.40	0.5350E-02	23.91
159	A	72.00	36.40	0.5350E-02	0.9428
	B	71.90	36.49	0.2191E-02	0.9428
160	A	71.90	36.49	0.2191E-02	17.35
	B	71.80	34.75	0.9117E-04	17.35
161	A	71.80	34.75	0.9117E-04	30.91
	B	71.70	31.66	0.	30.91
162	A	71.70	31.66	0.	38.70
	B	71.60	27.79	0.	38.70
163	A	71.60	27.79	0.	42.04
	B	71.50	23.59	0.1838E-04	42.04
164	A	71.50	23.59	0.1838E-04	42.10
	B	71.40	19.38	0.2905E-04	42.10
165	A	71.40	19.38	0.2905E-04	39.86
	B	71.30	15.39	0.3276E-04	39.86
166	A	71.30	15.39	0.3276E-04	36.14
	B	71.20	11.78	0.3188E-04	36.14
167	A	71.20	11.78	0.3188E-04	31.59
	B	71.10	8.620	0.2829E-04	31.59
168	A	71.10	8.620	0.2829E-04	26.70
	B	71.00	5.950	0.2339E-04	26.70
169	A	71.00	5.950	0.2339E-04	21.85
	B	70.90	3.765	0.3198E-04	21.85
170	A	70.90	3.765	0.3198E-04	17.28
	B	70.80	2.037	0.3800E-04	17.28
171	A	70.80	2.037	0.3800E-04	13.16
	B	70.70	0.7217	0.3906E-04	13.16
172	A	70.70	0.7217	0.3906E-04	9.568
	B	70.60	0.1301E-02	0.2795	9.568
173	A	70.60	0.1301E-02	0.2795	6.546
	B	70.50	0.9892E-03	0.8897	6.546
174	A	70.50	0.9892E-03	0.8897	4.084
	B	70.40	0.7208E-03	1.298	4.084
175	A	70.40	0.7208E-03	1.298	2.145
	B	70.30	0.4962E-03	1.513	2.145
176	A	70.30	0.4962E-03	1.513	0.6763
	B	70.20	0.3137E-03	1.580	0.6763
177	A	70.20	0.3137E-03	1.580	0.4020
	B	70.10	0.1700E-03	1.542	0.4020
178	A	70.10	0.1700E-03	1.542	1.102
	B	70.00	0.6262E-04	1.432	1.102



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 121 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 35

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
179	A	70.00	0.6262E-04	1.432	1.542
	B	69.90	0.1334E-05	1.277	1.542
180	A	69.90	0.1334E-05	1.277	1.763
	B	69.80	0.1155E-05	1.101	1.763
181	A	69.80	0.1155E-05	1.101	1.819
	B	69.70	0.9356E-06	0.9192	1.819
182	A	69.70	0.9356E-06	0.9192	1.757
	B	69.60	0.7129E-06	0.7436	1.757
183	A	69.60	0.7129E-06	0.7436	1.614
	B	69.50	0.5104E-06	0.5822	1.614
184	A	69.50	0.5104E-06	0.5822	1.423
	B	69.40	0.9149E-06	0.4399	1.423
185	A	69.40	0.9149E-06	0.4399	1.207
	B	69.30	0.1113E-05	0.3192	1.207
186	A	69.30	0.1113E-05	0.3192	0.9855
	B	69.20	0.1114E-05	0.2207	0.9855
187	A	69.20	0.1114E-05	0.2207	0.7721
	B	69.10	0.9820E-06	0.1435	0.7721
188	A	69.10	0.9820E-06	0.1435	0.5760
	B	69.00	0.7720E-06	0.8587E-01	0.5760
189	A	69.00	0.7720E-06	0.8587E-01	0.4034
	B	68.90	0.5307E-06	0.4553E-01	0.4034
190	A	68.90	0.5307E-06	0.4553E-01	0.2579
	B	68.80	0.2982E-06	0.1974E-01	0.2579
191	A	68.80	0.2982E-06	0.1974E-01	0.1417
	B	68.70	0.1102E-06	0.5565E-02	0.1417
192	A	68.70	0.1102E-06	0.5565E-02	0.5565E-01
	B	68.60	0.1812E-12	0.1788E-12	0.5565E-01

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 122 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 36

ACTIVE ANCHORS' FORCES (PER UNIT DEPTH)

ANCHOR	1	1 WALL	LeftWall	ELEV.	86.500
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 inactive		
		STEP	4 FORCE	125.00	kN/m
		STEP	5 FORCE	137.30	kN/m
		STEP	6 FORCE	134.86	kN/m
		STEP	7 FORCE	132.31	kN/m
		STEP	8 FORCE	132.64	kN/m
		STEP	9 FORCE	132.62	kN/m
		STEP	10 FORCE	132.61	kN/m
		STEP	11 FORCE	132.60	kN/m
		STEP	12 FORCE	103.30	kN/m
ANCHOR	2	1 WALL	LeftWall	ELEV.	84.500
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 inactive		
		STEP	4 inactive		
		STEP	5 inactive		
		STEP	6 FORCE	125.00	kN/m
		STEP	7 FORCE	141.16	kN/m
		STEP	8 FORCE	141.68	kN/m
		STEP	9 FORCE	141.16	kN/m
		STEP	10 FORCE	141.13	kN/m
		STEP	11 FORCE	141.15	kN/m
		STEP	12 FORCE	140.62	kN/m
ANCHOR	3	1 WALL	LeftWall	ELEV.	81.500
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 inactive		
		STEP	4 inactive		
		STEP	5 inactive		
		STEP	6 inactive		
		STEP	7 inactive		
		STEP	8 FORCE	125.00	kN/m
		STEP	9 FORCE	133.47	kN/m
		STEP	10 FORCE	134.17	kN/m
		STEP	11 FORCE	134.12	kN/m
		STEP	12 FORCE	132.31	kN/m
ANCHOR	4	1 WALL	LeftWall	ELEV.	78.500
		STEP	1 inactive		

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
123 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 37

STEP 2	inactive		
STEP 3	inactive		
STEP 4	inactive		
STEP 5	inactive		
STEP 6	inactive		
STEP 7	inactive		
STEP 8	inactive		
STEP 9	inactive		
STEP 10	FORCE	125.00	kN/m
STEP 11	FORCE	131.15	kN/m
STEP 12	FORCE	136.35	kN/m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 124 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 38

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL LeftWall GROUP UHLeft\*

\*STEP 1 - 12\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	87.80	65.10	22.55	0.	0.
2	87.70	71.28	24.69	0.	0.
3	87.60	73.49	24.85	0.	0.
4	87.50	72.33	23.32	0.	0.
5	87.40	71.13	21.76	0.	0.
6	87.30	69.85	20.18	0.	0.
7	87.20	68.85	18.72	0.	0.
8	87.10	67.93	17.31	0.	0.
9	87.00	65.23	17.78	0.	0.
10	86.90	63.79	20.01	0.	0.
11	86.80	65.33	22.23	0.	0.
12	86.70	69.81	24.45	0.	0.
13	86.60	72.34	24.77	0.	0.
14	86.50	69.03	22.16	0.	0.
15	86.40	68.24	20.82	0.	0.
16	86.30	67.25	19.38	0.	0.
17	86.20	66.12	17.86	0.	0.
18	86.10	64.91	16.31	0.	0.
19	86.00	63.66	14.73	0.	0.
20	85.90	62.41	15.09	0.	0.
21	85.80	61.18	15.60	0.	0.
22	85.70	60.00	16.11	0.	0.
23	85.60	58.40	16.62	0.	0.
24	85.50	58.65	17.14	0.	0.
25	85.40	58.96	17.65	0.	0.
26	85.30	59.33	18.16	0.	0.
27	85.20	59.76	18.67	0.	0.
28	85.10	60.21	19.18	0.	0.
29	85.00	60.67	19.69	0.	0.
30	84.90	61.11	20.20	0.	0.
31	84.80	61.47	20.71	0.	0.
32	84.70	61.73	21.22	0.	0.
33	84.60	61.83	21.74	0.	0.
34	84.50	61.85	22.25	0.	0.
35	84.40	61.63	22.76	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 125 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 39

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	84.30	78.70	27.97	0.	0.
37	84.20	77.12	28.56	0.	0.
38	84.10	75.17	29.14	0.	0.
39	84.00	72.94	29.73	0.	0.
40	83.90	70.56	30.31	0.	0.
41	83.80	68.12	30.90	0.	0.
42	83.70	65.69	31.48	0.	0.
43	83.60	64.07	32.07	0.	0.
44	83.50	63.50	32.65	0.	0.
45	83.40	62.62	33.24	0.	0.
46	83.30	61.54	33.82	0.	0.
47	83.20	60.49	34.41	0.	0.
48	83.10	60.85	34.99	0.	0.
49	83.00	61.47	35.58	0.	0.
50	82.90	63.14	36.16	0.	0.
51	82.80	65.28	36.75	0.	0.
52	82.70	67.18	37.34	0.	0.
53	82.60	69.04	37.92	0.	0.
54	82.50	70.87	38.51	0.	0.
55	82.40	72.52	39.09	0.	0.
56	82.30	74.02	39.68	0.	0.
57	82.20	75.41	40.26	0.	0.
58	82.10	76.68	40.85	0.	0.
59	82.00	77.82	41.43	0.	0.
60	81.90	78.79	42.02	0.	0.
61	81.80	79.97	42.60	0.	0.
62	81.70	81.02	43.19	0.	0.
63	81.60	81.75	43.77	0.	0.
64	81.50	82.13	44.36	0.	0.
65	81.40	82.12	44.94	0.	0.
66	81.30	81.79	45.53	0.	0.
67	81.20	81.20	46.11	0.	0.
68	81.10	80.44	46.70	0.	0.
69	81.00	79.58	47.28	0.	0.
70	80.90	78.69	47.87	0.	0.
71	80.80	102.6	79.12	0.	0.
72	80.70	84.21	80.25	0.	0.
73	80.60	72.26	81.38	0.	0.
74	80.50	74.42	82.50	0.	0.
75	80.40	76.37	83.62	0.	0.
76	80.30	78.13	84.75	0.	0.
77	80.20	79.72	85.88	0.	0.
78	80.10	81.16	87.00	0.	0.
79	80.00	82.49	88.12	0.	0.
80	79.90	83.72	89.25	0.	0.
81	79.80	84.89	90.38	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>126 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>195</td> </tr> </table>	Foglio	126 di		195
Foglio	126 di				
	195				

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:39:35  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 40

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
82	79.70	86.01	91.50	0.	0.
83	79.60	87.09	92.62	0.	0.
84	79.50	88.16	93.75	0.	0.
85	79.40	89.22	94.88	0.	0.
86	79.30	90.27	96.00	0.	0.
87	79.20	91.34	97.12	0.	0.
88	79.10	92.40	98.25	0.	0.
89	79.00	93.48	99.38	0.	0.
90	78.90	94.57	100.5	0.	0.
91	78.80	95.66	101.5	0.	0.
92	78.70	96.77	102.0	0.	0.
93	78.60	97.88	101.5	0.	0.
94	78.50	98.99	100.2	0.	0.
95	78.40	100.1	103.1	0.	0.
96	78.30	101.2	104.0	0.	0.
97	78.20	102.4	104.5	0.	0.
98	78.10	103.5	105.0	0.	0.
99	78.00	104.6	105.5	0.	0.
100	77.90	105.7	106.0	0.	0.
101	77.80	106.9	106.5	0.	0.
102	77.70	108.0	107.0	0.	0.
103	77.60	109.1	107.6	0.	0.
104	77.50	110.2	108.1	0.	0.
105	77.40	111.4	108.6	0.	0.
106	77.30	112.5	109.1	0.	0.
107	77.20	113.6	109.6	0.	0.
108	77.10	114.7	110.1	0.	0.
109	77.00	115.8	110.6	0.	0.
110	76.90	116.9	111.1	0.	0.
111	76.80	118.0	111.6	0.	0.
112	76.70	119.1	112.1	0.	0.
113	76.60	120.2	112.6	0.	0.
114	76.50	121.4	113.2	0.	0.
115	76.40	122.5	113.7	0.	0.
116	76.30	123.7	114.2	0.	0.
117	76.20	124.8	114.7	0.	0.
118	76.10	126.1	115.2	0.	0.
119	76.00	127.3	115.7	0.	0.
120	75.90	128.6	116.2	0.	0.
121	75.80	129.9	116.7	0.	0.
122	75.70	131.3	117.2	0.	0.
123	75.60	132.8	117.7	0.	0.
124	75.50	134.2	118.2	0.	0.
125	75.40	135.8	118.7	0.	0.
126	75.30	119.9	141.0	0.	0.
127	75.20	121.8	142.2	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 127 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 41

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
128	75.10	123.6	143.4	0.	0.
129	75.00	125.3	144.7	0.	0.
130	74.90	126.8	145.9	0.	0.
131	74.80	128.2	147.1	0.	0.
132	74.70	129.5	148.4	0.	0.
133	74.60	130.7	149.6	0.	0.
134	74.50	131.8	150.8	0.	0.
135	74.40	133.0	152.0	0.	0.
136	74.30	134.1	153.2	0.	0.
137	74.20	135.1	154.5	0.	0.
138	74.10	136.2	155.7	0.	0.
139	74.00	137.3	156.9	0.	0.
140	73.90	138.4	158.1	0.	0.
141	73.80	139.5	159.4	0.	0.
142	73.70	140.6	160.6	0.	0.
143	73.60	141.7	161.8	0.	0.
144	73.50	142.8	163.1	0.	0.
145	73.40	143.9	164.3	0.	0.
146	73.30	145.0	165.5	0.	0.
147	73.20	146.1	166.7	0.	0.
148	73.10	147.2	167.9	0.	0.
149	73.00	148.3	169.2	0.	0.
150	72.90	149.5	170.4	0.	0.
151	72.80	150.6	171.6	0.	0.
152	72.70	151.7	172.9	0.	0.
153	72.60	152.8	174.1	0.	0.
154	72.50	153.9	175.3	0.	0.
155	72.40	155.0	176.5	0.	0.
156	72.30	156.2	177.8	0.	0.
157	72.20	157.3	179.0	0.	0.
158	72.10	158.4	180.2	0.	0.
159	72.00	159.5	181.4	0.	0.
160	71.90	160.6	178.7	0.	0.
161	71.80	161.7	169.4	0.	0.
162	71.70	162.8	158.7	0.	0.
163	71.60	164.0	152.2	0.	0.
164	71.50	165.1	147.5	0.	0.
165	71.40	166.2	144.6	0.	0.
166	71.30	167.3	142.9	0.	0.
167	71.20	168.4	142.3	0.	0.
168	71.10	169.5	142.5	0.	0.
169	71.00	170.7	143.4	0.	0.
170	70.90	171.8	144.6	0.	0.
171	70.80	172.9	146.0	0.	0.
172	70.70	174.0	147.6	0.	0.
173	70.60	175.1	149.3	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 128 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 42

SOIL	EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
174	70.50	176.2	150.9	0.	0.	
175	70.40	177.3	152.4	0.	0.	
176	70.30	178.5	153.9	0.	0.	
177	70.20	179.6	155.2	0.	0.	
178	70.10	180.7	156.5	0.	0.	
179	70.00	181.8	157.6	0.	0.	
180	69.90	182.9	158.6	0.	0.	
181	69.80	184.0	159.5	0.	0.	
182	69.70	185.2	160.4	0.	0.	
183	69.60	186.3	161.2	0.	0.	
184	69.50	187.4	161.9	0.	0.	
185	69.40	188.5	162.6	0.	0.	
186	69.30	189.6	163.3	0.	0.	
187	69.20	190.7	164.0	0.	0.	
188	69.10	191.9	164.6	0.	0.	
189	69.00	193.0	165.2	0.	0.	
190	68.90	194.1	165.8	0.	0.	
191	68.80	195.2	166.5	0.	0.	
192	68.70	196.3	167.1	0.	0.	
193	68.60	197.4	167.7	0.	0.	
194	68.50	198.5	168.3	0.	0.	
195	68.40	199.7	168.9	0.	0.	
196	68.30	200.8	169.6	0.	0.	
197	68.20	201.9	170.3	0.	0.	
198	68.10	203.0	170.9	0.	0.	
199	68.00	204.1	171.6	0.	0.	
200	67.90	205.2	172.3	0.	0.	
201	67.80	206.4	172.9	0.	0.	
202	67.70	207.5	173.6	0.	0.	
203	67.60	208.6	174.3	0.	0.	
204	67.50	209.7	174.9	0.	0.	
205	67.40	210.8	175.6	0.	0.	
206	67.30	211.9	176.3	0.	0.	
207	67.20	213.0	176.9	0.	0.	
208	67.10	214.2	177.6	0.	0.	
209	67.00	215.3	178.3	0.	0.	





PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 43

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL LeftWall GROUP DHLeft\*

\*STEP 1 - 12\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	87.80	0.	0.	0.	0.
2	87.70	6.158	2.129	0.	0.
3	87.60	12.34	4.272	0.	0.
4	87.50	14.32	4.309	0.	0.
5	87.40	14.98	3.692	0.	0.
6	87.30	15.65	3.076	0.	0.
7	87.20	16.32	3.021	0.	0.
8	87.10	17.00	3.524	0.	0.
9	87.00	17.68	4.027	0.	0.
10	86.90	18.36	4.531	0.	0.
11	86.80	19.04	5.034	0.	0.
12	86.70	19.72	5.538	0.	0.
13	86.60	20.41	6.041	0.	0.
14	86.50	21.09	6.545	0.	0.
15	86.40	21.78	7.048	0.	0.
16	86.30	22.46	7.551	0.	0.
17	86.20	23.14	8.055	0.	0.
18	86.10	23.81	8.558	0.	0.
19	86.00	24.48	9.062	0.	0.
20	85.90	25.14	9.565	0.	0.
21	85.80	25.79	10.07	0.	0.
22	85.70	26.44	10.57	0.	0.
23	85.60	27.08	11.08	0.	0.
24	85.50	30.92	11.58	0.	0.
25	85.40	37.11	12.85	0.	0.
26	85.30	43.29	15.00	0.	0.
27	85.20	49.48	17.14	0.	0.
28	85.10	55.66	19.28	0.	0.
29	85.00	61.85	21.42	0.	0.
30	84.90	68.03	23.56	0.	0.
31	84.80	74.21	25.71	0.	0.
32	84.70	80.40	27.85	0.	0.
33	84.60	86.58	29.99	0.	0.
34	84.50	92.77	32.13	0.	0.
35	84.40	86.00	27.80	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 130 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 44

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	84.30	127.5	47.62	0.	0.
37	84.20	113.9	39.77	0.	0.
38	84.10	101.5	32.54	0.	0.
39	84.00	90.37	25.96	0.	0.
40	83.90	80.52	20.34	0.	0.
41	83.80	71.93	20.90	0.	0.
42	83.70	64.53	21.46	0.	0.
43	83.60	58.27	22.02	0.	0.
44	83.50	53.19	22.58	0.	0.
45	83.40	60.14	23.92	0.	0.
46	83.30	67.09	26.37	0.	0.
47	83.20	74.05	28.82	0.	0.
48	83.10	81.00	31.27	0.	0.
49	83.00	87.95	33.73	0.	0.
50	82.90	85.37	31.41	0.	0.
51	82.80	80.28	27.84	0.	0.
52	82.70	75.78	27.04	0.	0.
53	82.60	71.81	27.60	0.	0.
54	82.50	68.60	28.16	0.	0.
55	82.40	66.47	28.72	0.	0.
56	82.30	64.29	29.27	0.	0.
57	82.20	62.32	29.83	0.	0.
58	82.10	60.64	30.39	0.	0.
59	82.00	59.20	30.95	0.	0.
60	81.90	58.00	31.51	0.	0.
61	81.80	57.00	32.07	0.	0.
62	81.70	56.18	32.62	0.	0.
63	81.60	56.50	33.18	0.	0.
64	81.50	57.42	33.74	0.	0.
65	81.40	58.32	34.30	0.	0.
66	81.30	59.22	34.86	0.	0.
67	81.20	60.10	35.42	0.	0.
68	81.10	60.98	35.97	0.	0.
69	81.00	61.85	36.53	0.	0.
70	80.90	62.71	37.09	0.	0.
71	80.80	258.9	127.4	0.	0.
72	80.70	218.7	106.2	0.	0.
73	80.60	182.6	87.01	0.	0.
74	80.50	150.8	69.98	0.	0.
75	80.40	123.3	55.12	0.	0.
76	80.30	100.1	42.39	0.	0.
77	80.20	81.00	37.94	0.	0.
78	80.10	80.89	38.50	0.	0.
79	80.00	81.88	39.06	0.	0.
80	79.90	82.93	39.62	0.	0.
81	79.80	84.03	40.19	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 131 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 45

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
82	79.70	85.16	40.75	0.	0.
83	79.60	86.31	41.31	0.	0.
84	79.50	87.48	41.88	0.	0.
85	79.40	88.65	42.44	0.	0.
86	79.30	89.82	43.00	0.	0.
87	79.20	90.98	43.56	0.	0.
88	79.10	92.15	44.12	0.	0.
89	79.00	93.30	44.69	0.	0.
90	78.90	94.45	45.25	0.	0.
91	78.80	95.60	45.81	0.	0.
92	78.70	96.74	46.38	0.	0.
93	78.60	97.87	46.94	0.	0.
94	78.50	99.01	47.50	0.	0.
95	78.40	100.1	48.06	0.	0.
96	78.30	101.3	48.62	0.	0.
97	78.20	102.4	49.19	0.	0.
98	78.10	103.5	49.75	0.	0.
99	78.00	104.6	50.31	0.	0.
100	77.90	105.8	50.88	0.	0.
101	77.80	106.9	51.44	0.	0.
102	77.70	108.0	52.00	0.	0.
103	77.60	109.1	52.56	0.	0.
104	77.50	110.3	53.12	0.	0.
105	77.40	111.4	53.69	0.	0.
106	77.30	112.5	54.25	0.	0.
107	77.20	113.7	54.81	0.	0.
108	77.10	114.8	55.38	0.	0.
109	77.00	115.9	55.94	0.	0.
110	76.90	117.1	56.50	0.	0.
111	76.80	118.2	57.06	0.	0.
112	76.70	119.3	57.62	0.	0.
113	76.60	120.5	58.19	0.	0.
114	76.50	121.6	58.75	0.	0.
115	76.40	122.7	59.31	0.	0.
116	76.30	123.8	59.88	0.	0.
117	76.20	124.9	60.44	0.	0.
118	76.10	126.0	61.00	0.	0.
119	76.00	127.0	61.56	0.	0.
120	75.90	128.0	62.12	0.	0.
121	75.80	129.0	62.69	0.	0.
122	75.70	129.9	63.25	0.	0.
123	75.60	130.9	63.81	0.	0.
124	75.50	131.8	64.38	0.	0.
125	75.40	132.6	64.94	0.	0.
126	75.30	124.3	71.35	0.	0.
127	75.20	125.0	72.02	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 132 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 46

SOIL	EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
128	75.10	125.7	72.68	0.	0.	
129	75.00	126.5	73.35	0.	0.	
130	74.90	127.4	74.02	0.	0.	
131	74.80	128.3	74.68	0.	0.	
132	74.70	129.3	75.35	0.	0.	
133	74.60	130.4	76.02	0.	0.	
134	74.50	131.5	76.69	0.	0.	
135	74.40	132.6	77.35	0.	0.	
136	74.30	133.7	78.02	0.	0.	
137	74.20	134.8	78.69	0.	0.	
138	74.10	136.0	79.35	0.	0.	
139	74.00	137.1	80.02	0.	0.	
140	73.90	138.3	80.69	0.	0.	
141	73.80	139.4	81.36	0.	0.	
142	73.70	140.5	82.02	0.	0.	
143	73.60	141.6	82.69	0.	0.	
144	73.50	142.8	83.36	0.	0.	
145	73.40	143.9	84.02	0.	0.	
146	73.30	145.0	84.69	0.	0.	
147	73.20	146.1	85.36	0.	0.	
148	73.10	147.2	86.03	0.	0.	
149	73.00	148.3	86.69	0.	0.	
150	72.90	149.5	87.36	0.	0.	
151	72.80	150.6	88.03	0.	0.	
152	72.70	151.7	88.69	0.	0.	
153	72.60	152.8	89.36	0.	0.	
154	72.50	153.9	90.03	0.	0.	
155	72.40	155.0	90.70	0.	0.	
156	72.30	156.2	91.36	0.	0.	
157	72.20	157.3	92.03	0.	0.	
158	72.10	158.4	92.70	0.	0.	
159	72.00	229.7	114.0	0.	0.	
160	71.90	182.9	94.03	0.	0.	
161	71.80	161.7	94.70	0.	0.	
162	71.70	162.8	95.37	0.	0.	
163	71.60	164.0	96.03	0.	0.	
164	71.50	165.1	96.70	0.	0.	
165	71.40	166.2	97.37	0.	0.	
166	71.30	167.3	98.04	0.	0.	
167	71.20	168.4	98.70	0.	0.	
168	71.10	169.5	99.37	0.	0.	
169	71.00	170.7	100.0	0.	0.	
170	70.90	171.8	100.7	0.	0.	
171	70.80	172.9	101.4	0.	0.	
172	70.70	174.0	102.0	0.	0.	
173	70.60	175.1	102.7	0.	0.	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 133 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 47

SOIL	EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
174	70.50	176.2	103.4	0.	0.	
175	70.40	177.3	104.0	0.	0.	
176	70.30	178.5	104.7	0.	0.	
177	70.20	179.6	105.4	0.	0.	
178	70.10	180.7	106.0	0.	0.	
179	70.00	181.8	106.7	0.	0.	
180	69.90	182.9	107.4	0.	0.	
181	69.80	184.0	108.0	0.	0.	
182	69.70	185.2	108.7	0.	0.	
183	69.60	186.3	109.4	0.	0.	
184	69.50	187.4	110.0	0.	0.	
185	69.40	188.5	110.7	0.	0.	
186	69.30	189.6	111.4	0.	0.	
187	69.20	190.7	112.0	0.	0.	
188	69.10	191.9	112.7	0.	0.	
189	69.00	193.0	113.4	0.	0.	
190	68.90	194.1	114.0	0.	0.	
191	68.80	195.2	114.7	0.	0.	
192	68.70	196.3	115.4	0.	0.	
193	68.60	197.4	116.0	0.	0.	
194	68.50	198.5	116.7	0.	0.	
195	68.40	199.7	117.4	0.	0.	
196	68.30	200.8	118.1	0.	0.	
197	68.20	201.9	118.7	0.	0.	
198	68.10	203.0	119.4	0.	0.	
199	68.00	204.1	120.1	0.	0.	
200	67.90	205.2	120.7	0.	0.	
201	67.80	206.4	121.4	0.	0.	
202	67.70	207.5	122.1	0.	0.	
203	67.60	208.6	122.7	0.	0.	
204	67.50	209.7	123.4	0.	0.	
205	67.40	210.8	124.1	0.	0.	
206	67.30	211.9	124.7	0.	0.	
207	67.20	213.0	125.4	0.	0.	
208	67.10	214.2	126.1	0.	0.	
209	67.00	215.3	126.7	0.	0.	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 134 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 48

#### SOIL THRUSTS SUMMARY

(VALUES BELOW ARE COMPUTED INTEGRATING THE ELEMENTAL CONTRIBUTIONS)

TRUE EFFECTIVE THRUST = Effective stress resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m  
WATER THRUST = Pore pressure resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m  
TRUE TOTAL THRUST = The sum of the TRUE EFFECTIVE THRUST and WATER THRUST: it represents the overall thrust on the wall: units are kN/m  
MINIMUM ALLOWABLE THRUST = It is the minimum thrust from this soil region, if active conditions are fully developed; units are kN/m  
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST = It is the maximum thrust that can be resisted by this soil region, if passive conditions are fully developed; units are kN/m  
MAXIMUM/TRUE RATIO = It is the ratio between the passive thrust and current effective thrust;  
PASSIVE THRUST PERCENTAGE = The actual effective thrust is represented as a percentage of the maximum allowable resistance;  
TRUE/MINIMUM RATIO = It is the ratio between the current effective thrust and minimum soil resistance.

STEP	1	GROUP -->	UHLe	DHLe
		TRUE EFFECTIVE THRUST	2142.4	2142.4
		WATER THRUST	0.	0.
		TRUE TOTAL THRUST	2142.4	2142.4
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST	223.27	223.27
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	21245.	21245.
		MAXIMUM/TRUE RATIO	9.9164	9.9164
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE	10.%	10.%
		TRUE/MINIMUM RATIO	9.5957	9.5957

STEP	2	GROUP -->	UHLe	DHLe
		TRUE EFFECTIVE THRUST	2228.3	2228.3
		WATER THRUST	0.	0.
		TRUE TOTAL THRUST	2228.3	2228.3
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST	324.49	223.27
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	22603.	21245.
		MAXIMUM/TRUE RATIO	10.144	9.5343
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE	10.%	10.%
		TRUE/MINIMUM RATIO	6.8672	9.9803

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 135 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 49

STEP	3	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	2095.5	2095.5
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	2095.5	2095.5
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	324.49	96.875
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	22603.	19022.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	10.786	9.0776
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	9.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	6.4580	21.631

STEP	4	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	2194.2	2076.7
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	2194.2	2076.7
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	324.49	96.875
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	22603.	19022.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	10.301	9.1596
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	10.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	6.7620	21.437

STEP	5	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	1987.4	1858.3
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	1987.4	1858.3
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	324.49	25.439
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	22603.	16757.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	11.374	9.0170
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	9.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	6.1246	73.052

STEP	6	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	2080.6	1836.4
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	2080.6	1836.4
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	324.49	25.439
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	22603.	16757.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	10.864	9.1245
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	9.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	6.4121	72.191

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 136 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 50

STEP	7	GROUP -->	UHLe	DHLe
			1769.7	1512.8
			0.	0.
			1769.7	1512.8
			324.49	0.
			22603.	13601.
			12.772	8.9906
			8.%	11.%
			5.4539	0.10000E+06

STEP	8	GROUP -->	UHLe	DHLe
			1863.1	1487.9
			0.	0.
			1863.1	1487.9
			324.49	0.
			22603.	13601.
			12.132	9.1411
			8.%	11.%
			5.7417	0.10000E+06

STEP	9	GROUP -->	UHLe	DHLe
			1470.6	1087.9
			0.	0.
			1470.6	1087.9
			324.49	0.
			22603.	10135.
			15.370	9.3163
			7.%	11.%
			4.5320	0.10000E+06



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 137 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:39:35  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 51

STEP 10	GROUP -->	UHLe	DHLe
TRUE EFFECTIVE THRUST		1575.1	1074.3
WATER THRUST		0.	0.
TRUE TOTAL THRUST		1575.1	1074.3
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		324.49	0.
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		22603.	10135.
MAXIMUM/TRUE RATIO		14.350	9.4342
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		7.%	11.%
TRUE/MINUMUM RATIO		4.8542	0.10000E+06

STEP 11	GROUP -->	UHLe	DHLe
TRUE EFFECTIVE THRUST		1025.9	519.37
WATER THRUST		0.	0.
TRUE TOTAL THRUST		1025.9	519.37
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		324.49	0.
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		22603.	3858.4
MAXIMUM/TRUE RATIO		22.033	7.4290
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		5.%	13.%
TRUE/MINUMUM RATIO		3.1616	0.10000E+06

STEP 12	GROUP -->	UHLe	DHLe
TRUE EFFECTIVE THRUST		982.73	501.06
WATER THRUST		0.	0.
TRUE TOTAL THRUST		982.73	501.06
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		334.81	0.
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		20976.	3820.6
MAXIMUM/TRUE RATIO		21.344	7.6250
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		5.%	13.%
TRUE/MINUMUM RATIO		2.9352	0.10000E+06



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
138 di  
195

## 13.2. Sezione 2

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 1

```
*****  
**  
**          P A R A T I E          **  
**  
**          RELEASE 7.00  VERSIONE WIN          **  
**  
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10          **  
**                               20129 MILANO          **  
**  
*****
```

JOBNAME J:\352.08 - COCIV - PROGETTO COSTRUTTIVO\02\_LOTTO1\NV01\GASC - IMBO

13 July 2012 15:42:33

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 139 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 2

PARAGEN INPUT DATA LIST

For command explanation, please refer  
to the PARAGEN manual, release 7.00.

```

NO.  command
1:  * Paratie for Windows version 7.0
2:  * Filename= <j:\352.08 - cociv - progetto
    costruttivo\02_lottol\nv01\gasc - imbo
3:  * project with "run time" parameters
4:  * Force=kN Lenght=m
5:  *
6:  units m kN
7:  title History 0 - Imbocco Erzelli
8:  delta 0.1
9:  option param itemax 20
10: option noprint echo
11: option noprint displ
12: option noprint react
13: option noprint stresses
14:   wall LeftWall 0 67 85.8
15: *
16: soil UHLeft LeftWall 67 85.8 1 0
17: soil DHLeft LeftWall 67 85.8 2 180
18: *
19: material RCK25 2.85E+007
20: material TREFOLI 1.9E+008
21: *
22: beam Beam LeftWall 68.6 85.8 RCK25 0.130213 00 00
23: *
24: wire 1 LeftWall 84.5 TREFOLI 2.11923E-005 125 0
25: wire 2 LeftWall 81.5 TREFOLI 3.53205E-005 125 20
26: wire 3 LeftWall 78.5 TREFOLI 2.755E-005 125 20
27: *
28: * Soil Profile
29: *
30:   ldata          SUPERFICIALE 85.8
31:     weight       19 9 10
32:     atrest       0.470081 0 1
33:     resistance   0 32 0.462 3.255
34:     young        15000 45000
35:   endlayer
36:   ldata          INTERMEDIO 82.3
37:     weight       20.5 10.5 10
38:     atrest       0.455361 0 1

```

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 140 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 3

NO. command

```

39:      resistance 5 33 0.429 3.392
40:      young      30000 90000
41:      endlayer
42:      ldata      PROFONDO 78.8
43:      weight     22.5 12.5 10
44:      atrest     0.5 0 1
45:      resistance 75 30 0.548 3
46:      young      350000 350000
47:      endlayer
48:      ldata      SOTTOFONDO 73.3
49:      weight     24.5 14.5 10
50:      atrest     0.455361 0 1
51:      resistance 150 33 0.429 3.392
52:      young      750000 750000
53:      endlayer
54:      *
55: step 1 : Creazione Paratia
56:      setwall LeftWall
57:      geom 85.8 85.8
58:      surcharge 0 50 0 0
59:      add Beam
60: endstep
61:      *
62: step 2 : SOVRACCARICHI
63:      setwall LeftWall
64:      surcharge 20 85.8 0 85.8
65: endstep
66:      *
67: step 3 : Ribasso a quota 84 m
68:      setwall LeftWall
69:      geom 85.8 84
70: endstep
71:      *
72: step 4 : Primo ordine tiranti a 84.5m
73:      setwall LeftWall
74:      add 1
75: endstep
76:      *
77: step 5 : Secondo ribasso quota 81
78:      setwall LeftWall
79:      geom 85.8 81
80: endstep
81:      *
82: step 6 : Secondo ordine di tirante
83:      setwall LeftWall
84:      add 2

```





GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 143 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 6

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 1

LAYER PROFONDO

soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		
top level	=	78.800	m	
bottom level	=	73.300	m	
dry unit weight	=	22.500	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	=	12.500	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	=	10.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	=	75.000	kPa	(UPHILL)
friction angle	=	30.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	=	0.54800		(UPHILL)
passive thrust coefficient	=	3.0000		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff	=	0.50000		
initial overconsolidation ratio	=	1.0000		
stiffness model	=	1.0000		
vergin compr. el.modulus	=	0.35000E+06	kPa	
unloading/reloading modulus	=	0.35000E+06	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		(DOWNHILL)
cohesion	=	75.000	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	=	30.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	=	0.54800		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	=	3.0000		(DOWNHILL)

LAYER SOTTOFONDO

soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		
top level	=	73.300	m	
bottom level	=	-0.10000E+31	m	
dry unit weight	=	24.500	kN/m <sup>3</sup>	
buoyancy unit weight	=	14.500	kN/m <sup>3</sup>	
water unit weight	=	10.000	kN/m <sup>3</sup>	
cohesion	=	150.00	kPa	(UPHILL)
friction angle	=	33.000	DEG	(UPHILL)
active thrust coefficient	=	0.42900		(UPHILL)
passive thrust coefficient	=	3.3920		(UPHILL)
normally consolidated at reast coeff	=	0.45536		
initial overconsolidation ratio	=	1.0000		
stiffness model	=	1.0000		
vergin compr. el.modulus	=	0.75000E+06	kPa	
unloading/reloading modulus	=	0.75000E+06	kPa	
soil nature: 1=granular, 2=clay	=	1.0000		(DOWNHILL)
cohesion	=	150.00	kPa	(DOWNHILL)
friction angle	=	33.000	DEG	(DOWNHILL)
active thrust coefficient	=	0.42900		(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	=	3.3920		(DOWNHILL)

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO.

2

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 144 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 7

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 3

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 4

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 5

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 6

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 7

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 8

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 9

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

NO CHANGES WITH RESPECT TO PREVIOUS STEP

SOIL PARAMETERS SUMMARY FOR STEP NO. 10



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 145 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 8

(ONLY THOSE DATA THAT MAY BE CHANGED)

LAYER SUPERFICIALE

active thrust coefficient	= 0.56000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.56000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(DOWNHILL)

LAYER INTERMEDIO

active thrust coefficient	= 0.51000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.51000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(DOWNHILL)

LAYER PROFONDO

active thrust coefficient	= 0.68000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 2.9500	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.68000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 2.9500	(DOWNHILL)

LAYER SOTTOFONDO

active thrust coefficient	= 0.51000	(UPHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(UPHILL)
active thrust coefficient	= 0.51000	(DOWNHILL)
passive thrust coefficient	= 3.3400	(DOWNHILL)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 146 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 9

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 1

WALL LeftWall

y-coordinate	= 0.0000	m
free field elevation	= 85.800	m
excavation level	= 85.800	m
water_table level	= -0.99900E+30	m
uphill surcharge	= 0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	= 50.000	m
water table lowering	= 0.0000	m
downhill surcharge	= 0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	= 0.0000	m
cutting evaluation	= 0.0000	m
balance level for pore pressures	= 67.000	m
water behaviour flag	= 0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	= 0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	= 0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	= 0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	= 0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	= 0.0000	[g]
uphill beta angle	= 0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	= 0.0000	
downhill beta angle	= 0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	= 0.0000	
water dyn behaviour flag	= 0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 2

WALL LeftWall

y-coordinate	= 0.0000	m
free field elevation	= 85.800	m
excavation level	= 85.800	m
water_table level	= -0.99900E+30	m
uphill surcharge	= 20.000	kPa
uphill surcharge elev.	= 85.800	m
water table lowering	= 0.0000	m
downhill surcharge	= 0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	= 85.800	m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 147 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 10

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 2

cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	84.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	85.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	85.800	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 148 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 11

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 3

Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 4

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	84.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	85.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	85.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	81.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 149 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 12

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 5

uphill surcharge elev.	=	85.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	85.800	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 6

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	81.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	85.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	85.800	m
cutting eevaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 151 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 14

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 8

free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	78.000	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	85.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	85.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 9

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	72.300	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	20.000	kPa
uphill surcharge elev.	=	85.800	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	85.800	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 152 di 195

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

PAG. 15

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 9

uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

STEP DESCRIPTOR SUMMARY FOR STEP NO. 10

WALL LeftWall

y-coordinate	=	0.0000	m
free field elevation	=	85.800	m
excavation level	=	72.300	m
water_table level	=	-0.99900E+30	m
uphill surcharge	=	0.0000	kPa
uphill surcharge elev.	=	87.000	m
water table lowering	=	0.0000	m
downhill surcharge	=	0.0000	kPa
downhill surcharge elev.	=	87.000	m
cutting evaluation	=	0.0000	m
balance level for pore pressures	=	67.000	m
water behaviour flag	=	0.0000	(1=REMOVE)
pore pressure update flag	=	0.0000	(1=NO UPD)
pore pressure by tab flag	=	0.0000	(1=by tab)
horizontal seismic acceleration	=	0.0000	[g]
uphill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
downhill vertical seismic accel.	=	0.0000	[g]
uphill beta angle	=	0.0000	[°]
uphill delta/phi ratio	=	0.0000	
downhill beta angle	=	0.0000	[°]
downhill delta/phi ratio	=	0.0000	
water dyn behaviour flag	=	0.0000	(1=pervious)
excess pore pressure ratio Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m





PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 16

## ELEMENT SUMMARY

=====

SOIL ELEMENT SUMMARY					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
UHLeft	LeftWall	85.80	67.00	UPHILL	0.
DHLeft	LeftWall	85.80	67.00	DOWNHILL	180.0

BEAM ELEMENT SUMMARY					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
Beam	LeftWall	85.80	68.60	_	0.1302

WIRE ELEMENT SUMMARY						
Name	Wall	Zeta	Mat	A/L	Pinit	Angle
		m			kN/m	deg
1	LeftWall	84.50	_	0.2119E-04	125.0	0.
2	LeftWall	81.50	_	0.3532E-04	125.0	20.00
3	LeftWall	78.50	_	0.2755E-04	125.0	20.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
154 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 17

MISCELLANEOUS DATA SUMMARY  
=====

MATERIALS	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
RCK2	2.85E+007
TREF	1.9E+008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
155 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 18

INCREMENTAL ANALYSIS SUMMARY

STEP	NO. OF ITERATIONS	CONVERGENCE
1	2	YES
2	5	YES
3	7	YES
4	5	YES
5	7	YES
6	5	YES
7	5	YES
8	4	YES
9	6	YES
10	5	YES

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 156 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 19

MAXIMUM LATERAL DISPLACEMENTS  
\*ALL STEPS INCLUDED\*  
\* WALL LeftWall\*  
\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*  
\* REMARK: ELEVATION UNITS ARE m  
DISPL. UNITS ARE m

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP	WALL LeftWall
1	85.800	0.10494	3	
2	85.700	0.10169	3	
3	85.600	0.98445E-01	3	
4	85.500	0.95198E-01	3	
5	85.400	0.91952E-01	3	
6	85.300	0.88708E-01	3	
7	85.200	0.85467E-01	3	
8	85.100	0.82229E-01	3	
9	85.000	0.78997E-01	3	
10	84.900	0.75772E-01	3	
11	84.800	0.72556E-01	3	
12	84.700	0.69351E-01	3	
13	84.600	0.67006E-01	6	
14	84.500	0.65738E-01	6	
15	84.400	0.64626E-01	5	
16	84.300	0.63632E-01	5	
17	84.200	0.62731E-01	5	
18	84.100	0.61910E-01	5	
19	84.000	0.61156E-01	5	
20	83.900	0.60459E-01	5	
21	83.800	0.59805E-01	5	
22	83.700	0.59185E-01	5	
23	83.600	0.58588E-01	5	
24	83.500	0.58003E-01	5	
25	83.400	0.57422E-01	5	
26	83.300	0.56836E-01	5	
27	83.200	0.56237E-01	5	
28	83.100	0.55616E-01	5	
29	83.000	0.54966E-01	5	
30	82.900	0.54283E-01	5	
31	82.800	0.53559E-01	5	
32	82.700	0.52789E-01	5	
33	82.600	0.51969E-01	5	
34	82.500	0.51096E-01	5	
35	82.400	0.50166E-01	5	
36	82.300	0.49177E-01	5	
37	82.200	0.48128E-01	5	
38	82.100	0.47017E-01	5	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 157 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 20

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
39	82.000	0.45844E-01	5
40	81.900	0.44610E-01	5
41	81.800	0.43315E-01	5
42	81.700	0.41961E-01	5
43	81.600	0.40550E-01	5
44	81.500	0.39085E-01	5
45	81.400	0.38200E-01	8
46	81.300	0.37546E-01	8
47	81.200	0.36942E-01	7
48	81.100	0.36374E-01	7
49	81.000	0.35822E-01	7
50	80.900	0.35276E-01	7
51	80.800	0.34726E-01	7
52	80.700	0.34162E-01	7
53	80.600	0.33577E-01	7
54	80.500	0.32963E-01	7
55	80.400	0.32313E-01	7
56	80.300	0.31622E-01	7
57	80.200	0.30885E-01	7
58	80.100	0.30098E-01	7
59	80.000	0.29258E-01	7
60	79.900	0.28363E-01	7
61	79.800	0.27413E-01	7
62	79.700	0.26408E-01	7
63	79.600	0.25347E-01	7
64	79.500	0.24234E-01	7
65	79.400	0.23071E-01	7
66	79.300	0.21863E-01	7
67	79.200	0.20615E-01	7
68	79.100	0.19333E-01	7
69	79.000	0.18023E-01	7
70	78.900	0.16696E-01	7
71	78.800	0.15360E-01	7
72	78.700	0.14027E-01	7
73	78.600	0.13146E-01	10
74	78.500	0.12528E-01	10
75	78.400	0.12039E-01	10
76	78.300	0.11676E-01	10
77	78.200	0.11433E-01	10
78	78.100	0.11301E-01	10
79	78.000	0.11275E-01	10
80	77.900	0.11347E-01	10
81	77.800	0.11509E-01	10
82	77.700	0.11756E-01	10
83	77.600	0.12080E-01	10
84	77.500	0.12474E-01	10

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 158 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 21

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
85	77.400	0.12931E-01	10
86	77.300	0.13444E-01	10
87	77.200	0.14006E-01	10
88	77.100	0.14610E-01	10
89	77.000	0.15250E-01	10
90	76.900	0.15917E-01	10
91	76.800	0.16605E-01	10
92	76.700	0.17307E-01	10
93	76.600	0.18016E-01	10
94	76.500	0.18725E-01	10
95	76.400	0.19428E-01	10
96	76.300	0.20117E-01	10
97	76.200	0.20785E-01	10
98	76.100	0.21427E-01	10
99	76.000	0.22036E-01	10
100	75.900	0.22607E-01	10
101	75.800	0.23132E-01	10
102	75.700	0.23607E-01	10
103	75.600	0.24027E-01	10
104	75.500	0.24386E-01	10
105	75.400	0.24681E-01	10
106	75.300	0.24907E-01	10
107	75.200	0.25060E-01	10
108	75.100	0.25137E-01	10
109	75.000	0.25135E-01	10
110	74.900	0.25053E-01	10
111	74.800	0.24889E-01	10
112	74.700	0.24640E-01	10
113	74.600	0.24308E-01	10
114	74.500	0.23892E-01	10
115	74.400	0.23392E-01	10
116	74.300	0.22811E-01	10
117	74.200	0.22150E-01	10
118	74.100	0.21413E-01	10
119	74.000	0.20603E-01	10
120	73.900	0.19724E-01	10
121	73.800	0.18782E-01	10
122	73.700	0.17784E-01	10
123	73.600	0.16736E-01	10
124	73.500	0.15646E-01	10
125	73.400	0.14524E-01	10
126	73.300	0.13378E-01	10
127	73.200	0.12221E-01	10
128	73.100	0.11063E-01	10
129	73.000	0.99154E-02	10
130	72.900	0.87883E-02	10

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 159 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 22

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
131	72.800	0.76932E-02	10
132	72.700	0.66410E-02	10
133	72.600	0.56427E-02	10
134	72.500	0.47092E-02	10
135	72.400	0.38516E-02	10
136	72.300	0.30807E-02	10
137	72.200	0.24065E-02	10
138	72.100	0.18332E-02	10
139	72.000	0.13600E-02	10
140	71.900	0.98170E-03	10
141	71.800	0.69009E-03	10
142	71.700	0.48294E-03	9
143	71.600	0.37830E-03	9
144	71.500	0.31241E-03	9
145	71.400	0.27709E-03	9
146	71.300	0.26500E-03	9
147	71.200	0.26974E-03	9
148	71.100	0.28594E-03	9
149	71.000	0.30923E-03	9
150	70.900	0.33619E-03	9
151	70.800	0.36423E-03	9
152	70.700	0.39148E-03	9
153	70.600	0.41671E-03	9
154	70.500	0.43914E-03	9
155	70.400	0.45841E-03	9
156	70.300	0.47443E-03	9
157	70.200	0.48730E-03	9
158	70.100	0.49729E-03	9
159	70.000	0.50473E-03	9
160	69.900	0.50998E-03	9
161	69.800	0.51343E-03	9
162	69.700	0.51543E-03	9
163	69.600	0.51630E-03	9
164	69.500	0.51634E-03	9
165	69.400	0.51577E-03	9
166	69.300	0.51479E-03	9
167	69.200	0.51356E-03	9
168	69.100	0.51216E-03	9
169	69.000	0.51070E-03	9
170	68.900	0.50920E-03	9
171	68.800	0.50769E-03	9
172	68.700	0.50619E-03	9
173	68.600	0.50469E-03	9
174	68.500	0.50557E-03	9
175	68.400	0.50557E-03	9
176	68.300	0.50557E-03	9

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
160 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 23

NODE	Z-COORD	MAXIMUM DISPLACEMENT	STEP WALL LeftWall
177	68.200	0.50557E-03	9
178	68.100	0.50557E-03	9
179	68.000	0.50557E-03	9
180	67.900	0.50557E-03	9
181	67.800	0.50557E-03	9
182	67.700	0.50557E-03	9
183	67.600	0.50557E-03	9
184	67.500	0.50557E-03	9
185	67.400	0.50557E-03	9
186	67.300	0.50557E-03	9
187	67.200	0.50557E-03	9
188	67.100	0.50557E-03	9
189	67.000	0.50557E-03	9



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 161 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 24

MIN/MAX FLEXIBLE WALL FORCES  
(PER UNIT DEPTH)

\* WALL LeftWall GROUP Beam\*

\*STEP 1 - 10\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

LEFT. MOM. = left side tension moment [kN\*m/m]

RIGHT MOM. = right side tension moment [kN\*m/m]

SHEAR = shear force (absolute value) [kN/m ]

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
1	A	85.80	0.6708E-10	0.5184E-10	3.255
	B	85.70	0.3255	0.	3.255
2	A	85.70	0.3255	0.	10.38
	B	85.60	1.364	0.	10.38
3	A	85.60	1.364	0.	18.13
	B	85.50	3.177	0.	18.13
4	A	85.50	3.177	0.	26.50
	B	85.40	5.826	0.	26.50
5	A	85.40	5.826	0.	35.48
	B	85.30	9.374	0.	35.48
6	A	85.30	9.374	0.	44.24
	B	85.20	13.80	0.	44.24
7	A	85.20	13.80	0.	52.54
	B	85.10	19.05	0.	52.54
8	A	85.10	19.05	0.	60.34
	B	85.00	25.09	0.	60.34
9	A	85.00	25.09	0.	67.22
	B	84.90	31.81	0.	67.22
10	A	84.90	31.81	0.	72.73
	B	84.80	39.08	0.	72.73
11	A	84.80	39.08	0.	76.83
	B	84.70	46.76	0.	76.83
12	A	84.70	46.76	0.	79.22
	B	84.60	54.68	0.	79.22
13	A	84.60	54.68	0.	81.19
	B	84.50	62.80	0.7829E-01	81.19
14	A	84.50	62.80	0.7829E-01	75.79
	B	84.40	55.63	0.1632	75.79
15	A	84.40	55.63	0.1632	73.49
	B	84.30	48.67	0.2507	73.49
16	A	84.30	48.67	0.2507	71.05
	B	84.20	41.94	0.3390	71.05
17	A	84.20	41.94	0.3390	68.45
	B	84.10	35.43	0.9215	68.45

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 162 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 25

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
18	A	84.10	35.43	0.9215	65.69
	B	84.00	32.36	5.546	65.69
19	A	84.00	32.36	5.546	62.72
	B	83.90	31.49	9.664	62.72
20	A	83.90	31.49	9.664	59.53
	B	83.80	31.24	13.28	59.53
21	A	83.80	31.24	13.28	56.11
	B	83.70	33.64	16.41	56.11
22	A	83.70	33.64	16.41	52.44
	B	83.60	37.29	19.04	52.44
23	A	83.60	37.29	19.04	49.21
	B	83.50	40.97	21.17	49.21
24	A	83.50	40.97	21.17	46.27
	B	83.40	44.64	22.80	46.27
25	A	83.40	44.64	22.80	43.24
	B	83.30	48.23	23.94	43.24
26	A	83.30	48.23	23.94	40.12
	B	83.20	51.71	24.61	40.12
27	A	83.20	51.71	24.61	36.91
	B	83.10	55.02	24.83	36.91
28	A	83.10	55.02	24.83	33.62
	B	83.00	58.09	24.61	33.62
29	A	83.00	58.09	24.61	30.23
	B	82.90	60.89	23.96	30.23
30	A	82.90	60.89	23.96	27.95
	B	82.80	63.35	25.20	27.95
31	A	82.80	63.35	25.20	25.50
	B	82.70	65.43	26.29	25.50
32	A	82.70	65.43	26.29	22.13
	B	82.60	67.06	28.19	22.13
33	A	82.60	67.06	28.19	23.30
	B	82.50	68.21	29.77	23.30
34	A	82.50	68.21	29.77	27.51
	B	82.40	68.80	30.98	27.51
35	A	82.40	68.80	30.98	31.74
	B	82.30	68.90	31.79	31.74
36	A	82.30	68.90	31.79	36.68
	B	82.20	68.03	32.29	36.68
37	A	82.20	68.03	32.29	41.62
	B	82.10	66.30	32.48	41.62
38	A	82.10	66.30	32.48	46.52
	B	82.00	63.87	32.35	46.52
39	A	82.00	63.87	32.35	51.17
	B	81.90	60.88	31.88	51.17
40	A	81.90	60.88	31.88	55.39
	B	81.80	57.43	31.08	55.39

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 163 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 26

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
41	A	81.80	57.43	31.08	59.08
	B	81.70	53.63	29.92	59.08
42	A	81.70	53.63	29.92	62.55
	B	81.60	49.58	28.41	62.55
43	A	81.60	49.58	28.41	67.95
	B	81.50	45.34	26.53	67.95
44	A	81.50	45.34	26.53	73.91
	B	81.40	40.98	24.27	73.91
45	A	81.40	40.98	24.27	70.04
	B	81.30	36.54	21.63	70.04
46	A	81.30	36.54	21.63	66.08
	B	81.20	32.08	18.59	66.08
47	A	81.20	32.08	18.59	62.03
	B	81.10	27.66	15.15	62.03
48	A	81.10	27.66	15.15	57.85
	B	81.00	23.76	11.31	57.85
49	A	81.00	23.76	11.31	53.54
	B	80.90	20.01	7.222	53.54
50	A	80.90	20.01	7.222	49.09
	B	80.80	16.45	9.749	49.09
51	A	80.80	16.45	9.749	44.49
	B	80.70	13.14	14.20	44.49
52	A	80.70	13.14	14.20	44.27
	B	80.60	10.14	18.17	44.27
53	A	80.60	10.14	18.17	44.20
	B	80.50	10.26	21.65	44.20
54	A	80.50	10.26	21.65	43.52
	B	80.40	14.61	24.62	43.52
55	A	80.40	14.61	24.62	42.23
	B	80.30	18.83	27.06	42.23
56	A	80.30	18.83	27.06	40.34
	B	80.20	22.87	28.96	40.34
57	A	80.20	22.87	28.96	37.84
	B	80.10	26.65	30.28	37.84
58	A	80.10	26.65	30.28	35.77
	B	80.00	30.12	31.02	35.77
59	A	80.00	30.12	31.02	34.17
	B	79.90	33.22	31.15	34.17
60	A	79.90	33.22	31.15	31.56
	B	79.80	35.89	30.65	31.56
61	A	79.80	35.89	30.65	28.09
	B	79.70	38.09	29.51	28.09
62	A	79.70	38.09	29.51	34.15
	B	79.60	39.87	27.72	34.15
63	A	79.60	39.87	27.72	41.04
	B	79.50	41.30	26.09	41.04

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 164 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 27

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
64	A	79.50	41.30	26.09	47.98
	B	79.40	42.45	23.93	47.98
65	A	79.40	42.45	23.93	54.92
	B	79.30	43.36	21.22	54.92
66	A	79.30	43.36	21.22	61.80
	B	79.20	44.08	17.93	61.80
67	A	79.20	44.08	17.93	68.57
	B	79.10	44.67	14.07	68.57
68	A	79.10	44.67	14.07	75.20
	B	79.00	45.16	9.619	75.20
69	A	79.00	45.16	9.619	81.64
	B	78.90	45.60	4.572	81.64
70	A	78.90	45.60	4.572	87.99
	B	78.80	46.03	0.	87.99
71	A	78.80	46.03	0.	92.17
	B	78.70	51.20	0.	92.17
72	A	78.70	51.20	0.	95.46
	B	78.60	60.50	0.	95.46
73	A	78.60	60.50	0.	102.7
	B	78.50	69.80	0.	102.7
74	A	78.50	69.80	0.	56.51
	B	78.40	66.13	0.	56.51
75	A	78.40	66.13	0.	56.51
	B	78.30	62.45	0.	56.51
76	A	78.30	62.45	0.	56.51
	B	78.20	58.78	0.	56.51
77	A	78.20	58.78	0.	56.51
	B	78.10	55.10	0.	56.51
78	A	78.10	55.10	0.	56.51
	B	78.00	51.43	0.	56.51
79	A	78.00	51.43	0.	38.14
	B	77.90	49.67	0.	38.14
80	A	77.90	49.67	0.	36.74
	B	77.80	51.16	0.	36.74
81	A	77.80	51.16	0.	36.74
	B	77.70	51.07	0.	36.74
82	A	77.70	51.07	0.	36.74
	B	77.60	49.66	0.	36.74
83	A	77.60	49.66	0.	36.74
	B	77.50	47.19	0.	36.74
84	A	77.50	47.19	0.	36.74
	B	77.40	43.84	0.3789E-02	36.74
85	A	77.40	43.84	0.3789E-02	40.74
	B	77.30	39.76	0.4634	40.74
86	A	77.30	39.76	0.4634	44.82
	B	77.20	35.28	1.172	44.82

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 165 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 165 di 195
Foglio 165 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:42:33  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
87	A	77.20	35.28	1.172	46.21
	B	77.10	30.66	1.624	46.21
88	A	77.10	30.66	1.624	45.55
	B	77.00	26.10	1.871	45.55
89	A	77.00	26.10	1.871	43.40
	B	76.90	21.76	1.959	43.40
90	A	76.90	21.76	1.959	40.21
	B	76.80	17.74	1.930	40.21
91	A	76.80	17.74	1.930	36.65
	B	76.70	14.11	1.817	36.65
92	A	76.70	14.11	1.817	36.41
	B	76.60	10.89	1.650	36.41
93	A	76.60	10.89	1.650	36.01
	B	76.50	8.096	3.571	36.01
94	A	76.50	8.096	3.571	35.46
	B	76.40	5.726	7.117	35.46
95	A	76.40	5.726	7.117	34.76
	B	76.30	3.754	10.59	34.76
96	A	76.30	3.754	10.59	33.90
	B	76.20	2.152	13.98	33.90
97	A	76.20	2.152	13.98	32.89
	B	76.10	0.8819	17.27	32.89
98	A	76.10	0.8819	17.27	31.73
	B	76.00	0.6427E-03	20.44	31.73
99	A	76.00	0.6427E-03	20.44	30.41
	B	75.90	0.3211E-02	23.49	30.41
100	A	75.90	0.3211E-02	23.49	28.94
	B	75.80	0.6296E-02	26.38	28.94
101	A	75.80	0.6296E-02	26.38	27.32
	B	75.70	0.9027E-02	29.11	27.32
102	A	75.70	0.9027E-02	29.11	25.55
	B	75.60	0.1142E-01	31.67	25.55
103	A	75.60	0.1142E-01	31.67	23.62
	B	75.50	0.1342E-01	34.03	23.62
104	A	75.50	0.1342E-01	34.03	21.54
	B	75.40	0.4608E-01	36.18	21.54
105	A	75.40	0.4608E-01	36.18	19.30
	B	75.30	0.6578E-01	38.11	19.30
106	A	75.30	0.6578E-01	38.11	16.92
	B	75.20	0.6970E-01	39.80	16.92
107	A	75.20	0.6970E-01	39.80	14.38
	B	75.10	0.5882E-01	41.24	14.38
108	A	75.10	0.5882E-01	41.24	11.68
	B	75.00	0.3385E-01	42.41	11.68
109	A	75.00	0.3385E-01	42.41	8.839
	B	74.90	0.1694E-02	43.29	8.839

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 166 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 166 di 195
Foglio 166 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:42:33  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 29

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
110	A	74.90	0.1694E-02	43.29	6.374
	B	74.80	0.	43.88	6.374
111	A	74.80	0.	43.88	3.874
	B	74.70	0.	44.15	3.874
112	A	74.70	0.	44.15	1.251
	B	74.60	0.	44.09	1.251
113	A	74.60	0.	44.09	4.074
	B	74.50	0.	43.68	4.074
114	A	74.50	0.	43.68	7.684
	B	74.40	0.	42.91	7.684
115	A	74.40	0.	42.91	11.45
	B	74.30	0.	41.76	11.45
116	A	74.30	0.	41.76	15.36
	B	74.20	0.	40.23	15.36
117	A	74.20	0.	40.23	19.43
	B	74.10	0.	38.28	19.43
118	A	74.10	0.	38.28	23.66
	B	74.00	0.	35.92	23.66
119	A	74.00	0.	35.92	28.03
	B	73.90	0.	33.12	28.03
120	A	73.90	0.	33.12	32.56
	B	73.80	0.	29.86	32.56
121	A	73.80	0.	29.86	37.24
	B	73.70	0.	26.14	37.24
122	A	73.70	0.	26.14	42.08
	B	73.60	0.	21.93	42.08
123	A	73.60	0.	21.93	47.07
	B	73.50	0.	17.22	47.07
124	A	73.50	0.	17.22	52.21
	B	73.40	0.1187	12.00	52.21
125	A	73.40	0.1187	12.00	57.50
	B	73.30	1.110	6.250	57.50
126	A	73.30	1.110	6.250	57.50
	B	73.20	1.695	1.041	57.50
127	A	73.20	1.695	1.041	57.50
	B	73.10	5.250	0.	57.50
128	A	73.10	5.250	0.	57.50
	B	73.00	11.00	0.	57.50
129	A	73.00	11.00	0.	57.50
	B	72.90	16.75	0.	57.50
130	A	72.90	16.75	0.	57.50
	B	72.80	22.50	0.	57.50
131	A	72.80	22.50	0.	57.50
	B	72.70	28.25	0.	57.50
132	A	72.70	28.25	0.	57.50
	B	72.60	34.00	0.	57.50

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 167 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 30

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
133	A	72.60	34.00	0.	57.50
	B	72.50	39.75	0.	57.50
134	A	72.50	39.75	0.	57.50
	B	72.40	45.50	0.	57.50
135	A	72.40	45.50	0.	57.50
	B	72.30	51.25	0.	57.50
136	A	72.30	51.25	0.	21.82
	B	72.20	53.43	0.	21.82
137	A	72.20	53.43	0.	6.209
	B	72.10	52.81	0.6564E-02	6.209
138	A	72.10	52.81	0.6564E-02	27.75
	B	72.00	50.04	0.1359E-01	27.75
139	A	72.00	50.04	0.1359E-01	43.95
	B	71.90	45.64	0.1645E-01	43.95
140	A	71.90	45.64	0.1645E-01	55.55
	B	71.80	40.09	0.2309E-01	55.55
141	A	71.80	40.09	0.2309E-01	60.59
	B	71.70	34.03	0.3359E-01	60.59
142	A	71.70	34.03	0.3359E-01	60.79
	B	71.60	27.95	0.5099E-01	60.79
143	A	71.60	27.95	0.5099E-01	57.61
	B	71.50	22.19	0.6644E-01	57.61
144	A	71.50	22.19	0.6644E-01	52.24
	B	71.40	16.96	0.7308E-01	52.24
145	A	71.40	16.96	0.7308E-01	45.64
	B	71.30	12.40	0.7340E-01	45.64
146	A	71.30	12.40	0.7340E-01	38.56
	B	71.20	8.543	0.6943E-01	38.56
147	A	71.20	8.543	0.6943E-01	31.51
	B	71.10	5.392	0.6279E-01	31.51
148	A	71.10	5.392	0.6279E-01	24.89
	B	71.00	2.903	0.5472E-01	24.89
149	A	71.00	2.903	0.5472E-01	18.91
	B	70.90	1.012	0.4614E-01	18.91
150	A	70.90	1.012	0.4614E-01	13.72
	B	70.80	0.5026E-03	0.4617	13.72
151	A	70.80	0.5026E-03	0.4617	9.351
	B	70.70	0.6833E-03	1.295	9.351
152	A	70.70	0.6833E-03	1.295	5.799
	B	70.60	0.7234E-03	1.875	5.799
153	A	70.60	0.7234E-03	1.875	3.010
	B	70.50	0.6750E-03	2.176	3.010
154	A	70.50	0.6750E-03	2.176	0.9037
	B	70.40	0.5783E-03	2.266	0.9037
155	A	70.40	0.5783E-03	2.266	0.6709
	B	70.30	0.4621E-03	2.205	0.6709

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 168 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 31

BEAM EL.	END	ELEVATION	LEFT MOM.	RIGHT MOM.	SHEAR
156	A	70.30	0.4621E-03	2.205	1.630
	B	70.20	0.8575E-03	2.042	1.630
157	A	70.20	0.8575E-03	2.042	2.248
	B	70.10	0.1183E-02	1.817	2.248
158	A	70.10	0.1183E-02	1.817	2.552
	B	70.00	0.1321E-02	1.562	2.552
159	A	70.00	0.1321E-02	1.562	2.620
	B	69.90	0.1325E-02	1.300	2.620
160	A	69.90	0.1325E-02	1.300	2.519
	B	69.80	0.2008E-02	1.048	2.519
161	A	69.80	0.2008E-02	1.048	2.305
	B	69.70	0.2395E-02	0.8175	2.305
162	A	69.70	0.2395E-02	0.8175	2.024
	B	69.60	0.2508E-02	0.6151	2.024
163	A	69.60	0.2508E-02	0.6151	1.709
	B	69.50	0.2422E-02	0.4442	1.709
164	A	69.50	0.2422E-02	0.4442	1.389
	B	69.40	0.2200E-02	0.3053	1.389
165	A	69.40	0.2200E-02	0.3053	1.082
	B	69.30	0.1892E-02	0.1971	1.082
166	A	69.30	0.1892E-02	0.1971	0.8021
	B	69.20	0.1542E-02	0.1169	0.8021
167	A	69.20	0.1542E-02	0.1169	0.5575
	B	69.10	0.1182E-02	0.6115E-01	0.5575
168	A	69.10	0.1182E-02	0.6115E-01	0.3536
	B	69.00	0.8378E-03	0.2579E-01	0.3536
169	A	69.00	0.8378E-03	0.2579E-01	0.1931
	B	68.90	0.5311E-03	0.6472E-02	0.1931
170	A	68.90	0.5311E-03	0.6472E-02	0.7735E-01
	B	68.80	0.2547E-02	0.4698E-05	0.7735E-01
171	A	68.80	0.2547E-02	0.4698E-05	0.6566E-02
	B	68.70	0.1974E-02	0.1631E-05	0.6566E-02
172	A	68.70	0.1974E-02	0.1631E-05	0.1974E-01
	B	68.60	0.3064E-12	0.4653E-13	0.1974E-01





PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 32

## ACTIVE ANCHORS' FORCES (PER UNIT DEPTH)

ANCHOR	1	1 WALL	LeftWall	ELEV.	84.500
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 inactive		
		STEP	4 FORCE	125.00	kN/m
		STEP	5 FORCE	155.00	kN/m
		STEP	6 FORCE	155.05	kN/m
		STEP	7 FORCE	152.71	kN/m
		STEP	8 FORCE	152.74	kN/m
		STEP	9 FORCE	152.87	kN/m
		STEP	10 FORCE	123.55	kN/m
ANCHOR	2	1 WALL	LeftWall	ELEV.	81.500
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 inactive		
		STEP	4 inactive		
		STEP	5 inactive		
		STEP	6 FORCE	125.00	kN/m
		STEP	7 FORCE	148.77	kN/m
		STEP	8 FORCE	149.03	kN/m
		STEP	9 FORCE	147.65	kN/m
		STEP	10 FORCE	146.26	kN/m
ANCHOR	3	1 WALL	LeftWall	ELEV.	78.500
		STEP	1 inactive		
		STEP	2 inactive		
		STEP	3 inactive		
		STEP	4 inactive		
		STEP	5 inactive		
		STEP	6 inactive		
		STEP	7 inactive		
		STEP	8 FORCE	125.00	kN/m
		STEP	9 FORCE	135.35	kN/m
		STEP	10 FORCE	138.08	kN/m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 170 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 33

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL LeftWall GROUP UHLeft\*

\*STEP 1 - 10\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	85.80	65.10	22.55	0.	0.
2	85.70	71.28	24.69	0.	0.
3	85.60	77.47	26.83	0.	0.
4	85.50	83.65	28.98	0.	0.
5	85.40	89.84	31.12	0.	0.
6	85.30	87.63	29.07	0.	0.
7	85.20	82.93	25.76	0.	0.
8	85.10	78.04	22.37	0.	0.
9	85.00	68.78	17.78	0.	0.
10	84.90	67.57	20.01	0.	0.
11	84.80	69.35	22.23	0.	0.
12	84.70	70.71	24.45	0.	0.
13	84.60	71.56	22.48	0.	0.
14	84.50	71.78	19.46	0.	0.
15	84.40	71.31	16.68	0.	0.
16	84.30	70.23	14.15	0.	0.
17	84.20	68.67	13.56	0.	0.
18	84.10	66.72	14.07	0.	0.
19	84.00	64.50	14.58	0.	0.
20	83.90	62.10	15.09	0.	0.
21	83.80	59.59	15.60	0.	0.
22	83.70	57.06	16.11	0.	0.
23	83.60	54.57	16.62	0.	0.
24	83.50	52.18	17.14	0.	0.
25	83.40	51.49	17.65	0.	0.
26	83.30	51.15	18.16	0.	0.
27	83.20	50.95	18.67	0.	0.
28	83.10	50.89	19.18	0.	0.
29	83.00	50.97	19.69	0.	0.
30	82.90	51.08	20.20	0.	0.
31	82.80	51.19	20.71	0.	0.
32	82.70	51.48	21.22	0.	0.
33	82.60	51.94	21.74	0.	0.
34	82.50	52.42	22.25	0.	0.
35	82.40	53.76	22.76	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 171 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 171 di 195
Foglio 171 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:42:33  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 34

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	82.30	65.03	27.97	0.	0.
37	82.20	67.51	28.56	0.	0.
38	82.10	69.84	29.14	0.	0.
39	82.00	72.00	29.73	0.	0.
40	81.90	73.94	30.31	0.	0.
41	81.80	75.59	30.90	0.	0.
42	81.70	77.78	31.48	0.	0.
43	81.60	80.51	32.07	0.	0.
44	81.50	82.21	32.65	0.	0.
45	81.40	82.89	33.24	0.	0.
46	81.30	82.71	33.82	0.	0.
47	81.20	81.85	34.41	0.	0.
48	81.10	80.47	34.99	0.	0.
49	81.00	78.84	35.58	0.	0.
50	80.90	77.47	36.16	0.	0.
51	80.80	75.75	36.75	0.	0.
52	80.70	73.82	37.34	0.	0.
53	80.60	72.09	37.92	0.	0.
54	80.50	70.35	38.51	0.	0.
55	80.40	68.64	39.09	0.	0.
56	80.30	67.00	39.68	0.	0.
57	80.20	66.27	40.26	0.	0.
58	80.10	66.16	40.85	0.	0.
59	80.00	66.11	41.43	0.	0.
60	79.90	66.14	42.02	0.	0.
61	79.80	67.00	42.60	0.	0.
62	79.70	68.17	43.19	0.	0.
63	79.60	69.24	43.77	0.	0.
64	79.50	70.20	44.36	0.	0.
65	79.40	70.96	44.94	0.	0.
66	79.30	71.26	45.53	0.	0.
67	79.20	72.06	46.11	0.	0.
68	79.10	73.37	46.70	0.	0.
69	79.00	74.62	47.28	0.	0.
70	78.90	75.81	47.87	0.	0.
71	78.80	92.34	79.12	0.	0.
72	78.70	93.11	80.25	0.	0.
73	78.60	92.38	81.38	0.	0.
74	78.50	89.73	82.50	0.	0.
75	78.40	84.88	83.62	0.	0.
76	78.30	78.29	84.75	0.	0.
77	78.20	79.79	85.88	0.	0.
78	78.10	81.22	87.00	0.	0.
79	78.00	82.53	88.12	0.	0.
80	77.90	85.84	89.25	0.	0.
81	77.80	87.70	90.38	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 172 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 172 di 195
Foglio 172 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:42:33  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 35

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
82	77.70	87.86	91.50	0.	0.
83	77.60	87.08	92.62	0.	0.
84	77.50	88.14	93.75	0.	0.
85	77.40	89.19	94.88	0.	0.
86	77.30	90.25	96.00	0.	0.
87	77.20	91.31	97.12	0.	0.
88	77.10	92.38	98.25	0.	0.
89	77.00	93.46	99.38	0.	0.
90	76.90	94.55	100.5	0.	0.
91	76.80	95.65	101.5	0.	0.
92	76.70	96.76	102.0	0.	0.
93	76.60	97.87	102.5	0.	0.
94	76.50	98.99	103.0	0.	0.
95	76.40	100.1	103.5	0.	0.
96	76.30	101.2	104.0	0.	0.
97	76.20	102.4	104.5	0.	0.
98	76.10	103.5	105.0	0.	0.
99	76.00	104.6	105.5	0.	0.
100	75.90	105.7	106.0	0.	0.
101	75.80	106.9	106.5	0.	0.
102	75.70	108.0	107.0	0.	0.
103	75.60	109.1	107.6	0.	0.
104	75.50	110.2	108.1	0.	0.
105	75.40	111.4	108.6	0.	0.
106	75.30	112.5	109.1	0.	0.
107	75.20	113.6	109.6	0.	0.
108	75.10	114.7	110.1	0.	0.
109	75.00	115.8	110.6	0.	0.
110	74.90	116.9	111.1	0.	0.
111	74.80	118.0	111.6	0.	0.
112	74.70	119.1	112.1	0.	0.
113	74.60	120.3	112.6	0.	0.
114	74.50	121.4	113.2	0.	0.
115	74.40	122.5	113.7	0.	0.
116	74.30	123.7	114.2	0.	0.
117	74.20	124.8	114.7	0.	0.
118	74.10	126.0	115.2	0.	0.
119	74.00	127.3	115.7	0.	0.
120	73.90	128.6	116.2	0.	0.
121	73.80	129.9	116.7	0.	0.
122	73.70	131.3	117.2	0.	0.
123	73.60	132.7	117.7	0.	0.
124	73.50	134.2	118.2	0.	0.
125	73.40	135.8	118.7	0.	0.
126	73.30	139.9	141.0	0.	0.
127	73.20	121.8	142.2	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 173 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 36

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
128	73.10	123.6	143.4	0.	0.
129	73.00	125.3	144.7	0.	0.
130	72.90	126.8	145.9	0.	0.
131	72.80	128.2	147.1	0.	0.
132	72.70	129.5	148.4	0.	0.
133	72.60	130.7	149.6	0.	0.
134	72.50	131.8	150.8	0.	0.
135	72.40	133.0	152.0	0.	0.
136	72.30	134.0	153.2	0.	0.
137	72.20	135.1	154.5	0.	0.
138	72.10	136.2	155.7	0.	0.
139	72.00	137.3	156.9	0.	0.
140	71.90	138.4	146.4	0.	0.
141	71.80	139.5	133.5	0.	0.
142	71.70	140.6	125.8	0.	0.
143	71.60	141.7	120.8	0.	0.
144	71.50	142.8	117.8	0.	0.
145	71.40	143.9	116.6	0.	0.
146	71.30	145.0	116.6	0.	0.
147	71.20	146.1	117.5	0.	0.
148	71.10	147.2	119.1	0.	0.
149	71.00	148.3	121.1	0.	0.
150	70.90	149.5	123.2	0.	0.
151	70.80	150.6	125.4	0.	0.
152	70.70	151.7	127.6	0.	0.
153	70.60	152.8	129.7	0.	0.
154	70.50	153.9	131.6	0.	0.
155	70.40	155.0	133.3	0.	0.
156	70.30	156.2	134.8	0.	0.
157	70.20	157.3	136.2	0.	0.
158	70.10	158.4	137.4	0.	0.
159	70.00	159.5	138.5	0.	0.
160	69.90	160.6	139.5	0.	0.
161	69.80	161.7	140.3	0.	0.
162	69.70	162.8	141.1	0.	0.
163	69.60	164.0	141.8	0.	0.
164	69.50	165.1	142.5	0.	0.
165	69.40	166.2	143.1	0.	0.
166	69.30	167.3	143.7	0.	0.
167	69.20	168.4	144.3	0.	0.
168	69.10	169.5	144.9	0.	0.
169	69.00	170.7	145.5	0.	0.
170	68.90	171.8	146.1	0.	0.
171	68.80	172.9	146.7	0.	0.
172	68.70	174.0	147.3	0.	0.
173	68.60	175.1	147.8	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 174 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 174 di 195
Foglio 174 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:42:33  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 37

SOIL	EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
174	68.50	176.2	148.6	0.	0.	
175	68.40	177.3	149.2	0.	0.	
176	68.30	178.5	149.9	0.	0.	
177	68.20	179.6	150.6	0.	0.	
178	68.10	180.7	151.2	0.	0.	
179	68.00	181.8	151.9	0.	0.	
180	67.90	182.9	152.6	0.	0.	
181	67.80	184.0	153.2	0.	0.	
182	67.70	185.2	153.9	0.	0.	
183	67.60	186.3	154.6	0.	0.	
184	67.50	187.4	155.2	0.	0.	
185	67.40	188.5	155.9	0.	0.	
186	67.30	189.6	156.6	0.	0.	
187	67.20	190.7	157.2	0.	0.	
188	67.10	191.9	157.9	0.	0.	
189	67.00	193.0	158.6	0.	0.	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 175 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 38

RESULTS SUMMARY FOR SOIL ELEMENTS

\* WALL LeftWall GROUP DHLeft\*

\*STEP 1 - 10\*

\* UNBALANCED STEPS ARE EXCLUDED \*

In next table, the following results are listed:

SIGMA-H = max. effective horizontal stress [kPa ]  
SHEAR = max. shear stress [kPa ]  
WATER PR.= maximum pore pressure [kPa ]  
MAX GRAD.= max. hydraulic gradient

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
1	85.80	0.	0.	0.	0.
2	85.70	6.161	2.131	0.	0.
3	85.60	12.35	4.274	0.	0.
4	85.50	14.29	4.295	0.	0.
5	85.40	14.96	3.679	0.	0.
6	85.30	15.63	3.065	0.	0.
7	85.20	16.30	3.021	0.	0.
8	85.10	16.98	3.524	0.	0.
9	85.00	17.67	4.027	0.	0.
10	84.90	18.35	4.531	0.	0.
11	84.80	19.04	5.034	0.	0.
12	84.70	19.73	5.538	0.	0.
13	84.60	20.42	6.041	0.	0.
14	84.50	21.11	6.545	0.	0.
15	84.40	21.80	7.048	0.	0.
16	84.30	22.48	7.551	0.	0.
17	84.20	23.17	8.055	0.	0.
18	84.10	23.84	8.558	0.	0.
19	84.00	24.52	9.062	0.	0.
20	83.90	25.18	9.565	0.	0.
21	83.80	25.84	10.07	0.	0.
22	83.70	26.49	10.57	0.	0.
23	83.60	27.13	11.08	0.	0.
24	83.50	30.92	11.58	0.	0.
25	83.40	37.11	12.85	0.	0.
26	83.30	43.29	15.00	0.	0.
27	83.20	49.48	17.14	0.	0.
28	83.10	55.66	19.28	0.	0.
29	83.00	61.85	21.42	0.	0.
30	82.90	68.03	23.56	0.	0.
31	82.80	74.21	25.71	0.	0.
32	82.70	80.40	27.85	0.	0.
33	82.60	86.58	29.99	0.	0.
34	82.50	92.77	32.13	0.	0.
35	82.40	89.12	29.36	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 176 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 39

SOIL	EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
36	82.30	128.0	47.84	0.	0.	
37	82.20	117.7	41.66	0.	0.	
38	82.10	104.7	34.16	0.	0.	
39	82.00	92.67	27.11	0.	0.	
40	81.90	82.05	20.78	0.	0.	
41	81.80	72.82	20.90	0.	0.	
42	81.70	64.91	21.46	0.	0.	
43	81.60	58.24	22.02	0.	0.	
44	81.50	52.73	22.58	0.	0.	
45	81.40	48.28	23.13	0.	0.	
46	81.30	44.81	23.69	0.	0.	
47	81.20	42.58	24.25	0.	0.	
48	81.10	43.33	24.81	0.	0.	
49	81.00	44.12	25.37	0.	0.	
50	80.90	44.94	25.92	0.	0.	
51	80.80	45.78	26.48	0.	0.	
52	80.70	46.54	27.04	0.	0.	
53	80.60	47.34	27.60	0.	0.	
54	80.50	53.19	28.16	0.	0.	
55	80.40	60.14	28.72	0.	0.	
56	80.30	67.09	29.27	0.	0.	
57	80.20	74.05	29.83	0.	0.	
58	80.10	81.00	31.27	0.	0.	
59	80.00	87.95	33.73	0.	0.	
60	79.90	94.91	36.18	0.	0.	
61	79.80	100.1	37.74	0.	0.	
62	79.70	94.46	33.90	0.	0.	
63	79.60	89.16	33.18	0.	0.	
64	79.50	84.20	33.74	0.	0.	
65	79.40	79.60	34.30	0.	0.	
66	79.30	75.51	34.86	0.	0.	
67	79.20	71.85	35.42	0.	0.	
68	79.10	68.52	35.97	0.	0.	
69	79.00	65.55	36.53	0.	0.	
70	78.90	62.95	37.09	0.	0.	
71	78.80	170.9	62.89	0.	0.	
72	78.70	138.2	45.40	0.	0.	
73	78.60	110.7	35.69	0.	0.	
74	78.50	88.35	36.25	0.	0.	
75	78.40	78.41	36.81	0.	0.	
76	78.30	79.11	37.38	0.	0.	
77	78.20	79.93	37.94	0.	0.	
78	78.10	80.85	38.50	0.	0.	
79	78.00	226.2	113.1	0.	0.	
80	77.90	190.0	93.90	0.	0.	
81	77.80	158.3	76.88	0.	0.	



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 177 di 195</td> </tr> </table>	Foglio 177 di 195
Foglio 177 di 195		

PARATIE 7.00  
 13 July 2012 15:42:33  
 History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 40

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
82	77.70	130.7	62.00	0.	0.
83	77.60	107.4	49.18	0.	0.
84	77.50	87.87	41.88	0.	0.
85	77.40	88.66	42.44	0.	0.
86	77.30	89.83	43.00	0.	0.
87	77.20	91.00	43.56	0.	0.
88	77.10	92.16	44.12	0.	0.
89	77.00	93.32	44.69	0.	0.
90	76.90	94.47	45.25	0.	0.
91	76.80	95.61	45.81	0.	0.
92	76.70	96.75	46.38	0.	0.
93	76.60	97.88	46.94	0.	0.
94	76.50	99.01	47.50	0.	0.
95	76.40	100.1	48.06	0.	0.
96	76.30	101.3	48.62	0.	0.
97	76.20	102.4	49.19	0.	0.
98	76.10	103.5	49.75	0.	0.
99	76.00	104.6	50.31	0.	0.
100	75.90	105.8	50.88	0.	0.
101	75.80	106.9	51.44	0.	0.
102	75.70	108.0	52.00	0.	0.
103	75.60	109.1	52.56	0.	0.
104	75.50	110.3	53.12	0.	0.
105	75.40	111.4	53.69	0.	0.
106	75.30	112.5	54.25	0.	0.
107	75.20	113.6	54.81	0.	0.
108	75.10	114.8	55.38	0.	0.
109	75.00	115.9	55.94	0.	0.
110	74.90	117.1	56.50	0.	0.
111	74.80	118.2	57.06	0.	0.
112	74.70	119.3	57.62	0.	0.
113	74.60	120.5	58.19	0.	0.
114	74.50	121.6	58.75	0.	0.
115	74.40	122.7	59.31	0.	0.
116	74.30	123.8	59.88	0.	0.
117	74.20	124.9	60.44	0.	0.
118	74.10	126.0	61.00	0.	0.
119	74.00	127.0	61.56	0.	0.
120	73.90	128.0	62.12	0.	0.
121	73.80	129.0	62.69	0.	0.
122	73.70	130.0	63.25	0.	0.
123	73.60	130.9	63.81	0.	0.
124	73.50	131.8	64.38	0.	0.
125	73.40	132.6	64.94	0.	0.
126	73.30	124.3	71.35	0.	0.
127	73.20	125.0	72.02	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 178 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 41

SOIL	EL. ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
128	73.10	125.7	72.68	0.	0.
129	73.00	126.5	73.35	0.	0.
130	72.90	127.3	74.02	0.	0.
131	72.80	128.3	74.68	0.	0.
132	72.70	129.3	75.35	0.	0.
133	72.60	130.4	76.02	0.	0.
134	72.50	131.5	76.69	0.	0.
135	72.40	132.6	77.35	0.	0.
136	72.30	356.8	178.4	0.	0.
137	72.20	280.3	138.9	0.	0.
138	72.10	215.4	105.2	0.	0.
139	72.00	162.0	80.02	0.	0.
140	71.90	138.3	80.69	0.	0.
141	71.80	139.4	81.36	0.	0.
142	71.70	140.5	82.02	0.	0.
143	71.60	141.6	82.69	0.	0.
144	71.50	142.8	83.36	0.	0.
145	71.40	143.9	84.02	0.	0.
146	71.30	145.0	84.69	0.	0.
147	71.20	146.1	85.36	0.	0.
148	71.10	147.2	86.03	0.	0.
149	71.00	148.3	86.69	0.	0.
150	70.90	149.5	87.36	0.	0.
151	70.80	150.6	88.03	0.	0.
152	70.70	151.7	88.69	0.	0.
153	70.60	152.8	89.36	0.	0.
154	70.50	153.9	90.03	0.	0.
155	70.40	155.0	90.70	0.	0.
156	70.30	156.2	91.36	0.	0.
157	70.20	157.3	92.03	0.	0.
158	70.10	158.4	92.70	0.	0.
159	70.00	159.5	93.36	0.	0.
160	69.90	160.6	94.03	0.	0.
161	69.80	161.7	94.70	0.	0.
162	69.70	162.8	95.37	0.	0.
163	69.60	164.0	96.03	0.	0.
164	69.50	165.1	96.70	0.	0.
165	69.40	166.2	97.37	0.	0.
166	69.30	167.3	98.04	0.	0.
167	69.20	168.4	98.70	0.	0.
168	69.10	169.5	99.37	0.	0.
169	69.00	170.7	100.0	0.	0.
170	68.90	171.8	100.7	0.	0.
171	68.80	172.9	101.4	0.	0.
172	68.70	174.0	102.0	0.	0.
173	68.60	175.1	102.7	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
179 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 42

SOIL EL.	ELEVATION	SIGMA-H	SHEAR	WATER PR.	MAX GRAD.
174	68.50	176.2	103.4	0.	0.
175	68.40	177.3	104.0	0.	0.
176	68.30	178.5	104.7	0.	0.
177	68.20	179.6	105.4	0.	0.
178	68.10	180.7	106.0	0.	0.
179	68.00	181.8	106.7	0.	0.
180	67.90	182.9	107.4	0.	0.
181	67.80	184.0	108.0	0.	0.
182	67.70	185.2	108.7	0.	0.
183	67.60	186.3	109.4	0.	0.
184	67.50	187.4	110.0	0.	0.
185	67.40	188.5	110.7	0.	0.
186	67.30	189.6	111.4	0.	0.
187	67.20	190.7	112.0	0.	0.
188	67.10	191.9	112.7	0.	0.
189	67.00	193.0	113.4	0.	0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 180 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 43

#### SOIL THRUSTS SUMMARY

(VALUES BELOW ARE COMPUTED INTEGRATING THE ELEMENTAL CONTRIBUTIONS)

TRUE EFFECTIVE THRUST = Effective stress resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m  
WATER THRUST = Pore pressure resultant over all the soil elements in this group: units are kN/m  
TRUE TOTAL THRUST = The sum of the TRUE EFFECTIVE THRUST and WATER THRUST: it represents the overall thrust on the wall: units are kN/m  
MINIMUM ALLOWABLE THRUST = It is the minimum thrust from this soil region, if active conditions are fully developed; units are kN/m  
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST = It is the maximum thrust that can be resisted by this soil region, if passive conditions are fully developed; units are kN/m  
MAXIMUM/TRUE RATIO = It is the ratio between the passive thrust and current effective thrust;  
PASSIVE THRUST PERCENTAGE = The actual effective thrust is represented as a percentage of the maximum allowable resistance;  
TRUE/MINIMUM RATIO = It is the ratio between the current effective thrust and minimum soil resistance.

STEP	1	GROUP -->	UHLe	DHLe
		TRUE EFFECTIVE THRUST	1740.9	1740.9
		WATER THRUST	0.	0.
		TRUE TOTAL THRUST	1740.9	1740.9
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST	222.80	222.80
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	17149.	17149.
		MAXIMUM/TRUE RATIO	9.8507	9.8507
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE	10.%	10.%
		TRUE/MINIMUM RATIO	7.8139	7.8139

STEP	2	GROUP -->	UHLe	DHLe
		TRUE EFFECTIVE THRUST	1820.1	1820.0
		WATER THRUST	0.	0.
		TRUE TOTAL THRUST	1820.1	1820.0
		MINIMUM ALLOWABLE THRUST	317.94	222.80
		MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	18372.	17149.
		MAXIMUM/TRUE RATIO	10.094	9.4225
		PASSIVE THRUST PERCENTAGE	10.%	11.%
		TRUE/MINIMUM RATIO	5.7245	8.1690

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00
	Foglio 181 di 195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 44

STEP	3	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	1707.2	1707.2
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	1707.2	1707.2
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	317.94	96.875
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	18372.	15158.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	10.761	8.8789
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	9.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	5.3695	17.623

STEP	4	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	1813.3	1688.3
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	1813.3	1688.3
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	317.94	96.875
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	18372.	15158.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	10.132	8.9785
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	10.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	5.7031	17.427

STEP	5	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	1560.0	1405.0
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	1560.0	1405.0
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	317.94	8.6831
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	18372.	12171.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	11.777	8.6627
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	8.%	12.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	4.9066	161.81

STEP	6	GROUP -->	UHLe	DHLe	
			TRUE EFFECTIVE THRUST	1657.3	1384.8
			WATER THRUST	0.	0.
			TRUE TOTAL THRUST	1657.3	1384.8
			MINIMUM ALLOWABLE THRUST	317.94	8.6831
			MAXIMUM ALLOWABLE THRUST	18372.	12171.
			MAXIMUM/TRUE RATIO	11.085	8.7889
			PASSIVE THRUST PERCENTAGE	9.%	11.%
			TRUE/MINUMUM RATIO	5.2127	159.49

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVCLGASC00001A00 <div style="float: right;">Foglio 182 di 195</div>

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 45

STEP	7	GROUP -->	UHLe	DHLe
			1349.6	1057.1
			0.	0.
			1349.6	1057.1
			317.94	0.
			18372.	9386.3
			13.613	8.8791
			7.%	11.%
			4.2448	0.10000E+06

STEP	8	GROUP -->	UHLe	DHLe
			1454.3	1044.0
			0.	0.
			1454.3	1044.0
			317.94	0.
			18372.	9386.3
			12.633	8.9904
			8.%	11.%
			4.5740	0.10000E+06

STEP	9	GROUP -->	UHLe	DHLe
			933.97	515.25
			0.	0.
			933.97	515.25
			317.94	0.
			18372.	4123.2
			19.671	8.0024
			5.%	12.%
			2.9375	0.10000E+06

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5101ECVCLGASC00001A00

Foglio  
183 di  
195

PARATIE 7.00  
13 July 2012 15:42:33  
History 0 - Imbocco Erzelli

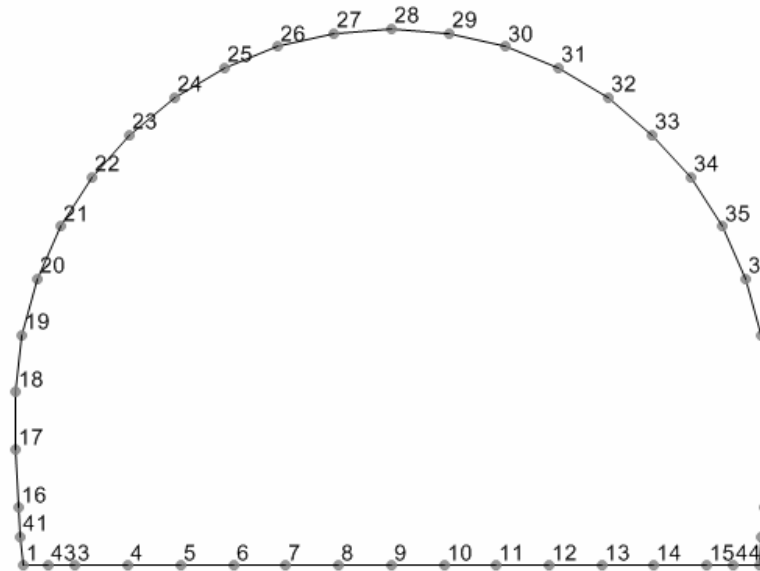
Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 46

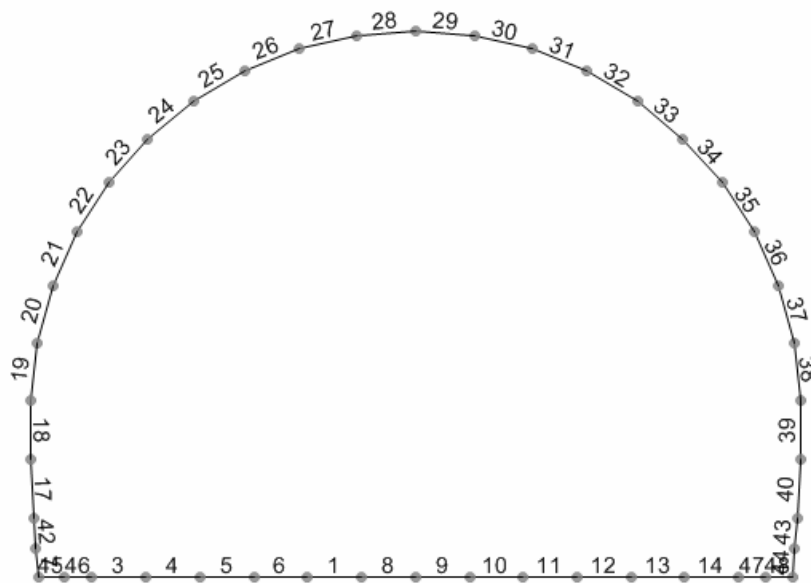
STEP 10	GROUP -->	UHLe	DHLe
TRUE EFFECTIVE THRUST		900.30	509.50
WATER THRUST		0.	0.
TRUE TOTAL THRUST		900.30	509.50
MINIMUM ALLOWABLE THRUST		313.47	0.
MAXIMUM ALLOWABLE THRUST		16934.	4082.5
MAXIMUM/TRUE RATIO		18.810	8.0128
PASSIVE THRUST PERCENTAGE		5.%	12.%
TRUE/MINIMUM RATIO		2.8721	0.10000E+06

## ALLEGATO 3 – OUTPUT SAP2000

### 13.3. Galleria artificiale

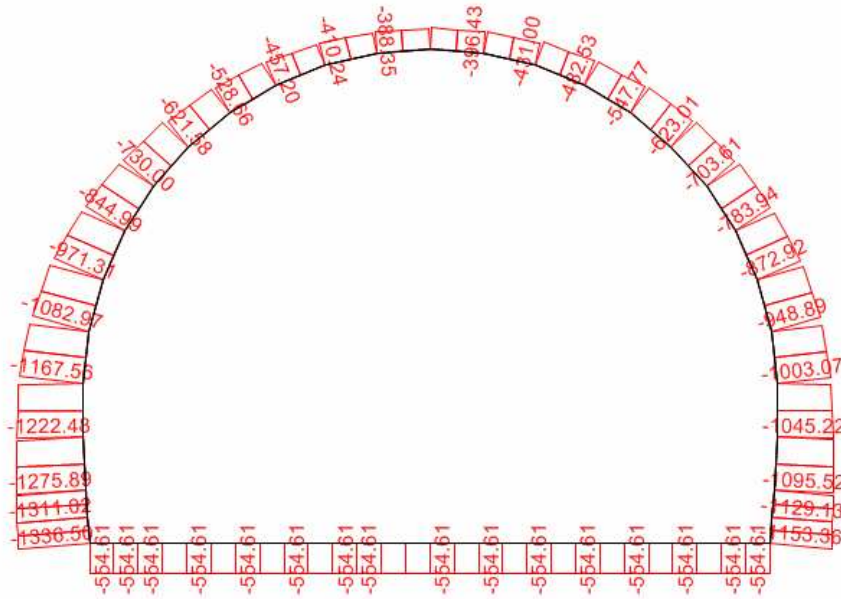


**Figura 9: Individuazione nodi della griglia di calcolo**



**Figura 10: Individuazione elementi beam della griglia di calcolo**





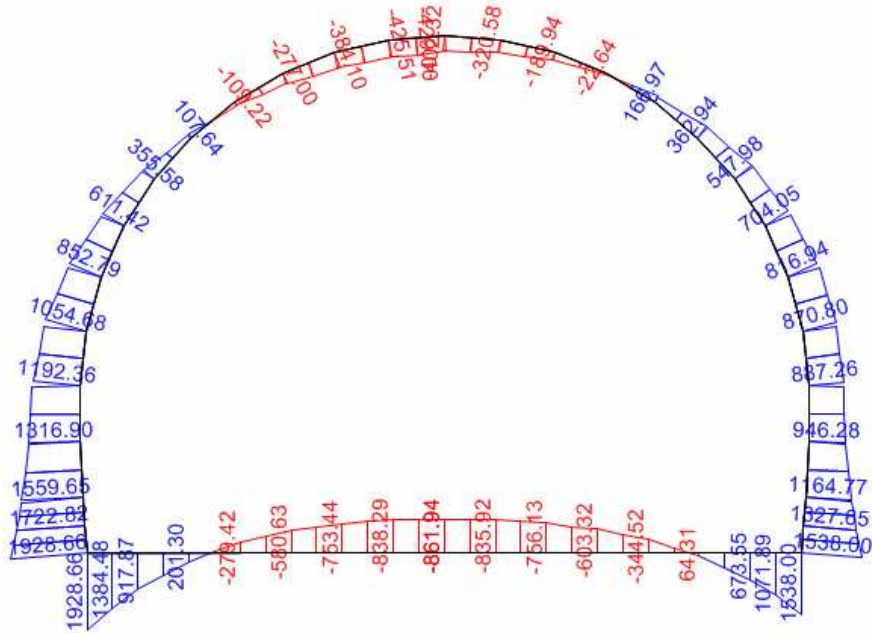


Figura 13: Combo 1: Momento flettente (kN m/m)

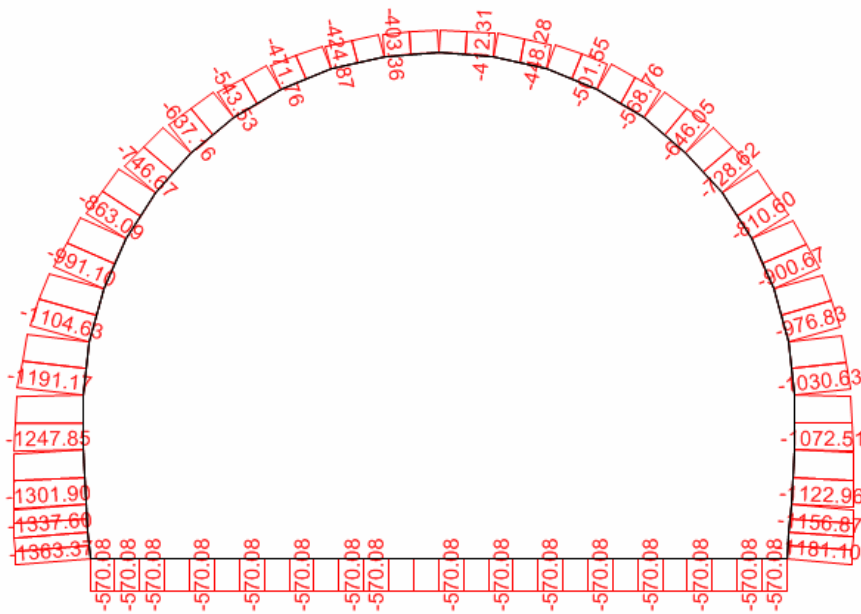


Figura 14: Combo 2: Sforzo Normale (kN/m)

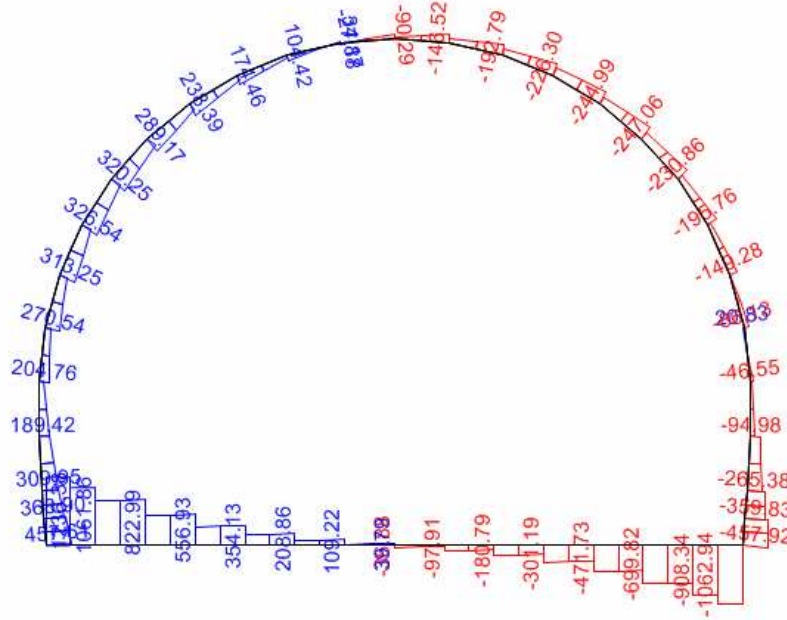


Figura 15: Combo 2: Taglio (kN/m)

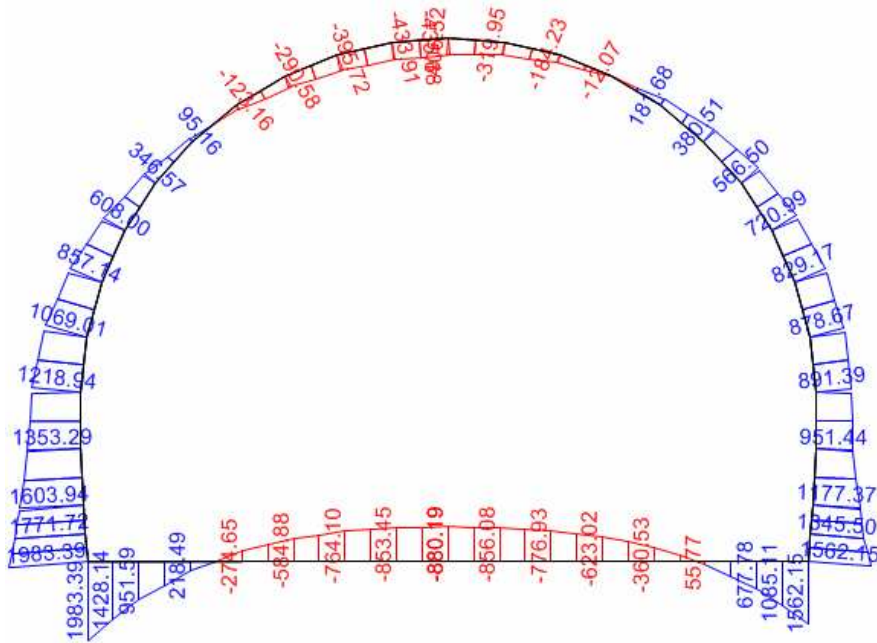
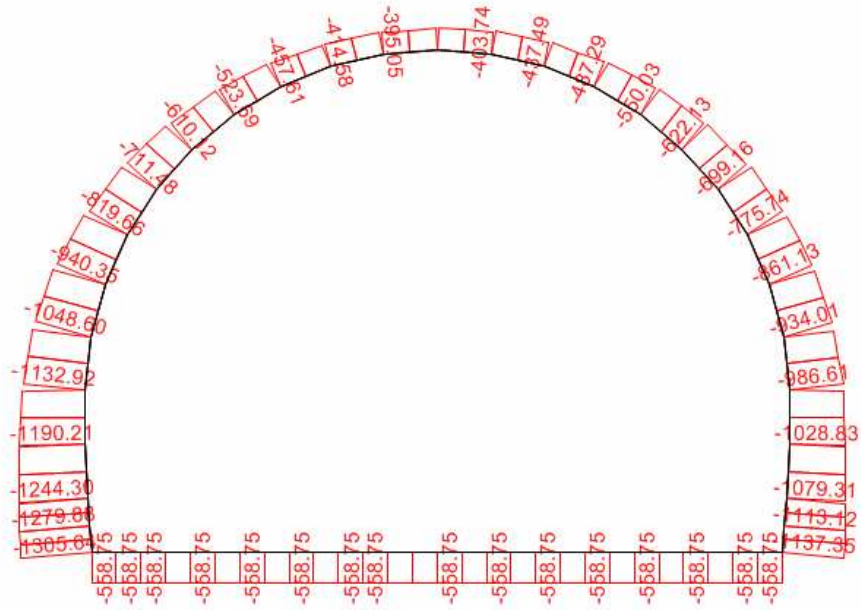
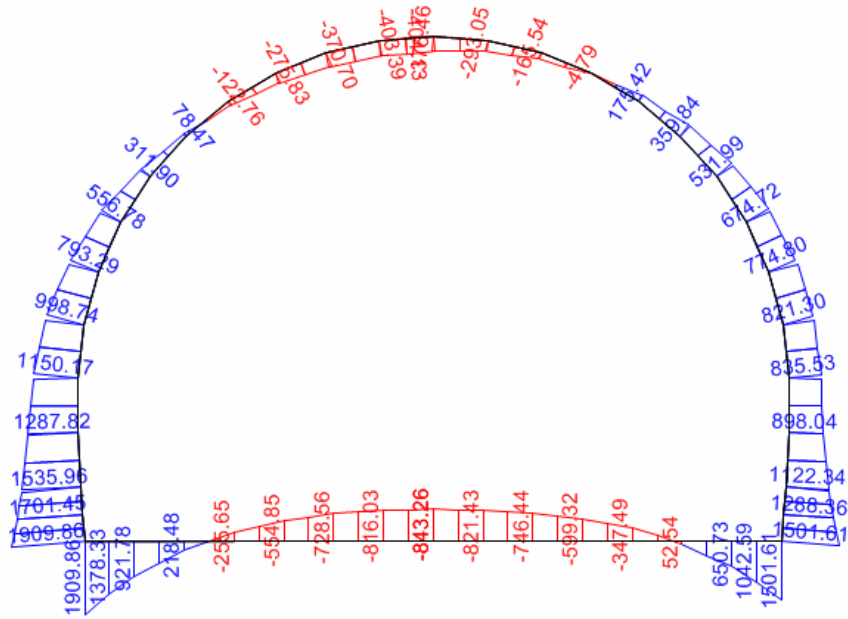


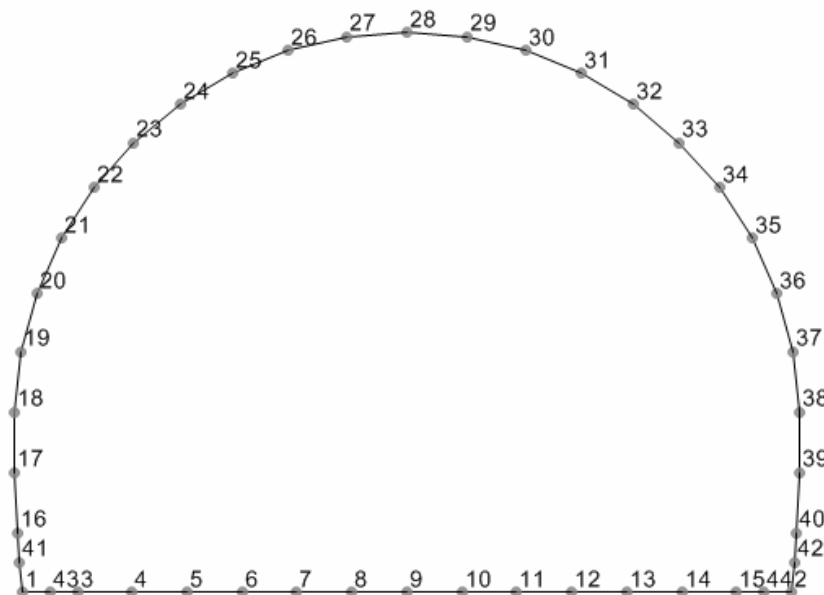
Figura 16: Combo 2: Momento flettente (kN m/m)



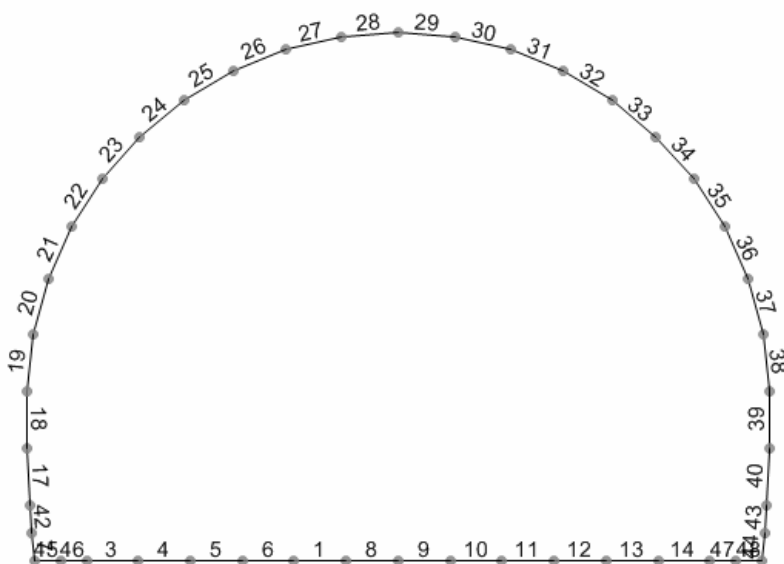


**Figura 19: Combo 3: Momento flettente (kN m/m)**

**13.4. Concio di attacco**

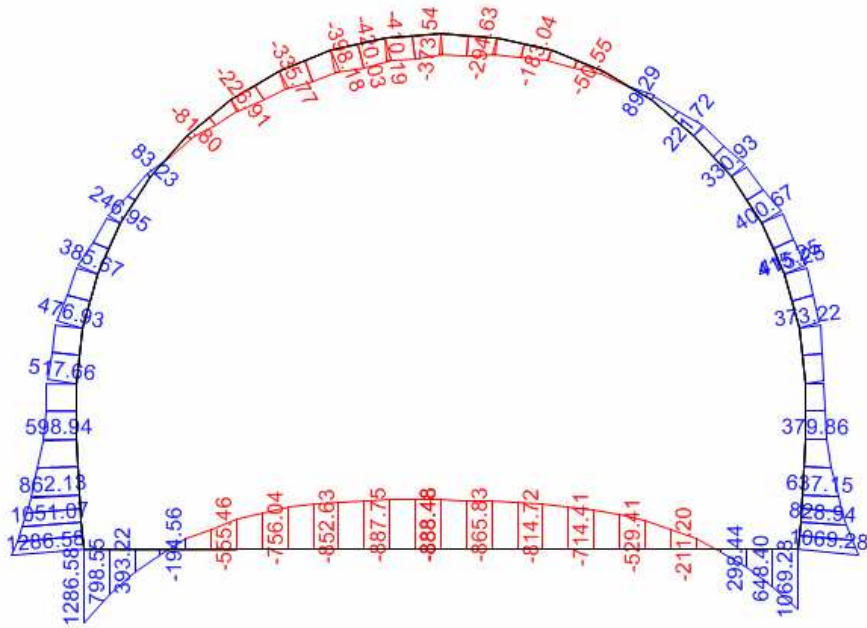


**Figura 20: Individuazione nodi della griglia di calcolo**



**Figura 21: Individuazione elementi beam della griglia di calcolo**







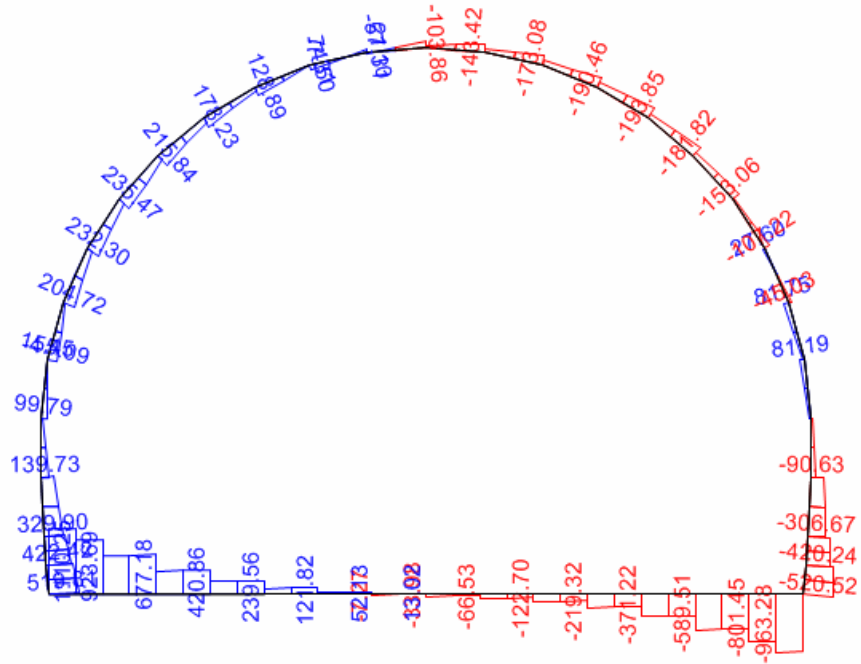


Figura 26: Combo 2: Taglio (kN/m)

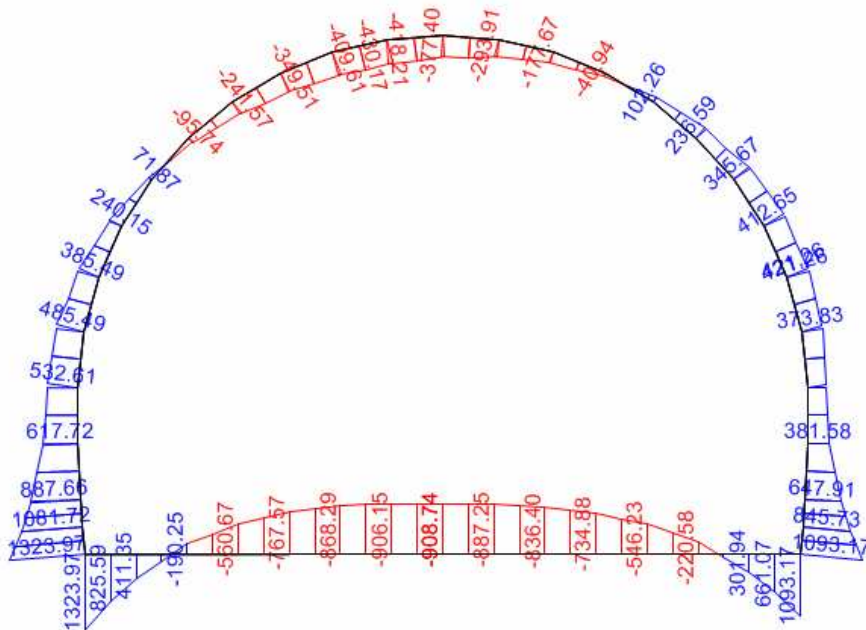


Figura 27: Combo 2: Momento flettente (kN m/m)

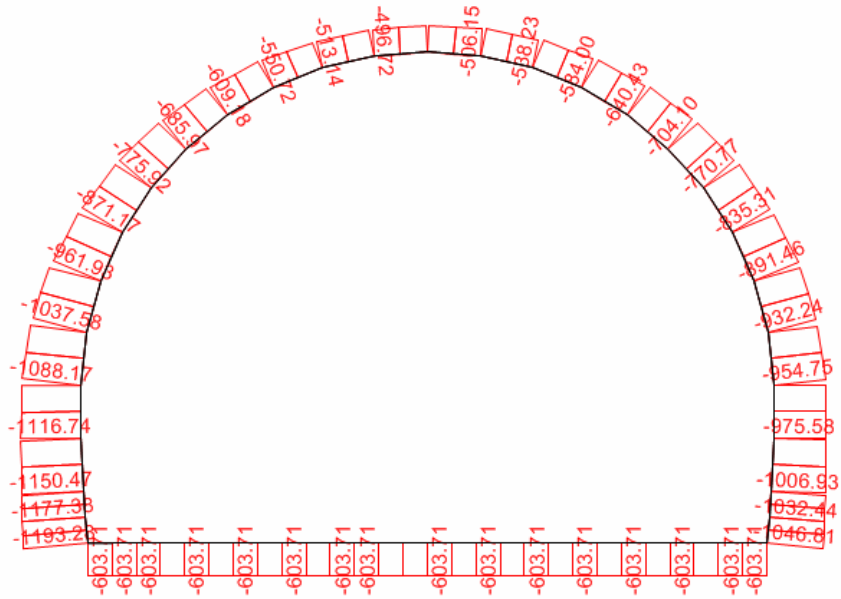


Figura 28: Combo 3: Sforzo Normale (kN/m)

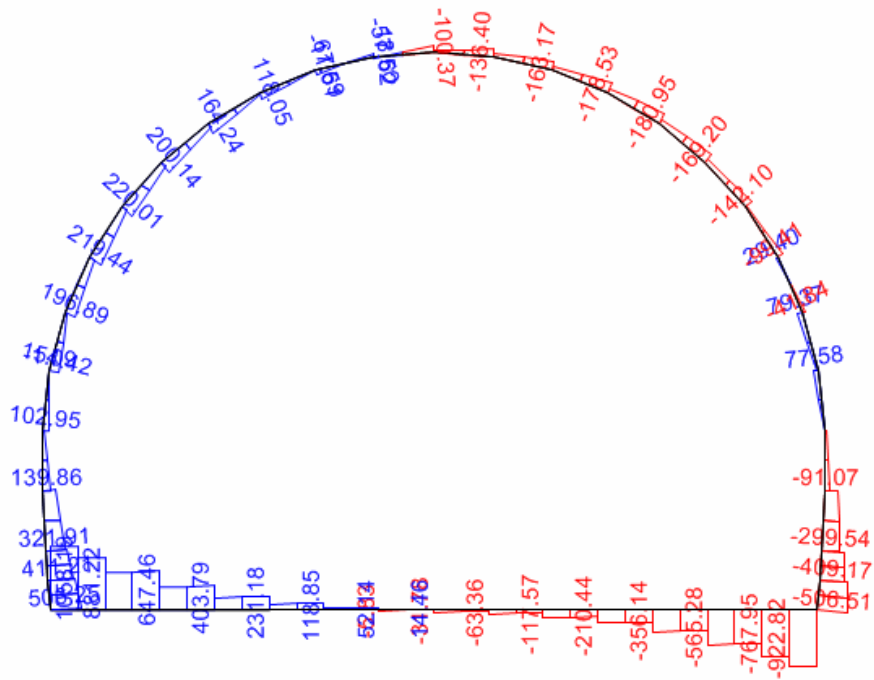


Figura 29: Combo 3: Taglio (kN/m)

