

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Ing. Paolo Cucino
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche 6

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

08 - GALLERIE

L-FINESTRA CHIUSA

-

Relazione monitoraggio

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	G N 0 5 0 0	0 0 2	B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	S. Spinello	12/01/2022	A. Valente	13/01/2022	D. Buttafoco Dolomiti	14/01/2022	IL PROGETTISTA A. Polli 30/07/2022
B	Emissione	B. Fiorentino	18/07/2022	A. Valente	19/07/2022	D. Buttafoco Dolomiti	20/07/2022	

APPALTAZIONE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 1 di 38

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO DELL'OPERA.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....	5
4. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO.....	9
4.1 SEZIONE A0.....	9
4.2 SEZIONE A1.....	9
4.3 SEZIONE A2.....	10
4.4 SEZIONE B1*.....	11
4.5 SEZIONE C2*.....	12
4.6 SEZIONE C1BIS*.....	13
4.7 SEZIONE DI ALLARGO ALLA CAMERA DI MANOVRA.....	15
4.8 SEZIONE DEL CAMERONE DI MANOVRA.....	16
4.9 SEZIONE DELLA GALLERIA TECNOLOGICA (GN05.J).....	17
4.10 SEZIONE DELLA GALLERIA DI INNESTO CON LE GALLERIE DI LINEA (GN05.C).....	18
4.11 SEZIONE DEL BY-PASS DI COLLEGAMENTO TRA GALLERIA TECNOLOGICA E GALLERIE DI LINEA (GN05.M).....	18
5. MONITORAGGIO.....	20
6. STRUMENTAZIONE FONDAMENTALE PER IL FRONTE DI SCAVO.....	21
6.1 RILIEVI.....	21
6.1.1 Rilievi di tipo analitico.....	21
6.1.2 Rilievo di tipo speditivo.....	24
6.1.3 Rilievo di tipo speditivo-pittorico.....	25
6.1.4 Archiviazione dei dati geologici.....	25
6.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN AVANZAMENTO.....	25
6.3 ESTENSIMETRI MULTIBASE RADIALI.....	26
6.3.1 Installazione.....	26
6.3.2 Frequenza di lettura e restituzione dei dati.....	27
6.4 MISURE DI CONVERGENZA A CINQUE PUNTI.....	28
6.4.1 Installazione.....	28
6.4.2 Rilevamenti e restituzione risultati.....	28

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 2 di 38

6.5	MISURE DI ESTRUSIONE ESTENSIMETRICHE	29
6.5.1	Installazione	30
6.5.2	Frequenza delle letture, acquisizione e restituzione dati	31
7.	STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO DEL PRERIVESTIMENTO	32
7.1	MISURA DELLO STATO TENSIONALE CON BARRETTE ESTENSIMETRICHE E CELLE DI CARICO	32
7.1.1	Installazione delle barrette estensimetriche a corda vibrante a saldare.....	32
7.1.2	Installazione delle celle di carico.....	33
7.1.3	Frequenza dei rilevamenti e restituzione dei dati	34
8.	STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO.....	35
8.1	BARRETTE ESTENSIMETRICHE A CORDA VIBRANTE ENTRO IL RIVESTIMENTO DEFINITIVO	35
8.1.1	Installazione	35
8.1.2	Acquisizione e restituzione dei dati	35
9.	CONCLUSIONI.....	37

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0500</td> <td>B</td> <td>3 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GN0500	B	3 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GN0500	B	3 di 38								

1. PREMESSA

Nell'ambito della Progettazione Esecutiva della linea ferroviaria Fortezza – Ponte Gardena Lotto 1 , la presente relazione descrive il piano di monitoraggio che dovrà essere posto in opera per la Finestra di Chiusa. In particolare, verranno definite le tipologie di misure da eseguire, fornendo indicazioni circa le strumentazioni e le modalità esecutive, il numero e la frequenza delle indagini.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 4 di 38

2. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

La Finestra di Chiusa, da realizzarsi con metodo di scavo tradizionale, è funzionale alla realizzazione di una porzione della galleria Gardena. Tale finestra costruttiva si innesta nelle gallerie di linea ai km 20+958,05 B.P./21+012,96 B.D. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata per ragioni logistiche di cantiere. La funzione di questa finestra, in fase costruttiva, è quella di realizzare il tratto di gallerie di linea compresa tra il posto di comunicazione a Nord della zona d'innesto e i due cameroni di interconnessione a sud. La finestra ha uno sviluppo complessivo di 1.876 m circa ripartiti in 21,14 m di galleria artificiale e 1.763 m di galleria naturale (con pendenza massima del 6% circa) oltre il tratto di innesto.

Di seguito sono elencate le progressive di riferimento dell'opera:

- Da pk 0+000.00 a pk 0+021.14 (L=21.14 m) galleria artificiale;
- Da pk 0+021.14 a pk 1+784.12 (L=1762.98 m) galleria naturale – scavo tradizionale;
- Da pk 1+784.12 a pk 1+875.91 (L=91.79 m) innesto.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 5 di 38

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

In prossimità dell'imbocco della Finestra Chiusa sono presenti i Depositi fluvio glaciali (*df*), costituiti da ghiaie sabbiose con blocchi di dimensioni pluridecimetriche. Tali depositi interessano lo scavo della galleria naturale nella zona di imbocco e del concio d'attacco.

Dall'imbocco della galleria naturale e per circa 90m la Finestra Chiusa attraversa le Filladi (*BSSb*), caratterizzate da percentuali variabili di quarzo.

Il passaggio alle Filladi ricche in quarzo (*BSSa*), dove la galleria permane fino all'innesto con la galleria di linea, avviene per contatto tettonico attorno alla pk 0+112 circa. La formazione delle Filladi ricche in quarzo è composta da un'alternanza di filladi ricche in quarzo, quarziti filladiche e livelli più prettamente filladici. La scistosità appare meno evidente rispetto alle altre unità filladiche, per cui la roccia ha un aspetto generalmente più massivo. All'interno delle Filladi ricche in quarzo sono presenti lenti e corpi di Porfiroidi (*p*) di limitato spessore, costituiti da metavulcaniti e metavulcanoclastiti acide, che presentano una struttura massiccia o leggermente foliata. Talvolta il loro aspetto è di tipo granitoide con colorazione variabile dal bianco lattiginoso al rossiccio.

Tutti i dati raccolti hanno permesso di caratterizzare l'ammasso investigato nella tratta di interesse e di definire un range di variazioni del Geological Strength Index (GSI) in funzione della profondità e dello stato di fratturazione come riportato in Tab. 1.

Classi di copertura	GSI
(m)	<i>BSS*</i> (<i>BSSa, BSS, BSSb</i>)
< 30	30 ÷ 40
30 ÷ 50	35 ÷ 45
50 ÷ 100	40 ÷ 50
100 ÷ 150	40 ÷ 50
150 ÷ 300	45 ÷ 55
300 ÷ 450	50 ÷ 60
450 ÷ 600	60 ÷ 7

Tab. 1 - Range di variabilità dell'indice GSI.

Di seguito si riportano gli intervalli dei principali parametri fisico-meccanici delle unità interessate dalle opere afferenti alla Finestra Chiusa.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 6 di 38

Unità	γ	σ_{ci}	E
	(kN/m ³)	(MPa)	(MPa)
BSS* (BSSa, BSS, BSSb)	27	35 ÷ 80	17 ÷ 35

Tab. 2 – Riepilogo parametri geotecnici della matrice litoide.

Nell'intervallo di valori dei parametri geotecnici sopra definiti, sono stati individuati in Tab. 3 i parametri caratteristici appropriati per le verifiche delle opere in sotterraneo.

Unità	γ	σ_{ci}	E	m_i
	(kN/m ³)	(MPa)	(MPa)	(-)
BSSa	27	55	27	7
BSSb	27	40	22	7

Tab. 3 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi per la matrice litoide.

In funzione della copertura e dell'indice GSI sono state definiti i parametri geotecnici dell'ammasso roccioso per le sezioni tipo individuate nella "Relazione di calcolo".

Tratta (coperture m)	Sezione	pk [km]	H [m]	A _{scavo} [m ²]	R _{eq} [m]	S _m [MPa]	C' _k [kPa]	φ' _k [kPa]	E _k [MPa]
450÷570 m	A0	1+784.11	570	62.55	4.46	15.39	2.734	38.24	19786
	A1	1+784.11	570	65.25	4.56	15.39	2.340	37.04	17056
	A2	1+784.11	570	66.60	4.60	15.39	2.340	37.04	17056
	B1	1+784.11	570	72.33	4.80	15.39	2.044	35.76	14040
420÷450 m	A1	1+417.13	450	65.25	4.56	12.15	1.826	37.54	14040
	A2	1+417.13	450	66.60	4.60	12.15	1.826	37.54	14040
	B1	1+417.13	450	72.33	4.80	12.15	1.605	36.21	11024
413÷420 m (faglia)	B1	1+330.16	420	72.33	4.80	11.34	0.892	29.16	2197
	C2v	1+330.16	420	76.73	4.94	11.34	0.892	29.16	2197
300÷413 m	A0	1+310.20	413	62.55	4.46	11.15	1.311	33.32	6326
	A1	1+310.20	413	65.25	4.56	11.15	1.311	33.32	6326
	A2	1+310.20	413	66.60	4.60	11.15	1.132	31.32	4675

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 7 di 38

	B1	1+310.20	413	72.33	4.80	11.15	0.989	29.29	3393
150÷300 m	A0	0+748.34	300	62.55	4.46	8.10	0.955	33.76	4675
	A1	0+748.34	300	65.25	4.56	8.10	0.827	31.70	3393
	A2	0+748.34	300	72.33	4.80	8.10	0.722	29.60	2456
100÷150 m	A0	0+395.30	150	62.55	4.46	4.05	0.572	37.00	3393
	A1	0+395.30	150	65.25	4.56	4.05	0.489	34.87	2456
	B1	0+395.30	150	72.33	4.80	4.05	0.422	32.64	1803
50÷100 m	A0	0+288.02	100	62.55	4.46	2.70	0.593	44.70	6039
	A1	0+288.02	100	65.25	4.56	2.70	0.570	43.28	4311
	B1	0+288.02	100	72.33	4.80	2.70	0.438	41.69	3062
40-50 m (danneggiamento)	B1	0+111.92	50	72.33	4.80	1.35	0.100	31.97	671
	C2v	0+111.92	50	76.73	4.94	1.35	0.100	31.97	671
< 40 m	A1	0+064.12	40	65.25	4.56	1.08	0.282	47.51	3512
	B1	0+064.12	40	72.33	4.80	1.08	0.200	44.31	1790
10 – 20 m	C1bis*	0+037.00	14	80.2	5.05	0.18	0	15	50
570 m	Camerone	1+417.13	570	210.53	8.19	15.39	2.340	37.04	17056
575 m	Galleria di innesto (GN05C)	-	575	130.8	6.45	15.52	2349	36.98	17056
585 m	By-pass di collegamento (GN05M)	-	585	27.96	2.98	15.79	2367	36.85	17056
585 m	Galleria tecnologica (GN05J)	-	585	67.84	4.65	15.79	2367	36.85	17056

H: profondità dell'asse della galleria

S_m : tensione media litostatica alla profondità dell'asse della galleria

A_{scavo} : area di scavo

R_{eq} : raggio di scavo equivalente

c'_k : valore caratteristico della coesione efficace di picco dell'ammasso

ϕ'_k : valore caratteristico dell'angolo di attrito di picco dell'ammasso

E_k : valore caratteristico del modulo elastico dell'ammasso

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0500</td> <td>B</td> <td>8 di 38</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GN0500	B	8 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	RH	GN0500	B	8 di 38													
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio																		

Tab. 4 - Parametri geotecnici delle tratte omogenee

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 9 di 38

4. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO

4.1 SEZIONE A0

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

- Rivestimento di prima fase composto da uno strato di 0.25 m di spritz-beton fibrorinforzato (30 kg/m³ di fibre metalliche) e 9+8 bulloni radiali ad ancoraggio continuo, costituiti da Swellex Mn16, di lunghezza pari a 4.5m, passo longitudinale di 2.0 m e trasversale di 1.5m. È prevista una variabilità di $\pm 20\%$ riferita al passo trasversale e longitudinale dei bulloni;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento in caso di presenza d'acqua. L=30m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro esterno $\Phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo

- Arco rovescio e murette in calcestruzzo non armato, con spessore di 50 cm;
- Calotta in calcestruzzo non armato, con spessore di 50 cm.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi aventi lunghezza massima di 3 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: posa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato e messa in opera dei bulloni radiali secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: scavo dell'arco rovescio e successivo getto (contemporaneo alle murette) ad una distanza variabile, funzione del comportamento deformativo del cavo;
- Fase 5: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati $\Phi 160$ mm in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 6: getto del rivestimento di calotta entro una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.
-

4.2 SEZIONE A1

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

- Rivestimento di prima fase composto da uno strato di 0.25 m di spritz-beton fibrorinforzato (30 kg/m³ di fibre metalliche) e doppie centine IPN 160 con passo 1.4 m: è prevista una variabilità di $\pm 20\%$ del passo centine;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

APPALTAZIONE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 10 di 38

- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento in caso di presenza d'acqua. L=30m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro esterno $\Phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo

- Arco rovescio e murette in calcestruzzo non armato, con spessore di 60 cm;
- Calotta in calcestruzzo non armato, con spessore di 60 cm.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi aventi lunghezza massima di 1.90 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: posa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato e messa in opera dei bulloni radiali secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: scavo dell'arco rovescio e successivo getto (contemporaneo alle murette) ad una distanza massima dal fronte di scavo di 5D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo);
- Fase 5: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati Φ 160 mm in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 6: getto del rivestimento di calotta entro una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.

4.3 SEZIONE A2

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

- Precontenimento al contorno mediante n°. 13+12 bulloni radiali ad ancoraggio continuo costituiti da Swellex Mn16, di lunghezza pari a 6.0m, passo longitudinale di 1.2 m e trasversale di 1.0 m. È prevista una variabilità del ± 20 % riferita al passo trasversale e longitudinale dei bulloni e al passo delle centine
- Rivestimento di prima fase composto da uno strato di 30 cm di spritz-beton fibrorinforzato dosato 30 kg/m^3 di fibre metalliche e doppie centine IPN 180 con passo 1.2 m; è prevista una variabilità di $\pm 20\%$ del passo centine;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L = 30 m, sovrapposizione minima di 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.
- Rivestimento definitivo
- Arco rovescio e murette con spessore di 70 cm gettate alla distanza massima di 3D dal fronte di scavo;

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 11 di 38

- Rivestimento definitivo di calotta dello spessore di 60 cm ad una distanza variabile dal fronte di scavo in funzione del comportamento deformativo del cavo.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi aventi lunghezza massima di 1.70 m, a piena sezione, mediante sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: messa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato al fine di ottenere gli spessori di progetto e delle centine metalliche secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: messa in opera dei bulloni radiali tipo Swellex secondo le geometrie di progetto;
- Fase 5: scavo dell'arco rovescio e successivo getto (contemporaneo alle murette) ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D;
- Fase 6: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati \varnothing 160 mm in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 7: getto del rivestimento definitivo di calotta e piedritti entro una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.

4.4 SEZIONE B1*

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi in avanzamento e rivestimento di prima fase

- Il campo di avanzamento massimo e pari a 9.0 m.
- Precontenimento al fronte realizzato mediante n.°20 barre autoperforanti in acciaio tipo DYWI R51N di lunghezza pari a 14.0 m, cementate in foro con miscele cementizie, con lunghezza di sovrapposizione pari a 5.0 m; è prevista una variabilità del \pm 20 % riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);
- Presostegno al contorno realizzato mediante 18 barre autoperforanti in acciaio di tipo DYWI R51N di lunghezza pari a 10.0 m, cementate in foro con miscele cementizie, con passo di installazione pari a 4.50 m e inclinazione di 10°; è prevista una variabilità del \pm 20 % riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);
- Applicazione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato al fronte con spessore pari a 0.10 m sul 50 % dei singoli sfondi e con spessore pari a 0.15 m per ogni fine campo;
- Rivestimento di prima fase composto da uno strato con spessore pari a 30 cm di spritz-beton fibrorinforzato (30 kg/m³ di fibre metalliche) e doppie centine IPN 180 con interasse di 1 m, al quale è associata una variabilità del \pm 20 %;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L = 30 m, sovrapposizione minima di 13 m, diametro esterno ϕ > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT;

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 12 di 38

- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC.

Rivestimento definitivo

- Arco rovescio e murette in calcestruzzo armato, con spessore pari a 80 cm;
- Calotta in calcestruzzo armato con spessore pari a 80 cm.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: sagomatura del fronte a forma concava, esecuzione dello strato di spritz-beton fibrorinforzato ed esecuzione del preconsolidamento del fronte secondo la geometria di progetto;
- Fase 2: Esecuzione del presostegno al contorno secondo la geometria di progetto;
- Fase 3: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 4: esecuzione dello scavo a piena sezione per una lunghezza massima del campo di scavo pari a 9.0 m e per singoli sfondi di lunghezza pari a 1.5 m, sagomando il fronte a forma concava;
- Fase 5: posa in opera del rivestimento di prima fase, contestualmente allo scavo, costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato. Le centine andranno collegate fra loro attraverso le apposite catene. La massima distanza del prerivestimento dal fronte di scavo sarà pari a 1.5m.
- Fase 6: scavo dell'arco rovescio, armatura e getto di arco rovescio e murette; la massima distanza del getto dell'arco rovescio dal fronte di scavo è pari a 1.5D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo);
- Fase 7: posa in opera dell'impermeabilizzazione, con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e i cordolini idroespansivi conformemente alle indicazioni di progetto;
- Fase 8: getto del rivestimento di calotta, eseguito ad una distanza massima dal fronte di scavo pari a 5D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo).

4.5 SEZIONE C2*

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

- Il campo di avanzamento massimo e pari a 9.0 m;
- Precontenimento al fronte realizzato mediante 40 barre autoperforanti in acciaio di tipo DYWI R51 di lunghezza pari 17.5 m, sovrapposizione minima pari a 8.5 m, cementate in foro con miscele cementizie: è prevista una variabilità del $\pm 20\%$ riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);
- Presostegno al contorno mediante 57 barre autoperforanti in acciaio di tipo DYWI R51 di lunghezza pari a 10.0 m, cementati in foro con miscele cementizie, con passo di installazione pari a 3 m e inclinazione di 10° : è prevista una variabilità del $\pm 20\%$ riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 13 di 38

- Applicazione di uno strato di spritz beton fibro-rinforzato al fronte di spessore 10 cm su ogni sfondo e di spessore 15 cm a fine campo;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L = 30 m, sovrapposizione minima di 13 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT;
- Prerivestimento composto da uno strato di 30 cm di spritz-beton fibrorinforzato (30 kg/m³ di fibre metalliche) e centine HEB 220 con passo 1 m, al quale è associata una variabilità del ± 20 %;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC.

Rivestimento definitivo

- Arco rovescio e murette di spessore 90 cm in calcestruzzo armato gettate alla distanza massima di 1D dal fronte di scavo;
- Rivestimento definitivo in calotta in calcestruzzo armato dello spessore di 90 cm gettato ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: sagomatura del fronte a forma concava, esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato ed esecuzione del precontenimento al fronte secondo la geometria di progetto;
- Fase 2: esecuzione del presostegno del contorno secondo la geometria di progetto;
- Fase 3: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 4: esecuzione dello scavo a piena sezione per una lunghezza massima del campo di scavo pari a 9.0 m e per singoli sfondi di lunghezza pari a 1.5 m, sagomando il fronte a forma concava;
- Fase 5: posa in opera del rivestimento di prima fase, contestualmente allo scavo, costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato. Le centine dovranno essere collegate tra loro attraverso apposite catene. La massima distanza del prerivestimento dal fronte è pari a 1.5 m;
- Fase 6: scavo dell'arco rovescio e posa in opera dell'impermeabilizzazione composta da due strati protettivi di tessuto non tessuto e da un telo di impermeabilizzazione in PVC; armatura e getto dell'arco rovescio e delle murette ad una distanza massima dal fronte di scavo pari a 1D (tale distanza dovrà comunque essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo);
- Fase 7: posa in opera dell'impermeabilizzazione composta da uno strato protettivo di tessuto non tessuto e da un telo di impermeabilizzazione in PVC;
- Fase 8: getto del rivestimento definitivo ad una distanza massima dal fronte di scavo pari a 3D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo).

4.6 SEZIONE C1BIS*

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 14 di 38

- Precontenimento al fronte realizzato mediante 23 colonne di jet grouting ϕ 1000 mm, L=11.50 m, di cui 0.50 m a vuoto, ogni 6.50 m di avanzamento;
- Preconsolidamento al contorno mediante 30 colonne di jet grouting ϕ 1000 mm, L = 11.50 m con perforazione a vuoto di 0.5 m, ogni 6.5 m di avanzamento;
- Presostegno al contorno mediante 19 tubi metallici ϕ 114.7 mm, sp = 10 mm, L = 11 m, cementati in foro ϕ 160 mm;
- Applicazione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato al fronte con spessore pari a 15 cm per ogni fine campo;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L = 23 m, ogni 13 m di avanzamento, diametro esterno ϕ > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.
- Rivestimento di prima fase composto da: 30 cm di spritz-beton fibrorinforzato (30 kg/m³ di fibre metalliche) e doppie centine IPN 200 con interasse di 1 m, al quale è associata una variabilità del \pm 20 %;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC.

Rivestimento definitivo

- Arco rovescio in calcestruzzo armato con spessore pari a 90 cm;
- Murette in calcestruzzo armato con spessore pari a 120 cm;
- Calotta in calcestruzzo armato con spessore variabile pari a 60-135 cm.

Microfasi costruttive

- Fase 1: sagomatura del fronte a forma concava, esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato ed esecuzione del preconsolidamento al fronte secondo la geometria di progetto;
- Fase 2: esecuzione del consolidamento e del presostegno del contorno secondo la geometria di progetto;
- Fase 3: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 4: esecuzione dello scavo a piena sezione per una lunghezza massima del campo di scavo pari a 6.5 m e per singoli sfondi di lunghezza pari a 1 m, sagomando il fronte a forma concava;
- Fase 5: posa in opera del rivestimento di prima fase, costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato;
- Fase 6: scavo dell'arco rovescio, armatura e getto dell'arco rovescio e delle murette ad una distanza massima dal fronte di scavo pari a 3D. Tale distanza potrà essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo;
- Fase 7: posa in opera dell'impermeabilizzazione, con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e dei cordolini idroespansivi conformemente alle indicazioni di progetto;

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 15 di 38

- Fase 8: getto del rivestimento di calotta ad una distanza massima dal fronte di scavo pari a 3D. Tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo.

4.7 SEZIONE DI ALLARGO ALLA CAMERA DI MANOVRA

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

- Precontenimento al contorno mediante n°. 12+13 14+17 bulloni radiali ad ancoraggio continuo costituiti da barre $\Phi 24$ mm, di lunghezza pari a 6,0 m, passo longitudinale di 1,00 m e trasversale di 2.0 m. È prevista una variabilità del ± 20 % riferita al passo trasversale e longitudinale dei bulloni e al passo delle centine;
- Prerivestimento composto da uno strato di 30 cm di spritz-beton fibrorinforzato dosato 30 kg/m^3 di fibre metalliche e centine HEB 180 con passo 1.4 m; è prevista una variabilità di $\pm 20\%$ del passo centine;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L = 30 m, sovrapposizione minima di 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.
- Rivestimento definitivo
- Arco rovescio e murette in calcestruzzo armato con spessore variabile 70÷120 cm gettate alla distanza massima di 3D dal fronte di scavo;
- Rivestimento definitivo di calotta in calcestruzzo armato con spessore variabile 60÷110 cm gettato ad una distanza variabile dal fronte di scavo in funzione del comportamento deformativo del cavo.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi aventi lunghezza massima di 1.40 m, a piena sezione, mediante sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: messa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato al fine di ottenere gli spessori di progetto e delle centine metalliche secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: messa in opera dei bulloni radiali secondo le geometrie di progetto;
- Fase 5: scavo dell'arco rovescio e successivo getto (contemporaneo alle murette) ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D;
- Fase 6: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati $\emptyset 160$ mm in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 7: getto del rivestimento definitivo di calotta e piedritti entro una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 16 di 38

4.8 SEZIONE DEL CAMERONE DI MANOVRA

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase

- Esecuzione dello scavo di avanzamento a sezione parzializzata per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 1.0 m e sagomatura del fronte a forma concava. Applicazione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato al fronte di spessore 10 cm;
- Esecuzione di uno strato di pre-spritz con spessore 5cm e installazione dei chiodi radiali ad aderenza continua;
- Eventuali 3+3 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L = 30 m, sovrapposizione minima di 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.
- Prerivestimento composto da uno strato di 25 cm di spritz-beton fibrorinforzato dosato 30 kg/m³ di fibre metalliche e doppie centine IPN 200 con passo di 1 m;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC.

Rivestimento definitivo

- Arco rovescio in calcestruzzo armato di spessore 120 cm;
- Calotta e murette in calcestruzzo armato di spessore 110 cm.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 2: esecuzione dello scavo di calotta a sezione parzializzata per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 1.0 m, compreso il disaggio, e mediante sagomatura del fronte a forma cava. Successiva esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato di spessore 10cm;
- Fase 3: esecuzione di uno strato di pre-spritz con spessore 5cm e installazione dei chiodi radiali ad aderenza continua sulla sezione di calotta calotta;
- Fase 4: posa in opera del rivestimento di prima fase costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato dosato 30 kg/m³ di fibre metalliche di spessore 30 cm. Le centine saranno collegate tra loro mediante le apposite catene. La massima distanza del prerivestimento dal fronte sarà pari a 1.0 m;
- Fase 5: esecuzione dello scavo di ribasso a sezione parzializzata per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 1.0 m e sagomatura del fronte a forma concava. Applicazione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato al fronte di spessore 10 cm;
- Fase 6: esecuzione di uno strato di pre-spritz con spessore 5cm e installazione dei chiodi radiali ad aderenza continua sulla sezione ribassata;

APPALTAZIONE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 17 di 38

- Fase 7: posa in opera del rivestimento di prima fase costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato dosato 30 kg/m³ di fibre metalliche di spessore 30 cm. Le centine saranno collegate tra loro mediante le apposite catene. La massima distanza del priverivestimento dal fronte sarà pari a 1.5 m;
- Fase 8: esecuzione dello scavo dell'arco rovescio, con successiva posa in opera dell'armatura e del getto di arco rovescio e murette con la formazione della tasca per l'alloggiamento della tubazione di drenaggio;
- Fase 9: posa in opera dell'impermeabilizzazione e posizionamento dei tubi microfessurti in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 10: armatura e getto del rivestimento di calotta e piedritti;

4.9 SEZIONE DELLA GALLERIA TECNOLOGICA (GN05.J)

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- Rivestimento di prima fase composto da uno strato di 0.25 m di spritz – beton fibrorinforzato, centine n.2 IPN 180 passo longitudinale pari a 1.20 m e n.6+5 bulloni radiali Swellex Pm16 di lunghezza pari a 6.0 m, passo longitudinale pari a 2.0 m e trasversale di 2.0 m. È prevista una variabilità di $\pm 20\%$ riferita al passo trasversale e longitudinale dei bulloni;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- Eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza di acqua, L=30m, sovrapposizione minima pari a 10.00m.

Rivestimento definitivo:

- Arco rovescio e murette in calcestruzzo armato con spessore di 0.70 m;
- Calotta in calcestruzzo armato con spessore 0.70 m.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: esecuzione dello scavo di calotta a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 2.4 m, compreso il disaggio;
- Fase 2: realizzazione del primo strato di spritz di regolarizzazione di spessore pari a 5 cm sullo sfondo appena scavato e disaggiato;
- Fase 3: perforazione dei bulloni radiali in modo tale che la distanza massima tra l'ultima raggiera di bulloni e il fronte di scavo non risulti superiore a 3 m. Messa in opera dei bulloni radiali. Posa in opera del rivestimento di prima fase costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato dosato 30 kg/m³ dello spessore totale di progetto pari a 25 cm. Le centine saranno collegate tra loro mediante le apposite catene.
- Fase 4: esecuzione drenaggi in avanzamento. Perforazione eseguita a secco $\phi \geq 100$ mm. Inserimento del tubo di drenaggio con calza di TNT cieco per i primi 10 m e microfessurato per la restante tratta.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 18 di 38

- Fase 5: esecuzione dello scavo dell'arco rovescio, con successiva posa in opera dell'armatura e del getto di arco rovescio e murette con la formazione della tasca per l'alloggiamento della tubazione di drenaggio; il getto delle murette e dell'arco rovescio dovrà avvenire entro 3D dal fronte di scavo. Tale distanza potrà comunque essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo.
- Fase 6: posa in opera dell'impermeabilizzazione, composta da uno strato protettivo di tessuto non tessuto e da un telo impermeabilizzante di PVC;
- Fase 10: armatura e getto del rivestimento di calotta e piedritti, eseguito in funzione del comportamento deformativo del cavo.

4.10 SEZIONE DELLA GALLERIA DI INNESTO CON LE GALLERIE DI LINEA (GN05.C)

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- Rivestimento di prima fase composto da uno strato di 0.30 m di spritz – beton fibrorinforzato, centine n.1 HEB 180 passo longitudinale pari a 1.00 m;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

Rivestimento definitivo:

- Arco rovescio in calcestruzzo armato con spessore di 1,00 m;
- Murette in calcestruzzo armato con spessore di 1,40 m;
- Calotta in calcestruzzo armato con spessore 0.90 m.
-

Macrofasi costruttive

- Fase 1: scavo dei due innesti della galleria di linea binario pari e binario dispari come da elaborati di progetto;
- Fase 2: scavo a piena sezione della galleria di collegamento per sfondi massimi di 1.0 m;
- Fase 3: rivestimento provvisorio al contorno con spritz-beton sp. 5 cm;
- Fase 4: consolidamento radiale (tratto di innesto) al contorno con raggiere alternate di bulloni tipo swellex Pm24, L=6 m, passo longitudinale 1.0 m, passo trasversale 1.20 m (con variabilità $\pm 20\%$);
- Fase 5: completamento del rivestimento provvisorio al contorno con centine metalliche 1HEB 180 passo 1 m e spritz-beton 25 cm (spessore totale 30 cm);
- Fase 6: armatura e getto del rivestimento di calotta e piedritti, eseguito in funzione del comportamento deformativo del cavo.

4.11 SEZIONE DEL BY-PASS DI COLLEGAMENTO TRA GALLERIA TECNOLOGICA E GALLERIE DI LINEA (GN05.M)

La sezione presenta le seguenti caratteristiche:

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 19 di 38

Interventi di prima fase:

- Rivestimento di prima fase composto da uno strato di 0.25 m di spritz – beton fibrorinforzato (30 kg/m³ di fibre metalliche), e centine n.2 IPN 180 passo longitudinale pari a 1.00 m;
- Impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;

Rivestimento definitivo:

- Arco rovescio in calcestruzzo armato con spessore di 0.5 m;
- Murette in calcestruzzo armato con spessore di 0.65 m;
- Calotta in calcestruzzo armato con spessore 0.50 m.

Macrofasi costruttive

- Fase 1: installazione ancoraggi di cucitura e travi di fissaggio nelle due gallerie di linea in corrispondenza dell'innesto;
- Fase2: demolizione del prriverstimento della galleria (binario pari) e dei conci (binario dispari) in corrispondenza dei portali del cunicolo;
- Fase 3: scavo a piena sezione mediante mezzi meccanici e/o esplosivi con sfondi di profondità massima 1.0 m ed esecuzione di spritz-beton fibrorinforzato sul contorno (5 cm);
- Fase 4: completamento del rivestimento provvisorio al contorno con centine metalliche 2IPN 180 passo 1 m e spritz-beton 20 cm (spessore totale 25 cm);
- Fase 6: armatura e getto del rivestimento di calotta e piedritti.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 20 di 38

5. MONITORAGGIO

Lo scopo del monitoraggio, in accordo con il metodo ADECO-RS adottato in progettazione è quello di tenere sotto controllo l'evolversi della risposta tenso-deformativa dell'ammasso allo scavo e di verificare la corrispondenza tra il comportamento reale delle strutture in fase di realizzazione ed il comportamento ipotizzato nelle varie fasi progettuali.

Il sistema di monitoraggio è stato progettato in modo da poter fornire, nel modo più completo e rapido possibile, tutti gli elementi necessari ad effettuare un'analisi della situazione in corso d'opera e della sua possibile evoluzione, finalizzata alla definizione di eventuali azioni correttive (intensificazione delle misure, installazione di ulteriore strumentazione, interventi sulle fasi esecutive, modalità di avanzamento, etc.) mirate ad evitare il manifestarsi di situazioni di pericolo.

L'organizzazione del sistema in questione prevede l'utilizzo di strumentazione topografica e geotecnica disposta a formare sezioni di monitoraggio distribuite lungo tutto il tracciato dell'opera.

La disposizione delle sezioni è correlata alle condizioni al contorno quali le condizioni geomeccaniche e la posizione rispetto al tracciato, mentre la frequenza di lettura è correlata principalmente alla successione delle fasi lavorative.

Tale programma, finalizzato alla valutazione delle caratteristiche dell'ammasso e del suo comportamento tenso-deformativo durante lo scavo, si articola in:

- strumentazione impiegata per il monitoraggio della fase di scavo e del terreno:
 - indagini in avanzamento con prelievo di campioni e prove di laboratorio;
 - estensimetri multibase radiali;
 - rilievo del fronte di scavo;
 - misure di convergenza a cinque punti;
 - misure di estrusione incrementale.
- strumentazione impiegata per il monitoraggio del privervestimento:
 - stazioni di misura dello stato tensionale del privervestimento con celle di carico e barrette estensimetriche;
- strumentazione impiegata per il monitoraggio del rivestimento definitivo:
 - barrette estensimetriche a corda vibrante del rivestimento definitivo;

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

L'insieme di questi dati concorrerà alla determinazione delle grandezze necessarie per l'applicazione delle linee guida, relativamente alla definizione dell'intensità degli interventi, delle cadenze lavorative e della sezione tipo da applicare tra quelle previste nella tratta.

Il posizionamento della strumentazione di monitoraggio sopra indicata dovrà essere valutato in corso d'opera in funzione delle condizioni riscontrate durante la realizzazione dell'opera.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 21 di 38

6. STRUMENTAZIONE FONDAMENTALE PER IL FRONTE DI SCAVO

Tali rilievi consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica delle caratteristiche geologiche-geostrutturali e geomeccaniche del fronte di scavo, durante l'avanzamento.

Vengono operate le seguenti distinzioni:

- rilievi di tipo "analitico"
- rilievi di tipo "speditivo"
- rilievi di tipo "pittorico"

I rilievi dovranno essere eseguiti con le seguenti cadenze, alternando i diversi tipi di rilievo:

- ogni 20 m per lo scavo con sezione di avanzamento di tipo A;
- ogni campo di scavo per le sezioni di tipo B e comunque ad ogni cambio litologico;
- ogni campo di scavo per le sezioni di tipo B e comunque ad ogni cambio litologico;

I rilievi potranno essere effettuati in modalità pittorico-descrittiva anzichè analitica qualora l'ammasso non presentasse particolari variazioni rispetto ai rilievi precedenti.

In ogni caso il numero di rilievi richiesti è da intendersi come numero minimo; eventuali passaggi litologici o litostratigrafici di particolare rilevanza verranno analizzati con un rilievo apposito secondo le indicazioni fornite dal progettista.

Durante lo svolgimento di tali rilievi può essere previsto il prelievo di campioni per lo svolgimento di prove di laboratorio.

6.1 RILIEVI

6.1.1 Rilievi di tipo analitico

Con questo tipo di rilievi sono determinate:

- le caratteristiche litologico-stratigrafiche e strutturali;
- le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche.

Caratteristiche litologico-stratigrafiche e strutturali

- a) Con riferimento alla litologia dell'ammasso, andranno rilevate le seguenti caratteristiche dell'ammasso:
 - a. Genesi del litotipo;
 - b. litologia e caratteristiche petrografiche macroscopiche ;
 - c. condizioni (grado e tipo di cementazione/compattazione) ;
 - d. granulometria ;
 - e. stato d'alterazione
 - f. colore;
 - g. assetto generale dell'ammasso individuabile a scala del fronte:
 - A. stratificazione
 - B. scistosità

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 22 di 38

- C. clivaggio
D. Inclinazione
E. Direzione
F. spessore.
- b) Andranno inoltre indicate le seguenti caratteristiche delle principali discontinuità eventualmente presenti sul fronte:
- a. tipo (faglia, fratture, contatto, etc.):
- A. localizzazione;
B. giacitura (inclinazione, direzione);
C. tipo di riempimento;
D. JRC (per discontinuità in ammassi lapidei);
E. JCS (per discontinuità in ammassi lapidei).
- c) Infine si dovranno riportare eventuali osservazioni riguardo ad esempio:
- A. Condizioni idrauliche e venute d'acqua valutata sugli ultimi 8 -10 m di scavo;
B. distacchi gravitativi;
C. interventi di consolidamento e confinamento effettuati;
D. varie (imprevisti, variazioni operative ecc.).

Con riferimento al punto a):

- nella descrizione delle caratteristiche di cui al punto 2, eseguita visivamente, si dovrà dare precedenza alle dimensioni ad affinità genetica o composizionale relegando ai soli casi di necessità la scelta del criterio granulometrico tessiturale. Tale considerazione risulta importante ai fini della comprensibilità delle caratteristiche primarie del materiale da cui discendono tutte le altre. Dovranno pertanto evitarsi classificazioni litologiche puramente granulometriche avulse dalle caratteristiche petrografico-composizionali.
- Il punto 3 dovrà essere descritto individuando il grado ed il tipo di cementazione e riferendosi ad una scala riconosciuta internazionale nella descrizione della compattezza.
- materiali differenziati ed affioranti sul fronte di scavo, relegando, se ritenuto necessario, ad una determinazione di laboratorio su campioni rappresentativi prelevati manualmente l'esatto contenuto granulometrico del materiale. In entrambi i casi si dovrà utilizzare la nomenclatura proposta dall'AGI.
- Il grado di alterazione (5) dovrà essere indicato secondo una delle metodologie correnti o almeno utilizzando tre gradi come per esempio: sano, mediamente alterato, completamente alterato.
- Il colore (6) sarà riferito prevalentemente al materiale non alterato secondo una scala nota.
- La stratificazione (7) riscontrabile sul fronte sarà descritta con il maggior dettaglio possibile e misurata se possibile direttamente, altrimenti indirettamente con un fotogramma tarato (previo posizionamento di una stadia o una bindella sul metrica fronte). La descrizione della successione dovrà eseguirsi anche graficamente con la rappresentazione del fronte di scavo e dei materiali costituenti.
- L'assetto giaciturale (inclinazione, immersione) verrà misurato con la bussola rilevando le caratteristiche di immersione (dip) e direzione di immersione (dip direction).

APPALDATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 23 di 38

Con riferimento al punto b):

Per ammassi lapidei, si tratta delle caratteristiche mesostrutturali secondarie dell'ammasso roccioso rappresentate dal reticolo di discontinuità composto da faglie, fratture, diaclasi, ecc. Il loro rilievo sarà eseguito secondo le prescrizioni ISRM (International Society of Rock Mechanics) e debitamente restituito attraverso le rappresentazioni grafico-numeriche consuete (proiezioni stereografiche, istogrammi statistici, ecc.).

Le caratteristiche da rilevare sono descritte al punto b):

- la tipologia e natura dei piani di discontinuità principali va descritta distinguendo se si tratta di fratture, faglie, diaclasi, indicandone in tabella e sul rilievo pittorico l'esatta localizzazione.
- La giacitura dei singoli piani di discontinuità (dip e dip direction) va rilevata mediante la bussola geologica e riportata numericamente e graficamente sulla tabella allegata.
- La spaziatura delle discontinuità va valutata mediante l'ausilio di una bindella metrica e riportata numericamente e graficamente sulla tabella allegata. Sulla tabella va inoltre indicata l'apertura delle discontinuità stesse.
- La scabrezza delle superfici di discontinuità (JRC) va valutata numericamente, secondo quanto prescritto dall'ISRM con gli idonei strumenti.
- Il tipo di riempimento va qualificato secondo metodi speditivi evidenziando anche la natura (argilloso, limoso, ecc.).
- Il parametro JCS sarà stimato secondo le due possibilità alternative descritte:
 - COMPRESSIONE MONOASSIALE – sarà eseguito un adeguato numero di determinazioni speditive con pressa portatile o nel laboratorio di cantiere su campioni cilindrici con rapporto altezza-diametro pari a 2 estratti da carotaggi al fronte o sagomati da prelievi manuali al fronte. Dovrà essere adottata la metodologia sperimentale ISRM.
 - POINT LOAD TEST – sarà eseguito un adeguato numero di determinazioni con apparecchiatura "Point Load" in situ utilizzata, elaborata ed interpretata secondo le metodologie riconosciute internazionalmente.
- Nel caso di prospezioni in avanzamento, il parametro RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION) verrà determinato, secondo un criterio ritenuto più affidabile, tramite correlazioni con la spaziatura dei giunti precalcolate per quella particolare formazione o facies geologica.

Con riferimento al punto c):

- la ritenzione idrica sarà stimata visivamente sul materiale e descritta con appropriati aggettivi (asciutto, umido, saturo), mentre nel caso di venute idriche di una certa importanza (non semplici stillicidi) dovranno effettuarsi misurazioni quantitative seppur approssimate. In ogni caso si descriverà la loro localizzazione ed eventualmente l'evoluzione.
- Vanno evidenziate le anomalie rispetto alla geometria teorica del fronte di scavo e dovute a fuorisagoma, fornelli, distacchi gravitativi, ecc., riportando sull'apposita scheda la valutazione in metri cubi ed indicando sul rilievo pittorico l'ubicazione.
- Riguardo agli interventi di consolidamento e contenimento presenti all'atto del rilievo, vanno segnalati i più significativi, riportando ad esempio il numero dei bulloni, il passo ed il tipo delle centine, relativamente alla sezione tipo impiegata in quel momento.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 24 di 38

Tutte le informazioni di cui ai punti a), b), c), sopra descritte vanno consegnate entro la giornata in cui avviene il rilievo per le determinazioni del progettista riguardo la classificazione geomeccanica.

Caratteristiche geotecniche-geomeccaniche

La determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso, se eventualmente richieste dal progettista, può venire valutata in maniera diretta mediante prove in situ e/o di laboratorio su campioni carotati direttamente dal fronte di avanzamento.

Per le prove in situ si prevede:

1. Pressiometro tipo MENARD o autop perforante (tipo Camkometer) per i terreni;
2. Scissometro in foro (Vane test) per i terreni;
3. Dilatometro in foro.

Nell'utilizzo del primo strumento ci si dovrà attenere alla metodologia corrente internazionale, sancita in particolare modo dalla sperimentazione e dall'esperienza tecnica sviluppatasi intorno al pressiometro Menard. Le prove saranno suborizzontali, di lunghezza superiore a 3 metri con diametro nominale adatto per accogliere lo strumento pressiometrico. Le prove saranno eseguite nel tratto finale del foro. I materiali di perforazione potranno essere conservati per analisi granulometriche.

- Le operazioni da eseguirsi con lo strumento 2) saranno sostanzialmente le stesse, potendo limitare la profondità dei fori a circa 2-2.5 metri.
- Il pressiometro autop perforante, 1), il cui impiego è ovviamente limitato a terreni soffici, non richiede l'esecuzione di fori al fronte.
- Nella prova dilatometrica, 3), andranno ricercati in particolare le indicazioni sullo stato tensionale in situ e sul modulo di deformabilità del terreno e/o roccia.

Per le prove di laboratorio, quando richieste, si prevede:

4. Prove di classificazione (granulometrie, limiti, ecc.)
5. Prove di compressione ad espansione laterale libera
6. Prove triassiali
7. Prove di taglio su giunto
8. Prove di estrusione triassiale.

I campioni estratti devono essere indisturbati, in particolar modo se destinati alle determinazioni delle caratteristiche meccaniche e di estrusione d'ammasso.

Il trasporto e la conservazione dei campioni deve essere effettuato in modo da minimizzare eventuali modificazioni (temperatura, umidità).

Allo stesso modo, la preparazione dei campioni da sottoporre a prove meccaniche deve avvenire in modo da ridurre il disturbo, impiegando metodi quali sovracarotaggi, estrusione orizzontale e verticali, ecc.

6.1.2 Rilievo di tipo speditivo

Secondo le frequenze prima indicate e ogni qualvolta vi sia un passaggio litologico o tettonico sono richieste:

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 25 di 38

- Caratteristiche litologiche-stratigrafiche e strutturali, che verranno valutate attraverso il rilevamento e la restituzione grafica e numerica di quanto già descritto in precedenza per i rilievi analitici, con le seguenti precisazioni:
 - l'assetto generale dell'ammasso individuato alla scala del fronte, potrà venire valutato anche qualitativamente;
 - la spaziatura delle discontinuità potrà venire valutata anche qualitativamente,
 - il parametro JRC verrà valutato qualitativamente;
 - il parametro JCS verrà valutato secondo la metodologia H.R. (Hammer Rebound) secondo le prescrizioni già citate ISRM.

6.1.3 Rilievo di tipo speditivo-pittorico

Esso ha la funzione fondamentale di conferma/verifica del rilievo speditivo più vicino, e si compone in sostanza di un rilievo qualitativo dell'ammasso senza il rilevamento diretto dei dati. Questo tipo di rilievo prevede la restituzione grafica delle caratteristiche principali dell'ammasso rilevabili alla scala del fronte.

6.1.4 Archiviazione dei dati geologici

I dati relativi alle caratteristiche litologico-stratigrafiche e strutturali, per i tipi di rilievo previsti, devono essere archiviati mediante apposito programma con elaboratore elettronico, in modo da poterne disporre in qualunque momento durante la costruzione dell'opera. L'archivio andrà costituito mediante singole schede, suddivise per singole tratte di ogni galleria in funzione degli attacchi previsti nel programma lavori, su ognuna delle quali devono essere rappresentate in opportuna scala i dati necessari con particolare riguardo a:

- nome e tratta di galleria in esame;
- coperture;
- progressive;
- sezione longitudinale;
- litotipo e litologia;
- condizioni (grado di cementazione/compattezza);
- stato (grado di alterazione);
- assetto;
- caratteristiche di discontinuità;
- osservazioni.

6.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN AVANZAMENTO

Qualora si renda necessario in corso d'opera potranno essere predisposte indagini geognostiche in avanzamento in zone non coperte da indagini di superficie. In linea generale, tali indagini saranno eseguite mediante sondaggi di lunghezza pari a 30-50m dal fronte di scavo, comunque definiti in funzione delle reali necessità.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 26 di 38

In corrispondenza di tali indagini si predispone il prelievo di un campione ogni 5m e comunque in corrispondenza di passaggi litologici significativi.

- Su ciascun campione saranno eseguite le seguenti prove:
- Classificazione ($\gamma - w - \gamma_s$);
- Analisi mineralogiche e diffrattometriche (almeno su 2 campioni);
- Prove di compressione monoassiale in controllo di deformazione;
- Prova di trazione brasiliana.

Eventuali prove specialistiche saranno definite in corso d'opera sulla base dell'osservazione diretta del progettista.

6.3 ESTENSIMETRI MULTIBASE RADIALI

L'estensimetro multibase da foro è costituito da una o più aste di vetroresina alla cui estremità è posizionato il punto di misura costituito da una barra in acciaio a aderenza migliorata, ancorata in profondità all'interno di perforazioni e libera di scorrere all'interno di una guaina in nylon rilsan.

Le aste in VTR trasmettono rigidamente il movimento degli ancoraggi profondi rispetto alla testa. Tali spostamenti relativi sono misurabili utilizzando un semplice calibro oppure possono essere acquisiti utilizzando trasduttori elettrici di spostamento lineare remotizzabili.

Questo strumento consente di rilevare lungo lo stesso asse spostamenti a profondità diverse rispetto alla bocca foro.

L'estensimetro multibase viene largamente impiegato per la misura del bulbo di deformazione in galleria, se eseguito radialmente, o per il calcolo dei cedimenti dovuti allo scavo della galleria se installati a piano campagna.

Si prevede installazione di una sezione strumentata ogni 500 m per le sezioni di scavo di tipo B e C e di una sezione strumentata per il Camerone di manovra.

6.3.1 Installazione

Gli estensimetri radiali hanno lunghezza pari a 15m e 3 basi poste a 3m, 9m e 15m.

Le caratteristiche tecniche degli estensimetri multibase sono indicate nella seguente figura:

APPALTATORE: webuild   Implenia	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 27 di 38



Fig. 1 - Caratteristiche tecniche degli estensimetri multibase

Si prevede l'impiego di centraline di misura, adeguatamente protette in un involucro di opportune resistenza e rigidità, con l'obiettivo di:

- alimentare i sensori della sonda;
- amplificare i segnali rilevati;
- registrare e visualizzare i valori di lettura.

6.3.2 Frequenza di lettura e restituzione dei dati

La frequenza delle letture rispetterà le seguenti cadenze:

- n. 1 lettura ogni giorno con il fronte distante fino +-10 m
- n. 1 lettura ogni 3 giorni con il fronte distante fino +-30 m.
- n. 1 lettura alla settimana fino al getto del rivestimento definitivo.

La documentazione dovrà comprendere:

- informazioni generali (sito, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- stratigrafia del foro di sondaggio (se eseguito a carotaggio continuo);
- caratteristiche del tubo estensimetrico installato;
- caratteristiche della miscela utilizzata per la cementazione del tubo e quantità assorbita durante la cementazione;
- schema di installazione nel foro del tubo estensimetrico;
- coordinate assolute della estremità superiore del tubo estensimetrico (guida di riferimento);

APPALTATORE: webuild  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 28 di 38

- risultati della lettura iniziale di riferimento;
- osservazioni e note eventuali.

I dati vengono graficati nel diagramma “cedimenti verticali - profondità” che permette di valutare l’andamento delle deformazioni dell’ammasso lungo la verticale dello strumento.

6.4 MISURE DI CONVERGENZA A CINQUE PUNTI

Tali misure consistono nel rilevare la posizione piano – altimetrica di una serie di 5 punti per ogni sezione. L’obiettivo di questi rilievi è la valutazione degli spostamenti delle pareti dello scavo e conseguentemente il controllo delle deformazioni. La misurazione avviene tramite l’impiego di bulloni di convergenza e distometri meccanici. In alternativa possono essere utilizzati target riflettenti.

6.4.1 Installazione

Le basi di misura sono costituite da 5 chiodi di convergenza L = 50-80 cm posizionati sullo spritz-beton del rivestimento di 1° fase su cui vengono montati altrettanti marcatori costituiti da prismi cardanici riflettenti o catadiottri, posizionati a ridosso del fronte di scavo alla progressiva della stazione di misura. Nel caso in cui si manifestassero comportamenti differenziati in termini deformativi tra spritz-beton e centine, a tali chiodi andranno affiancati dei supporti vincolati alle centine, su cui potranno essere montati i già citati marcatori (prismi cardanici riflettenti o catadiottri), posizionati a circa 1.0 m dal fronte di scavo.

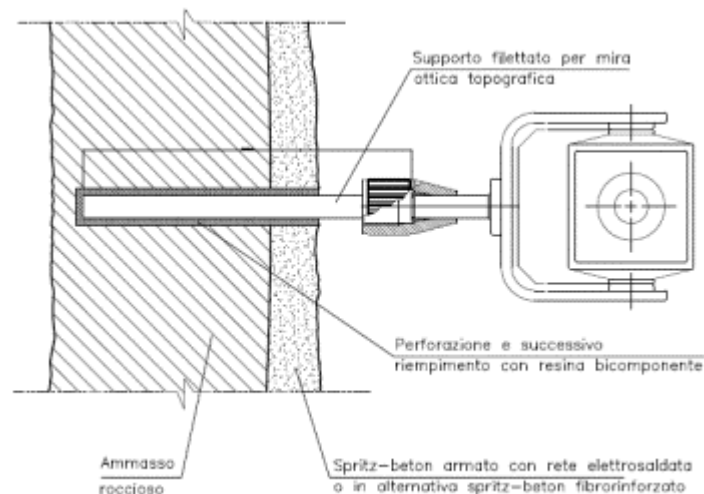


Fig. 2- Particolare mira topografica per misure di convergenza del preinvestimento

6.4.2 Rilevamenti e restituzione risultati

Fermo restando che l’effettiva distribuzione delle stazioni potrà essere modulata in funzione del reale comportamento dell’ammasso, le stazioni di misura andranno indicativamente installate secondo le seguenti frequenze:

APPALTAZIONE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 29 di 38

In particolare si posizionano le seguenti stazioni di misura:

- n. 1 stazione ogni 20 m di avanzamento circa per le sezioni tipo A;
- n. 1 stazione ogni campo di avanzamento per le sezioni tipo B;
- n. 1 stazione ogni campo di avanzamento per le sezioni tipo C;

La frequenza dei rilevamenti, da precisare in corso d'opera, è la seguente:

- n. 1 misura ogni due giorni fino al getto del rivestimento definitivo o fino alla stabilizzazione della misura, per la categoria di comportamento tipo A.
- n. 1 misura al giorno fino al getto del rivestimento definitivo, per la categoria di comportamento tipo B.
- n. 1 misura al giorno fino al getto del rivestimento definitivo, per la categoria di comportamento tipo C.

Ciascuna stazione di misura viene disposta presso l'ultima centina posizionata, a circa 1m dal fronte stesso. La lettura di riferimento ("0") andrà eseguita immediatamente e categoricamente prima del successivo sfondo parziale.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da teodolite e distanziometro elettronico che misurano le posizioni assolute della base di misura rispetto ad un sistema di riferimento tridimensionale costituito da caposalda siti in galleria. La misura permette di risalire alle coordinate spaziali delle basi con tolleranza $\pm 2 \text{ mm} \pm 2 \text{ ppm}$.

Il sistema di elaborazione dati deve offrire i seguenti diagrammi e tabulati numerici in funzione del tempo:

- spostamenti trasversali;
- spostamenti verticali;
- spostamenti nel piano (deformata);
- velocità di convergenza (mm/giorno);
- fasi esecutive principali (progressive fronte, murette, arco rovescio e calotta).

I dati elaborati per ciascuna misura di ciascuna stazione vanno forniti entro la giornata in cui è stato eseguito il rilievo. È richiesta altresì una copia di tali dati anche su supporto digitale.

6.5 MISURE DI ESTRUSIONE ESTENSIMETRICHE

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti longitudinali lungo basi di misura poste all'interno di una "colonna" estensimetrica posizionata in asse galleria in avanzamento rispetto al fronte posta all'interno di un foro di sondaggio sub-orizzontale. Il tubo sarà attrezzato con anelli magnetici o di ottone posizionati ad una distanza di 1m gli uni dagli altri.

E' prevista l'installazione di:

- n°1 stazione di misura per le sezioni di scavo di tipo C, eventuale per le sezioni di scavo di tipo B; la frequenza di installazione è di un estrusometro (L = 30m) ogni due campi per le sezioni tipo B1, C1 e C2v

APPALTATORE: webuild  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 30 di 38

6.5.1 Installazione

Lo strumento necessario è un estensimetro tipo "sliding micrometer" o "sliding deformer", costituito da una serie di tubi in PVC, muniti di ancoraggi anulari posti a distanza di 1 metro l'uno dall'altro, collegati telescopicamente sino alla lunghezza voluta e resi solidali al foro mediante l'iniezione di miscele cementizie leggermente espansive.

Eseguito il foro di sondaggio della lunghezza ≥ 30 m viene inserita la colonna, costituita da tubi in PVC preventivamente pre-assemblati in tratte di lunghezza non superiore a 5-6 m, completando l'assemblamento durante l'installazione. Per facilitare l'installazione dell'estensimetro può essere previsto la sostituzione della perforazione di 30 m in unica soluzione con due perforazioni consecutive purchè sia garantita una sovrapposizione di circa 10m.

Le caratteristiche tecniche degli estensimetri sono le seguenti:



 Particolare anello ottone.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE TUBO																		
	<table border="1"> <tr><td>materiale</td><td>ABS</td></tr> <tr><td>tipo</td><td>70</td></tr> <tr><td>A (Diametro interno mm)</td><td>60,0</td></tr> <tr><td>B (diametro esterno guide mm)</td><td>70,0</td></tr> <tr><td>C (diametro interno guida mm)</td><td>64,0</td></tr> <tr><td>lunghezza spezzone (m)</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>spessore (mm)</td><td>5,0</td></tr> <tr><td>manicotto (diametro esterno mm)</td><td>76,0</td></tr> <tr><td>peso</td><td>1,6 Kg / m</td></tr> </table>	materiale	ABS	tipo	70	A (Diametro interno mm)	60,0	B (diametro esterno guide mm)	70,0	C (diametro interno guida mm)	64,0	lunghezza spezzone (m)	3,00	spessore (mm)	5,0	manicotto (diametro esterno mm)	76,0	peso	1,6 Kg / m
materiale	ABS																		
tipo	70																		
A (Diametro interno mm)	60,0																		
B (diametro esterno guide mm)	70,0																		
C (diametro interno guida mm)	64,0																		
lunghezza spezzone (m)	3,00																		
spessore (mm)	5,0																		
manicotto (diametro esterno mm)	76,0																		
peso	1,6 Kg / m																		
 Particolare anello magnetico	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ANELLI																		
	<table border="1"> <tr><td>materiale</td><td>ottone</td><td>PVC</td></tr> <tr><td>Diametro interno anello mm</td><td>72,5</td><td>72,5</td></tr> <tr><td>Diametro esterno anello mm</td><td>85</td><td>92</td></tr> <tr><td>altezza anello mm</td><td>35</td><td>50</td></tr> <tr><td>peso gr</td><td>362</td><td>250</td></tr> </table>	materiale	ottone	PVC	Diametro interno anello mm	72,5	72,5	Diametro esterno anello mm	85	92	altezza anello mm	35	50	peso gr	362	250			
materiale	ottone	PVC																	
Diametro interno anello mm	72,5	72,5																	
Diametro esterno anello mm	85	92																	
altezza anello mm	35	50																	
peso gr	362	250																	

Fig. 3 - Caratteristiche tecniche degli estensimetri

La tubazione permette la lettura degli spostamenti lungo l'asse del tubo attraverso l'inserimento all'interno del tubo di una sonda e degli spostamenti secondo il piano perpendicolare all'asse attraverso l'inserimento di un inclinometro removibile. Si effettua una misura di riferimento e si è così in seguito in grado di misurare le deformazioni nel tempo del mezzo all'interno del quale è installato il tubo.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 31 di 38

6.5.2 Frequenza delle letture, acquisizione e restituzione dati

La misura va effettuata a fine campo d'avanzamento. Dopo la maturazione delle iniezioni di consolidamento e/o delle cementazioni del consolidamento al fronte del nuovo campo di scavo si procede alla lettura di riferimento prima della ripresa dell'avanzamento.

Le successive letture vanno così cadenzate:

- n. 1 lettura ogni giorno, oppure una lettura ogni 3 m di avanzamento (delle due opzioni va privilegiata quella con maggior frequenza), fino a quando restano in opera almeno 12 m di tubo. Successivamente si eseguirà, se necessario, un nuovo tubo e sarà abbandonato il vecchio. Durante le lavorazioni che comportano fermi del fronte (consolidamento, arco rovescio ecc.) sarà necessario eseguire una lettura appena terminato lo scavo e una appena prima di riprenderlo.

Il sistema di acquisizione dati è composto da:

- 1 sonda della lunghezza pari a 1.00 m, composta schematicamente da due teste sferiche, da un trasduttore di spostamento di tipo induttivo e da un tubo di protezione a tenuta idraulica. Il posizionamento della sonda deve avvenire mediante l'uso di aste che permettano di far scorrere lo strumento da una base di misura alla successiva, di ruotarlo e di mandarlo in battuta contro due ancoraggi anulari successivi, che sono muniti di sede conica. L'accoppiamento testa sferica – ancoraggio conico deve assicurare un posizionamento della sonda con tolleranza massima di 0.02 mm/m.
- centralina di lettura collegata a un calcolatore portatile che permetta l'acquisizione automatica dei dati.

Si richiede la restituzione grafica e numerica degli spostamenti relativi delle coppie di ancoraggi in funzione della profondità e la sommatoria degli spostamenti differenziali rispetto alla base più profonda ipotizzata fissa.

APPALTATORE: webuild   Implenia	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 32 di 38

7. STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO DEL PRERIVESTIMENTO

Si riporta la strumentazione fondamentale utilizzata durante il monitoraggio del prerivestimento evidenziando la tipologia d'intervento e la sua frequenza di installazione e di rilevamento.

7.1 MISURA DELLO STATO TENSIONALE CON BARRETTE ESTENSIMETRICHE E CELLE DI CARICO

Si prevede l'utilizzo di barrette estensimetriche a corda vibrante a saldare per la determinazione della deformazione nei prerivestimenti. Si ingloba nel corpo strumentale un termistore per la misura della temperatura. Si prevede la presenza di un filo di acciaio tra due estremità sul supporto da monitorare del quale si misurano le deformazioni ottenute in seguito ad una eccitazione del cavo causata da un input elettrico. Si prevede l'utilizzo di celle di carico installate tra le piastre di giunzione delle centine al fine di misurare il grado di carico al quale è sottoposto il profilo metallico.

7.1.1 Installazione delle barrette estensimetriche a corda vibrante a saldare

Si prevede l'installazione di 5 coppie di barrette estensimetriche posizionate nel prerivestimento.

Le caratteristiche tecniche sono le seguenti:



Fig. 4 - caratteristiche tecniche delle barrette estensimetriche per prerivestimento

L'estensimetro a corda vibrante è largamente utilizzato per la determinazione delle deformazioni delle centine, garantendo precisione e stabilità a lungo termine della misura. Il principio di funzionamento della corda vibrante è il seguente: un filo di acciaio tensionato tra due estremità fisse poste sul supporto da monitorare. Alla deformazione del supporto implica una modifica della tensione del filo di acciaio

APPALTATORE: webuild   Implenia	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 33 di 38

(da cui dipende la frequenza di vibrazione). Eccitando il filo con un input elettrico, emesso da una bobina installata al centro della barretta, è misurata la frequenza di vibrazione della corda e, di conseguenza, la sua tensione, ottenendo la misura di deformazione del supporto. Nella bobina dell'estensimetro è presente un termistore che permette la rilevazione della temperatura, al fine di correggere le misure in fase di interpretazione per tenere conto delle variazioni di temperatura delle centine. Mediante l'applicazione della legge di Hooke ($\sigma = \varepsilon \cdot E$) è possibile risalire allo stato tensionale agente al momento della lettura.

7.1.2 Installazione delle celle di carico

Saranno inoltre installate 2 celle di carico fra le piastre di giunzione delle centine ad altezza delle reni o al piede delle centine stesse.

Le caratteristiche tecniche risulano essere le seguenti:



Fig. 5 – Caratteristiche tecniche delle celle di carico

La cella di carico tipo è costituita da un corpo in acciaio inossidabile sensibilizzato da una serie di griglie estensimetriche (strain-gauges) applicate alla superficie interna del corpo stesso e isolate. Una piastra di acciaio permette l'omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella.

La deformazione indotta dal carico alla cella viene rilevata dagli strain-gauges e trasformata in un segnale elettrico proporzionale al carico agente.

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 34 di 38

Le celle di carico vengono impiegate fra le piastre di giunzione della centina e sulle reni del piatto d'unione per valutare il carico che esse trasmettono al loro piede e quindi la pressione a cui esse sono sottoposte. Si adottano le seguenti soglie di carico:

Profilo centine	Soglia di carico
HEB 220	0 – 200 ton
HEB 180	0 – 100 ton
IPN 200	0 – 100 ton
IPN 180	0 – 100 ton
IPN 160	0 – 100 ton

La frequenza di installazione e di rilevamento corrisponde a quella relativa alle barrette estensimetriche da installate sulle centine.

7.1.3 Frequenza dei rilevamenti e restituzione dei dati

Fermo restando che l'effettiva distribuzione delle stazioni potrà essere modulata in funzione del reale comportamento dell'ammasso, le barrette estensimetriche nel prinvestimento andranno indicativamente installate secondo le seguenti frequenze:

- n. 1 stazione ogni 500m

Il numero minimo di rilevamenti da eseguire per ogni barretta estensimetrica è funzione della fase costruttiva; in particolare si prevede:

- n. 1 lettura ogni giorno fino al getto della calotta;

Le letture delle barrette estensimetriche possono essere interrotte a seguito del getto di rivestimento definitivo in corrispondenza della stazione di misura.

APPALTATORE: webuild   Implenia	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0500	REV. B	FOGLIO. 35 di 38

8. STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

8.1 BARRETTE ESTENSIMETRICHE A CORDA VIBRANTE ENTRO IL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

Si prevede l'utilizzo di estensimetri a corda vibrante per determinare le deformazioni del calcestruzzo. Queste barrette estensimetriche verranno posizionate all'estradosso e all'intradosso del rivestimento definitivo.

8.1.1 Installazione

Si prevede l'installazione di 6 coppie di barrette estensimetriche a corda vibrante annegate nel getto del rivestimento definitivo. Le caratteristiche tecniche indicate in figura seguente:



Fig. 6 – Caratteristiche tecniche delle barrette estensimetri per rivestimento definitivo

L'estensimetro a corda vibrante è largamente utilizzato per la determinazione delle deformazioni del calcestruzzo, garantendo precisione e stabilità a lungo termine della misura. Il principio di funzionamento della corda vibrante è descritto al paragrafo precedente. Poiché grandi variazioni di temperatura sono frequenti durante la maturazione del calcestruzzo, è necessario misurare la temperatura insieme alle misure di deformazione. In questo modo è possibile in fase di interpretazione applicare una correzione termica e verificare la grandezza delle deformazioni causate dai delta di temperatura; nella bobina dell'estensimetro è presente quindi un termistore che permette la rilevazione della temperatura.

8.1.2 Acquisizione e restituzione dei dati

Fermo restando che l'effettiva distribuzione delle stazioni potrà essere modulata in funzione del reale comportamento dell'ammasso, le barrette estensimetriche nel rivestimento definitivo andranno indicativamente installate secondo le seguenti frequenze:

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0500</td> <td>B</td> <td>36 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0500	B	36 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	RH	GN0500	B	36 di 38								

- n. 1 stazione ogni 500m

La frequenza delle letture per le misure in corso d'opera, dopo la lettura di "zero", sarà la seguente:

- n. 1 misure giornaliere fino al getto del concio adiacente, letture mensili fino a fine lavori;
- n. 1 misure alla settimana fino ad un mese dall'installazione;

APPALTATORE:  	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
08 - GALLERIE Relazione monitoraggio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0500</td> <td>B</td> <td>37 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0500	B	37 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	RH	GN0500	B	37 di 38								

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato descritto il programma di monitoraggio previsto per l'opera in esame. Tale programma, finalizzato alla valutazione delle caratteristiche dell'ammasso e del suo comportamento tenso-deformativo durante lo scavo, si articola in tre fasi finalizzate al monitoraggio del fronte di scavo, dei priverstimenti e dei rivestimenti definitivi. Al fine di ottenere una corretta procedura di monitoraggio si è descritta la strumentazione da adottare e si sono definiti per ciascuna fase i criteri di rilevamento, acquisizione e restituzione dei dati ottenuti.