

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino
ORDINE INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dott. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

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

GALLERIE

E-Galleria Gardena

Relazione monitoraggio - Scavo Tradizionale

APPALTATORE	COMMITTENTE	SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 	IL RESPONSABILE DEI LAVORI Ing. Rosanna Del Maschio	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	G N O 2 0 0	0 0 3	C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	S. Spinello	26/01/2022	A. Valente	27/01/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	28/01/2022	 IL PROGETTISTA A. Polli 09/03/2023
B	Emissione per indicazione Committenza	TEAM PINI	18/07/2022	A. Valente	19/07/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	
C	Emissione per indicazioni committenza	F. Vaccaro	25/02/2023	D. Merlini	26/02/2023	D. Buttafoco	27/02/2023	

File: IB0U1BEZZRHGN0200003C.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 2 di 34

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI.....	5
2.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI.....	5
2.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF).....	5
2.4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	5
3. DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO	6
4. DESCRIZIONE DELL'OPERA	9
4.1 IL TRACCIATO E LE OPERE IN SOTTERRANEO	9
5. OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO	10
6. SISTEMA DI MONITORAGGIO	11
6.1 PREMESSA	11
6.2 DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	11
6.3 FASI DI CONTROLLO E MISURA.....	11
6.4 PIATTAFORMA DI MONITORAGGIO E CONDIVISIONE DATI	11
6.4.1 Piattaforma di monitoraggio	12
6.4.2 Sistema di condivisione dati mediante piattaforma webgis	13
6.5 VALORI ATTESI DELLE MISURE E AZIONI CORRETTIVE	14
7. MONITORAGGIO DEL FRONTE DI SCAVO	15
7.1 RILIEVO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO DEL FRONTE DI SCAVO	15
7.1.1 Rilievi di tipo speditivo	15
7.1.2 Rilievi di dettaglio	17
7.1.3 Frequenza dei rilievi.....	19
7.1.4 Documentazione.....	19
7.2 SONDAGGI IN AVANZAMENTO.....	19
8. MONITORAGGIO INTERNO ALLA GALLERIA	20
8.1 MISURE DI CONVERGENZA CON SISTEMA OTTICO.....	20
8.1.1 Frequenza delle stazioni e dei rilevamenti.....	22
8.1.2 Sistema di acquisizione e di restituzione dei dati.....	23

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 3 di 34	

8.1.3	Documentazione.....	23
8.2	MISURE DELLA DEFORMAZIONE AL CONTORNO DEL CAVO CON ESTENSIMETRI MULTIBASE	24
8.2.1	Documentazione.....	25
8.3	MONITORAGGIO DELLE TENSIONI DEI RIVESTIMENTI.....	26
8.3.1	Misure del comportamento tenso-deformativo dei rivestimenti con barrette estensimetriche a corda vibrante	26
8.3.2	Documentazione.....	29
8.3.3	Misure delle sollecitazioni nelle centine del rivestimento di prima fase con celle di pressione e celle di carico.....	30
9.	MONITORAGGIO ESTERNO ALLA GALLERIA.....	31
10.	GESTIONE DEI DATI MISURATI.....	32
11.	DEFINIZIONE DELLE SOGLIE DI ATTENZIONE E ALLARME	33
12.	SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA	33
13.	CONCLUSIONI	34

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO 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>GN0200003</td> <td>B</td> <td>4 di 34</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	4 di 34													

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto esecutivo della linea Fortezza – Ponte Gardena: Lotto 1. L'opera in oggetto ricade rispettivamente nei limiti comunali di Funes in provincia di Bolzano.

La finalità della presente relazione è fornire i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento e fornire indicazioni circa l'applicazione delle sezioni tipo e delle relative variabilità previste nelle gallerie naturali della Galleria Gardena:

- Tratta di linea;
- Cameroni di comunicazione;
- Cameroni di interconnessione;

Di seguito vengono descritti e definiti gli obiettivi del piano di monitoraggio, il sistema di monitoraggio da predisporre e la relativa gestione dei dati misurati nonché i valori di soglia previsti.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 5 di 34

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Leggi e normative cogenti

- Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Rif. [2] C.S.LL.PP., Circolare n° 617 del 02/02/2009, "Istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14/01/2008".
- Rif. [3] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente "la sicurezza nelle gallerie ferroviarie" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- Rif. [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le "persone a mobilità ridotta" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- Rif. [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

2.2 Normative non cogenti e raccomandazioni

- Rif. [6] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997;
- Rif. [7] ITA, "Guidelines for the design of tunnels", 1988.

2.3 Prescrizioni e specifiche tecniche (rfi, itf)

- Rif. [8] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A "Manuale di Progettazione delle opere civili" datato Dic 2016;
- Rif. [9] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA,0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.

2.4 Riferimenti bibliografici

- Rif. [10] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.);
- Rif. [11] Lembo Fazio A., Ribacchi R. (1984). Progressi nella realizzazione e nell'interpretazione delle prove di carico su piastra negli ammassi rocciosi. Riv. It. Geotecnica, 18, 1-11;
- Rif. [12] Hoek E., Brown E.T. (1988). The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update. Proc. 15th Canadian Rock Mechanics Symposium, 31-38;
- Rif. [13] Hoek E., Marinos P. (2000). GSI: A geological friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng 2000 at the International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, 1422-1446;
- Rif. [14] Hoek E., Diederichs M. S. (2006). Empirical Estimation of rock mass modulus. Int. J. Rock Mech. & Mining Sciences, 43, 203-215;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	6 di 34

Rif. [15]Hoek E., Brown E.T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. Int. J. Rock Mech. & Geomechanics Abstracts, 1165-1186;

Rif. [16]Jethwa J.L., Singh B and Singh B. (1984). Estimation of ultimate rock pressure for tunnel linings under squeezing rock conditions – a new approach. Design and Performance of Underground Excavations, ISRM Symposium, Cambridge, E.T. Brown and J.A.Hudsoneds., pp. 231-238.

3. DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IBOU1BEZZRGGN0000001
Relazione di calcolo - Scavo Tradizionale	IBOU1BEZZCLGN0200002
Relazione geotecnica Galleria Scaleres	IBOU1BEZZGEGN0000001
Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU1BEZZRHGN0200001
Galleria Gardena - Sezione tipo A0bis - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0000089
Galleria Gardena - Sezione tipo A0bis - Carpenteria e particolari costruttivi	IBOU1BEZZWBGN0000090
Galleria Gardena - Sezione tipo A1 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0000091
Galleria Gardena - Sezione tipo A1 - Carpenteria e particolari costruttivi	IBOU1BEZZWBGN0000092
Galleria Gardena - Sezione tipo A1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0000057
Galleria Gardena - Sezione tipo B1 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0000093
Galleria Gardena - Sezione tipo B1 - Carpenteria e particolari costruttivi	IBOU1BEZZWBGN0000094
Galleria Gardena - Sezione tipo B1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0000058
Galleria Gardena - Sezione tipo A1L - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0000099
Galleria Gardena - Sezione tipo A1L - Carpenteria e particolari costruttivi	IBOU1BEZZWBGN0000100
Galleria Gardena - Sezione tipo B1L - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0000101
Galleria Gardena - Sezione tipo B1L - Carpenteria e particolari costruttivi	IBOU1BEZZWBGN0000102
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 tipo 1 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200001
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 tipo 1 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200002
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 tipo 1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200001
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 tipo 1 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200003
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 tipo 1 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200004
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 tipo 1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200002
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200005
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200006
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200003
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200007

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	7 di 34	

Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200008
Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200004
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200024
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200025
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200017
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200026
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200027
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200018
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200028
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200029
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200019
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200030
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWBGN0200031
Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200020
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 tipo 1 - Scavo e consolidamento	IBOU1BEZZWBGN0200012
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 tipo 1 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWZGN0200004
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 tipo 1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200005
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 tipo 1 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200013
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 tipo 1 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWZGN0200005
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 tipo 1 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200006
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200014
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWZGN0200006
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200007
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200015
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWZGN0200007
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200008
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Scavo e consolidamenti	IBOU1BEZZWBGN0200016
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Carpenteria e particolari	IBOU1BEZZWZGN0200008
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Carpenteria centina	IBOU1BEZZBZGN0200009

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IB0U	1BEZZ	RH	GN0200003	B	8 di 34

Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Scavo e consolidamenti	IB0U1BEZZWBGN0200017
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Carpenteria e particolari	IB0U1BEZZWZGN0200009
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Carpenteria centina	IB0U1BEZZBZGN0200010
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Scavo e consolidamenti	IB0U1BEZZWBGN0200018
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Carpenteria e particolari	IB0U1BEZZWZGN0200010
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Carpenteria centina	IB0U1BEZZBZGN0200011
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Scavo e consolidamenti	IB0U1BEZZWBGN0200032
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Carpenteria e particolari	IB0U1BEZZWZGN0200011
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Carpenteria centina	IB0U1BEZZBZGN0200021
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 tipo 2- Scavo e consolidamento	IB0U1BEZZWBGN0200033
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 tipo 2- Carpenteria e particolari	IB0U1BEZZWBGN0200034
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 tipo 2- Carpenteria centina	IB0U1BEZZBZGN0200024
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 tipo 2- Scavo e consolidamenti	IB0U1BEZZWBGN0200035
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 tipo 2- Carpenteria e particolari	IB0U1BEZZWBGN0200036
Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 tipo 2- Carpenteria centina	IB0U1BEZZBZGN0200025

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IB0U	1BEZZ	RH	GN0200003	B	9 di 34

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

4.1 Il tracciato e le opere in sottterraneo

La Galleria Gardena si sviluppa con configurazione a doppia canna, singolo binario, con interasse tra le canne pari a 40 m. La galleria, da realizzarsi in parte con metodo di scavo tradizionale e in parte con metodo di scavo meccanizzato, ha una lunghezza complessiva di circa 5783.00 m (BD), di cui 5770.50 m in naturale e 12.5 m in artificiale all'imbocco Nord in corrispondenza del ponte sull'Isarco, ed è provvista di cunicoli trasversali di collegamento tra le due canne, con passo non superiore a 500 m. Di seguito sono elencate le progressive di riferimento dell'opera (binario dispari):

- Da pk 15+969,34 a pk 15+981,83 L=12.5 m galleria artificiale;
- Da pk 15+981,83 a pk 16+424,52 L=442,97 m galleria naturale realizzata con scavo tradizionale (nell'intervallo di pk indicate è compreso il tratto di "finestra di Funes");
- Da pk 16+424,52 a pk 21+752.0 L=5327,87 m galleria naturale realizzata con scavo meccanizzato.

Negli intervalli sopra riportati sono presenti sezioni tipo "correnti" e sezioni tipo "cameroni" (che vengono trattati in specifico elaborato di calcolo).

La progressiva km 21+752.0 (BD) segna la fine del lotto costruttivo; da tale progressiva il collegamento in sottterraneo con l'esistente galleria Sciliar sarà oggetto di un futuro lotto. Dal punto di vista altimetrico il tracciato della galleria è caratterizzato da una livelletta monopendente (pendenza max del 12.5 ‰ circa) in discesa verso le progressive crescenti e presenta la copertura massima di 600 m circa intorno ai km 18+800 e 20+600.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 10 di 34

5. OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Per poter acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative ai fini progettuali e valutare l'entità e le modalità di manifestazione dei fenomeni di deformazione, si definisce nel seguito un sistema di monitoraggio in corso d'opera, parte integrante del progetto, che consenta il controllo del comportamento tenso-deformativo dell'ammasso roccioso e delle strutture durante la costruzione delle opere previste.

Il monitoraggio ed i controlli hanno la funzione di:

- verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, durante la costruzione, tra le stesse previsioni e le prestazioni/comportamento dell'ammasso roccioso nel quale si inseriscono le opere e del rivestimento tanto di prima fase che definitivo;
- assicurare che le opere esplicino le loro funzioni risultando idonee all'esercizio, resistenti e stabili senza riduzioni significative della loro integrità o la necessità di manutenzioni o interventi integrativi non previsti;
- evitare eventuali danni sulle infrastrutture esistenti.

I dati forniti dal sistema di monitoraggio rappresentano, dunque, lo strumento principale per la verifica delle ipotesi progettuali e degli interventi di stabilizzazione messi in atto per risolvere le problematiche statiche sia del fronte che dello scavo della galleria. È perciò molto importante per la riuscita della progettazione e della costruzione dell'opera definire un piano di monitoraggio dove venga curato ogni particolare.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	11 di 34

6. SISTEMA DI MONITORAGGIO

6.1 Premessa

Il sistema di monitoraggio previsto per la realizzazione delle opere in esame è strutturato per controllare il comportamento dell'ammasso roccioso negli scavi in sotterraneo e la loro influenza in superficie sulle pre-esistenze interferenti con le opere stesse.

Gli aspetti che hanno condizionato la predisposizione del sistema di monitoraggio sono stati:

- gli obiettivi definiti a cui il monitoraggio deve perseguire;
- la definizione delle sezioni strumentate e delle stazioni di misura;
- la precisione strumentale e la frequenza delle misurazioni;
- i tempi relativi alla restituzione dei dati;
- i costi di implementazione dell'intero sistema.

6.2 Definizione del sistema di monitoraggio

Il piano delle misure del sistema di monitoraggio previsto per la costruzione delle opere in esame è costituito da:

- Rilievi geologico-stratigrafici del fronte di scavo in galleria.
- Misure di convergenza in galleria con sistema ottico.
- Misura delle deformazioni al contorno del cavo mediante estensimetri multibase.
- Misura della tensione nelle centine in galleria con barrette estensimetriche a corda vibrante.
- Misura della tensione nelle barre d'armatura del rivestimento definitivo con barrette estensimetriche a corda vibrante.
- Misure di deformazione verticale ed orizzontale dei terreni in profondità con estensimetri a barre ed estenso-inclinometri.
- Misure dalla superficie dei cedimenti a piano campagna mediante livellazione topografica.

6.3 Fasi di controllo e misura

Il monitoraggio delle opere verrà eseguito durante la fase di scavo e di realizzazione dei rivestimenti fino al termine dei lavori.

6.4 Piattaforma di monitoraggio e condivisione dati

Tutte le misure e rilevazioni acquisite in sito verranno inviate attraverso una rete dati ad un database centralizzato della piattaforma di monitoraggio che ne permetterà l'archiviazione. I dati acquisiti, in base alla propria tipologia, potranno quindi essere confrontati con le relative misure "di zero" e con quelle dei cicli di

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	12 di 34

misura precedenti, ed in base ai confronti eseguiti, verranno verificati il superamento o meno delle soglie di attenzione e di allarme predefinite. In caso di superamento delle soglie di attenzione o allarme, il sistema dovrà provvedere in automatico ed in tempo reale ad inviare degli avvisi tramite SMS ed e-mail alle figure preposte.

La condivisione e consultazione di tutti i dati di monitoraggio avverrà in ambiente WebGis che consente la georeferenziazione dei punti di misura. I dati di monitoraggio, opportunamente elaborati per l'interpretazione ingegneristica ed in base alla tipologia dei dati stessi, saranno sempre consultabili in tempo reale in diversi formati grafici e numerici attraverso normali web browser e su differenti supporti informatici (PC, tablet e smatphone).

6.4.1 Piattaforma di monitoraggio

Una specifica piattaforma di monitoraggio web-based verrà utilizzata per l'archiviazione, la validazione e la gestione di tutti i dati di monitoraggio raccolti. La piattaforma deve gestire ed integrare in un unico ambiente tutte le misure e rilevamenti provenienti dai vari sistemi e sensori installati, materializzando un archivio real-time di tutti i dati acquisiti, della relativa elaborazione, restituzione e rappresentazione grafica predefinita.

Attraverso appositi algoritmi di calcolo la piattaforma dovrà essere in grado di procedere ad una validazione strumentale e funzionale dei dati acquisiti e procedere quindi alla relativa pubblicazione, alla ripetizione della misura o alla segnalazione di un'anomalia.

La piattaforma di monitoraggio provvederà inoltre al trasferimento delle informazioni significative alla piattaforma di condivisione in ambiente WebGis.

La piattaforma dovrà essere in grado di gestire i dati acquisiti da ogni tipo di sensore, sia attraverso moduli dedicati all'acquisizione delle misure automatiche che ai rilievi manuali.

I dati acquisiti saranno archiviati su un server fisico protetto, in un database MySQL dall'architettura stabile e funzionale, e verranno resi immediatamente disponibili per l'elaborazione e la visualizzazione web.

La gestione dei dati acquisiti in modalità automatica sarà operata da appositi moduli che consentiranno di importare qualsiasi tipologia e/o formato di file trasmesso dalle unità in sito. Attraverso funzioni di auto-diagnostica del sistema, la piattaforma di monitoraggio, oltre alla ricezione dei dati acquisiti, eseguirà un controllo qualitativo e funzionale sull'operatività ed il funzionamento dei sistemi on site, sia per la validazione sia per segnalare eventuali anomalie attraverso allarmi di stato. In tal modo l'operatore addetto al monitoraggio avrà un controllo continuo e in tempo reale non solo sui dati acquisiti ma anche sul corretto funzionamento di tutto il sistema installato, potendo intervenire in maniera precisa e sistematica in caso di eventuali malfunzionamenti o anomalie. In tal modo si annulla la probabilità di avere lacune di acquisizione dati per avaria degli strumenti che possono risultare rischiose in presenza di fenomeni deformativi caratterizzati da non trascurabili velocità di sviluppo.

Eventuali misure e rilievi acquisiti manualmente saranno inseriti in piattaforma attraverso un applicativo browser configurato per l'upload dei rilievi, con interfaccia standard di trasferimento e utilizzo per tutti gli operatori in campo. L'Applicativo potrà essere utilizzato direttamente sul campo con un tablet o un notebook accedendo direttamente alla piattaforma tramite username e password. I dati inseriti verranno esportati immediatamente in un formato idoneo all'archiviazione, inviati in tempo reale e resi istantaneamente

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	13 di 34

visualizzabili in piattaforma. Inoltre, potrà fungere da repository di documenti (documentazione di progetto e di cantiere), report e tutto quanto utile alla gestione del monitoraggio.

La piattaforma sarà in grado di inviare e ricevere i dati contenuti nel proprio archivio database da/a server utilizzando protocolli di comunicazione specifici, consentendo in tal modo sia l'implementazione del sistema con dati provenienti da fonti esterne (funzioni di import; es. valore progressiva di avanzamento, parametri e livelli macchina) sia di alimentare in modo continuativo gli archivi ed i database di sistemi esterni, come il sistema di condivisione in ambiente WebGIS.

6.4.2 Sistema di condivisione dati mediante piattaforma webgis

La piattaforma di condivisione dati sarà consultabile, accessibile via web, e aggiornata in tempo reale 24/7/365.

L'accesso alla piattaforma avverrà tramite comuni browser web, da qualsiasi device di normale utilizzo (pc, tablet, smartphone), attraverso autenticazione con user e password. La piattaforma dovrà consentire di gestire abilitazioni personalizzate per ogni utente, consentendo una visualizzazione diversificata delle informazioni.

La restituzione delle misure dovrà essere fruibile in maniera rapida ed intuitiva, via web e in ambiente georeferenziato, dai diversi utenti interessati, i quali potranno avere differenti livelli autorizzativi di accesso alle informazioni.

La piattaforma di condivisione accoglierà in tempo reale ed in ambiente georeferenziato 3D non solo i dati derivanti dal monitoraggio, ma anche tutte le informazioni relative all'andamento dei lavori e le scelte progettuali effettuate in corso d'opera, in modo da fornire una adeguata contestualizzazione ed un quadro completo e continuo delle informazioni a disposizione degli utenti. In questo modo agli utenti interessati verrà fornita una completa fruibilità di tutte le informazioni disponibili per una chiara comprensione ed interpretazione dei fenomeni in atto in relazione all'esecuzione dei lavori.

La piattaforma di condivisione dati sarà predisposta per permettere l'archiviazione strutturata e sistematica dei dati di monitoraggio e di as-built geologico e costruttivo in un unico ambiente.

La piattaforma di condivisione avrà delle apposite schermate in cui saranno visualizzati i punti di misura georeferenziati ed altre informazioni relative all'esecuzione dei lavori, saranno inoltre presenti appositi filtri con i quali sarà possibile e più immediato identificare i dati di interesse. I dati appositamente elaborati potranno essere visualizzati in appositi grafici sui quali saranno anche visualizzate le soglie di attenzione e allarme relative alla misura.

Per un'esperienza di lettura e visualizzazione dei dati di monitoraggio più realistica, il sistema di monitoraggio dovrà essere integrato in ambiente BIM, includendo la dimensione temporale dei dati registrati, il relativo modello BIM dovrà quindi poter essere integrato nella piattaforma WebGis.

La piattaforma consentirà l'esportazione dei dati sia in formato grafico (.pdf, .jpg, .png, .svg,) che tabellare (.csv, .xls), nonché la stampa diretta.

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						
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 14 di 34

6.5 Valori attesi delle misure e azioni correttive

Il manifestarsi di eventuali spostamenti anomali può essere dovuto ad una condizione non rispondente alle ipotesi progettuali effettuate, sia in termini del comportamento dell'ammasso roccioso che delle opere costruite. Tale eventualità porta generalmente ad intensificare le frequenze di lettura degli strumenti che hanno rilevato l'anomalia, e nel caso, ad integrare il sistema installando ulteriore strumentazione.

Ove risulti necessario, si applicano inoltre le azioni correttive per rientrare in condizioni di normalità, che consistono nell'applicare la variabilità degli interventi (consolidamenti al fronte, passo delle centine per la sezione cilindrica, prevedere il getto dell'arco rovescio ravvicinato al fronte di scavo, ecc.) come previsto negli elaborati specifici e descritto nelle "Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo".

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 15 di 34

7. MONITORAGGIO DEL FRONTE DI SCAVO

Per il monitoraggio del fronte di scavo in corso d'opera verranno eseguiti rilievi geologico-stratigrafici.

I rilievi del fronte di scavo permetteranno di acquisire dati relativi alle reali caratteristiche geologiche e geotecniche del fronte, in base alle quali verrà confermata oppure ridefinita la sezione tipo da applicare nel corso dell'avanzamento.

7.1 Rilievo geologico-stratigrafico del fronte di scavo

Tali rilievi consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica delle caratteristiche geologico-strutturali del fronte di scavo (e della porzione visibile dei paramenti e della calotta) durante l'avanzamento. Si distingueranno:

- Rilievi di tipo speditivo.
- Rilievi di dettaglio.

Tipologia di rilievo	Quantità e ubicazione
Rilievo speditivo	Ad ogni avanzamento per ogni tipologia di scavo o come definito con la Direzione Lavori
Rilievo di dettaglio	Una stazione di misura ogni 20 metri circa per l'applicazione delle sezioni tipo A; Una stazione di misura ogni fine campo di avanzamento per l'applicazione delle sezioni tipo B; Una stazione di misura ogni 20 metri circa per lo scavo dei cameroni di comunicazione. Una stazione di misura per lo scavo dei cameroni di intrerconnessione. Su richiesta o come definito dalla Direzione lavori

Tab. 1 - Quantità e ubicazione rilievo geologico-stratigrafico del fronte di scavo

Tali rilievi dovranno essere eseguiti al fronte di tutte le opere le previste.

Nell'ottica di un processo automatizzato di raccolta dei dati, i rilievi al fronte saranno gestiti attraverso l'impiego di una mobile app che permetterà di acquisire foto georeferenziate del fronte 3D, mappare le osservazioni principali direttamente su una fotografia del fronte, il tutto in situ contestualmente al rilievo. Tutti i dati verranno acquisiti e quindi sincronizzati in modalità wireless e inviati alla piattaforma di condivisione dati, dove saranno disponibili per successive analisi ed elaborazioni.

7.1.1 Rilievi di tipo speditivo

Il fronte rilevato dovrà essere accuratamente descritto, anche per mezzo di fotografie e schizzi, fornendo informazioni sulla litologia dell'ammasso roccioso e la sua stratificazione, con una stima del grado di fratturazione e della resistenza a compressione della roccia intatta, l'indicazione dell'eventuale presenza di acqua al fronte e lungo il cavo ed una descrizione generale del comportamento dell'ammasso roccioso allo scavo.

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						
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 16 di 34

Più nello specifico, caratteristiche litologiche-stratigrafiche e strutturali, che verranno valutate attraverso il rilevamento e la restituzione grafica e numerica, 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.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	17 di 34

7.1.2 Rilievi di dettaglio

Con questo tipo di rilievi devono essere descritte nel dettaglio le caratteristiche litologico-strutturali incontrate al fronte. Dovranno essere indicati: nome della formazione, litologia predominante, colore, caratteristiche osservabili alla scala macroscopica, stato d'alterazione, grado di fratturazione e indicazione delle principali famiglie di discontinuità, valutazione della resistenza a compressione della roccia intatta (esecuzione di point load test). Devono inoltre essere riportate informazioni riguardanti le condizioni idrogeologiche (stima delle venute d'acqua al fronte e lungo il cavo della galleria), gli eventuali fenomeni d'instabilità, con indicazione dei cinematismi e una valutazione del volume roccioso coinvolto. Infine, dovrà essere descritta la cadenza delle fasi lavorative (distanza dal fronte del rivestimento di prima fase e dei rivestimenti definitivi, arco rovescio e calotta) ed inserite delle note sulle lavorazioni eseguite o in corso di esecuzione (imprevisti, variazioni operative, ecc.).

Nello specifico, le schede di rilievo riporteranno:

a) Caratteristiche dell'ammasso (roccia / terreno):

1. la formazione e la facies dell'ammasso;
2. la litologia e caratteristiche petrografiche macroscopiche;
3. le condizioni dell'ammasso (grado e tipo di cementazione/compattezza);
4. la granulometria;
5. il grado di alterazione;
6. il colore;
7. l'assetto generale dell'ammasso roccioso individuabile a scala del fronte stratificazione (stratigrafia, stratimetria), scistosità, clivaggio, inclinazione, direzione e spessore;
8. la presenza di eventuali indicatori di stress o deformazioni di genesi tettonica.

b) Caratteristiche delle discontinuità:

1. tipo (faglia, frattura);
2. localizzazione;
3. giacitura (inclinazione, direzione);
4. geometria e spaziatura;
5. apertura e scabrezza;
6. presenza di acqua;
7. tipo di riempimento.

c) Osservazioni

1. le venute d'acqua (portata e temperatura);
2. eventuali distacchi gravitativi (ubicazione e geometria dei volumi);
3. i fuori sagoma e le zone allentate o soggette a fenomeni di rilascio tensionale;
4. la presenza di terreno spingente o rigonfiante;

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	18 di 34

5. gli interventi di consolidamento, sostegno e drenaggio messi in opera.

Relativamente ai punti a), b) e c), i dati saranno rilevati e descritti in base a sistemi, tecniche e terminologie normalmente utilizzati a questi scopi. Inoltre, sarà fornita per ogni scheda geomeccanica una fotografia del fronte di scavo, e la valutazione degli indici di classificazione impiegati in sede progettuale (RMR e indice GSI secondo Hoek & Marinos, 2001).

Laddove ritenuto necessario, su indicazione della DL, saranno prelevati campioni di roccia o di terreno per l'esecuzione di analisi o prove di laboratorio.

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

1. Prove di classificazione (granulometrie, limiti, ecc.)
2. Prove di compressione ad espansione laterale libera
3. Prove triassiali
4. Prove di taglio su giunto
5. 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.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 19 di 34

7.1.3 Frequenza dei rilievi

Per l'applicazione delle sezioni tipo B è prevista una stazione di misura ogni fine campo di avanzamento, mentre per l'applicazione delle sezioni tipo A è prevista una stazione di misura ogni 20 m circa. Per lo scavo dei cameroni di comunicazione è prevista una stazione di misura ogni 20 metri circa. Una stazione di misura per lo scavo dei cameroni di interconnessione.

Per ogni opera prevista, l'esatta frequenza dei rilievi verrà comunque definita in corso d'opera in accordo con la Direzione Lavori in funzione del reale comportamento dell'ammasso osservato.

7.1.4 Documentazione

I dati elaborati per ciascun rilievo speditivo o di dettaglio, eseguito al fronte di scavo, vanno forniti alla Direzione Lavori, secondo un formato concordato, entro la giornata in cui il rilievo stesso è stato eseguito. I rilievi dovranno essere materialmente eseguiti da uno o più geologi dotati di specifico addestramento ed esperienza.

La documentazione dei controlli di monitoraggio comprenderà:

- fotografie del fronte;
- progressiva del fronte a cui è stato eseguito il rilievo;
- tabelle con i dati rilevati;
- Relazione geologica descrittiva del sito di rilievo, inclusiva di tutti gli elementi necessari ad inquadrare e comprendere i risultati del rilievo stesso, delle note esplicative descrittive del rilevatore.

7.2 Sondaggi in avanzamento

Le perforazioni eseguite in corrispondenza del fronte di scavo, necessarie per l'eventuale consolidamento del fronte, dovranno essere eseguite con registrazione dei parametri di perforazione (Diagrafia Automatica Continua) in funzione della profondità, quali coppia di rotazione delle aste, velocità di perforazione, velocità di rotazione delle aste, forza di spinta, ecc.

I parametri di perforazione dovranno essere restituiti in appositi grafici in funzione della profondità di perforazione corredati da una nota geologica relativa al materiale di perforazione estratto.

La documentazione prodotta verrà archiviata e condivisa sulla piattaforma di condivisione dati entro le 24 ore dall'esecuzione della registrazione.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	20 di 34

8. MONITORAGGIO INTERNO ALLA GALLERIA

Per il monitoraggio interno alla galleria sono state previste sia misure di convergenza con sistema ottico del rivestimento di prima fase, sia misure di tensione con estensimetri posizionati sulle centine e nel rivestimento definitivo (eventuali).

8.1 Misure di convergenza con sistema ottico

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti nel piano trasversale all'asse della galleria. Gli spostamenti tridimensionali verranno misurati in direzione verticale ed orizzontale, in 5 punti per ogni stazione di misura, posizionati come indicato negli appositi elaborati grafici ed attrezzati con mire ottiche (riflettori) rilevabili mediante strumenti topografici di precisione, quali teodolite a registrazione automatica e attrezzature elettroniche che permettono l'esecuzione di misure di distanza dello strumento dai punti di mira con un errore minore ad 1 mm per distanze fino ad 80 m in condizioni di normale visibilità in galleria. I riflettori, costituiti da prismi cardanici riflettenti o catadiottri, verranno montati su normali bulloni di convergenza della lunghezza di almeno 50 cm cementati nel rivestimento di prima fase, installati ad una distanza minima dal fronte di scavo (entro i 50 cm), allo scopo di registrare per intero i valori deformativi del rivestimento di prima fase, in seguito alla sua messa in opera. La lettura di zero dovrà quindi essere effettuata contestualmente all'installazione delle mire topografiche.

Queste misure permetteranno una verifica delle ipotesi di progetto e della risposta dell'ammasso roccioso allo scavo, consentendo una taratura ed una ottimizzazione degli interventi e delle modalità esecutive da applicare nell'ambito della sezione tipo prevista, in accordo al documento "Linee Guida per l'applicazione delle sezioni tipo".

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 21 di 34

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza di lettura *
Stazione di misura attrezzata con mire ottiche per la misurazione delle convergenze. Misurazione eseguita con strumenti topografici di precisione.	<p>Stazioni di misura composte da 5 mire ottiche;</p> <p>In particolare, dovrà essere installata:</p> <p>Una stazione di misura ogni 20 metri circa per l'applicazione delle sezioni tipo A</p> <p>Una stazione di misura ogni fine campo di avanzamento (e comunque a distanza non superiore a 10m) per l'applicazione delle sezioni tipo B</p> <p>Una stazione di misura ogni 20 metri circa per lo scavo dei cameroni di comunicazione.</p> <p>Una stazione di misura ogni 20 metri circa per lo scavo dei cameroni di interconnessione.</p>	<p>Sezioni TIPO A:</p> <p>1 lettura ogni 2 giorni per un mese (con lettura quotidiana per distanze dal fronte inferiori ad un diametro circa)</p> <p>Sezioni tipo B</p> <p>1 lettura ogni giorno per la durata di un mese o comunque fino alla stabilizzazione del dato (spostamento inferiore a 0.2mm/g per 5 letture consecutive).</p> <p>Cameroni</p> <p>1 lettura ogni 2 giorni per tre mesi (con lettura quotidiana per distanze dal fronte inferiori al diametro), una lettura ogni 15 gg per un anno + letture mensile per l'anno successivo</p>
* in presenza di misurazioni anomale, le frequenze andranno opportunamente incrementate		

Tab. 2 - Quantità e frequenza delle misure di convergenza

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 22 di 34

RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE MONITORAGGIO DELLE CONVERGENZE

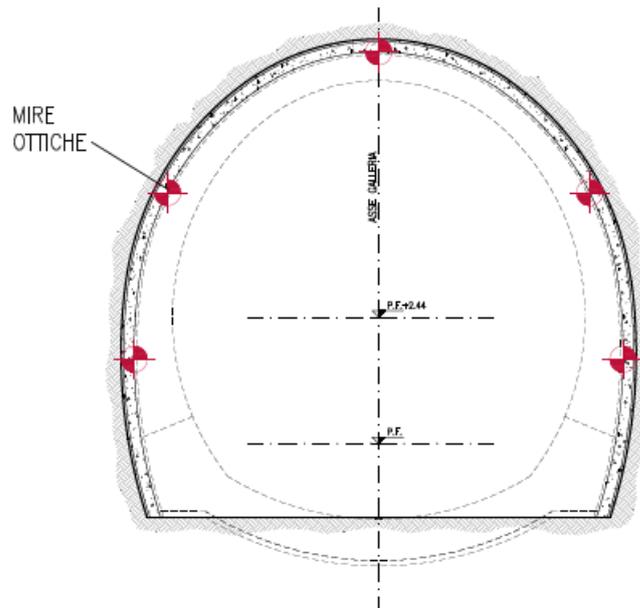


Figura 1. Ubicazione mire ottiche

8.1.1 Frequenza delle stazioni e dei rilevamenti

Ogni stazione di misura delle convergenze è composta da 5 mire ottiche (riflettori), posizionate 3 in calotta e 2 sui piedritti.

Per l'applicazione delle sezioni tipo B1 e B1L è prevista una stazione di misura ogni fine campo di avanzamento (e comunque a distanza non superiore di 10m), mentre per l'applicazione delle sezioni tipo A è prevista una stazione di misura ogni 20 m circa. Per lo scavo dei cameroni di comunicazione è prevista una stazione di misura ogni 20 metri circa. Una stazione di misura per lo scavo dei cameroni di interconnessione.

Le misure verranno effettuate con le seguenti cadenze:

Sezioni TIPO A:

1 lettura ogni 2 giorni per un mese (con lettura quotidiana per distanze dal fronte inferiori ad un diametro circa)

Sezioni tipo B

1 lettura ogni giorno per la durata di un mese o comunque fino alla stabilizzazione del dato (spostamento inferiore a 0.2mm/g per 5 letture consecutive).

Cameroni

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	23 di 34

1 lettura ogni 2 giorni per tre mesi (con lettura quotidiana per distanze dal fronte inferiori al diametro), una lettura ogni 15 gg per un anno + letture mensile per l'anno successivo.

Le misure dovranno protarsi laddove il comportamento deformativo non risultasse stabilizzato.

8.1.2 Sistema di acquisizione e di restituzione dei dati

La misurazione della posizione dei punti di mira verrà effettuata con un teodolite a registrazione automatica eventualmente collegato con un terminale. La posizione del teodolite prima della misura dovrà essere determinata rispetto ad almeno tre punti fissi predefiniti distanti non più di 80 m dal punto di stazione dello strumento. La misura deve permettere di risalire alle coordinate spaziali delle mire con una tolleranza di 1 mm.

I dati rilevati opportunamente elaborati dovranno essere resi disponibili in formato elettronico (in formato leggibile, es.: *.xls).

8.1.3 Documentazione

L'esecuzione e la restituzione delle misure di convergenza richiede l'impiego continuativo di un topografo esperto e di un coadiutore. I dati elaborati per ciascuna stazione di convergenza verranno forniti in formato elettronico alla Direzioni Lavori e al Progettista entro la giornata in cui è stato eseguito il rilievo.

I risultati verranno visualizzati, per ogni sezione di misura, come:

- vettore spostamento di ogni mira in funzione del tempo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria;
- vettore spostamento di ogni mira in funzione della distanza dal fronte di scavo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria;
- spostamenti nel piano della sezione di misura (deformata) con indicazione del profilo teorico;
- componenti x, y, z di ogni mira in funzione del tempo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria;
- componenti x, y, z di ogni mira in funzione della distanza dal fronte di scavo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 24 di 34

8.2 Misure della deformazione al contorno del cavo con estensimetri multibase

Al contorno del cavo, disposti radialmente in corrispondenza delle reni e della chiave di calotta delle gallerie è prevista l'installazione di estensimetri multibase. Gli estensimetri dovranno essere dotati di 3 basi di misura rispettivamente alle profondità di 4, 8 e 12 metri. La strumentazione in foro si posiziona in corrispondenza delle sezioni previste come riportato negli appositi elaborati grafici.

L'installazione della strumentazione dovrà necessariamente avvenire il più possibile a ridosso del fronte. Le letture verranno eseguite in modo automatico con frequenza oraria fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e alla realizzazione dei rivestimenti definitivi.

Nella seguente tabella sono riassunte le quantità della strumentazione da installare.

Le misurazioni dovranno essere eseguite in automatico secondo le seguenti frequenze:

- n. 1 stazione ogni 500m.
- come definito dalla Direzione Lavori.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura
Estensimetri multibase	5 estensimetri multibase, a tre basi di misura (a 4, 8 e 12 m), installati per ogni sezione di misura	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.

Tab. 3- Strumentazione installata e frequenze di misura degli estensimetri a barre multibase

RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE MONITORAGGIO DELLE DEFORMAZIONI AL CONTORNO DEL CAVO

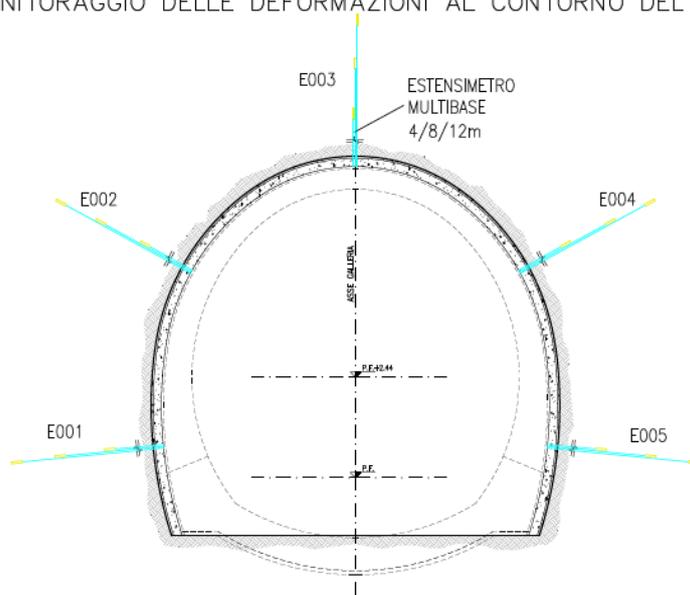


Figura 2. Ubicazione stensimetri multibase al contorno

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 25 di 34

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



Figura 3. 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.

8.2.1 Documentazione

I risultati dovranno essere forniti giornalmente dal momento dell'installazione della strumentazione fino ad almeno un avanzamento del fronte di tre diametri, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- La restituzione numerica delle letture ed elaborazione dei dati;
- Il grafico con l'andamento degli spostamenti per ogni base di misura in funzione del tempo e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;
- Il grafico con l'andamento degli spostamenti per ogni base di misura in funzione della distanza dal fronte della sezione e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 26 di 34

8.3 Monitoraggio delle tensioni dei rivestimenti

In fase di scavo è prevista la misura delle tensioni sul rivestimento provvisorio e delle armature del rivestimento definitivo fino alla fine dei lavori.

8.3.1 Misure del comportamento tenso-deformativo dei rivestimenti con barrette estensimetriche a corda vibrante

Lo stato tenso-deformativo dei rivestimenti e la sua evoluzione nel tempo dovrà essere misurato con barrette estensimetriche a corda vibrante collegati ad una centralina di misura.

Nella seguente tabella sono riassunte le quantità della strumentazione da installare.

Le misurazioni dovranno essere eseguite in automatico secondo le seguenti frequenze:

- n. 1 stazione ogni 500m;
- come definito dalla Direzione Lavori

Ogni sezione strumentata dovrà essere costituita da 5 coppie di strumenti posizionati sulle centine del rivestimento di prima fase, 5 coppie di strumenti posizionati sulle armature del rivestimento definitivo in calotta e 3 coppie di strumenti posizionati sulle armature dell'arco rovescio del rivestimento definitivo.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura *
estensimetri a corda vibrante sulle centine del rivestimento di prima fase	5 coppie per sezione di misura	letture automatiche, 1lett/giorno negli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo
estensimetri a corda vibrante sulle armature del rivestimento definitivo	8 coppie per sezione di misura	letture automatiche 1lett/giorno. In assenza di variazioni la frequenza verrà opportunamente diminuita

Tab. 4- Quantità e frequenze estensimetri a corda vibrante

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			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 27 di 34

RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE MONITORAGGIO DELLE SOLLECITAZIONI NELLE CENTINE

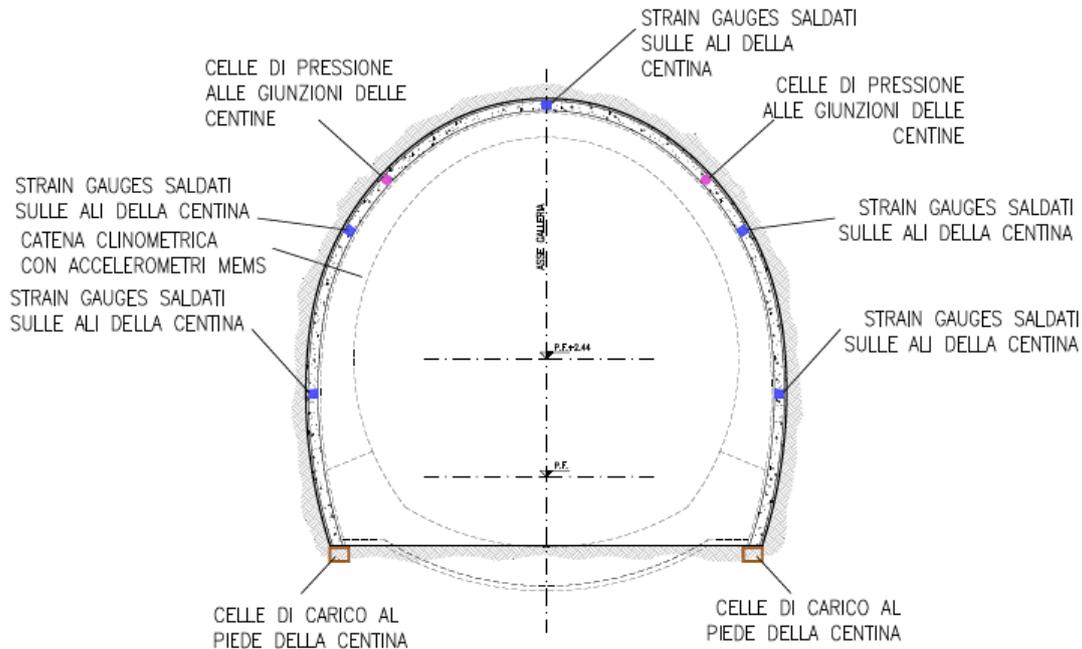


Figura 4. Ubicazione strain gauges e celle di carico/pressione: Rivestimento di prima fase

RIVESTIMENTO DEFINITIVO MONITORAGGIO DELLE SOLLECITAZIONI

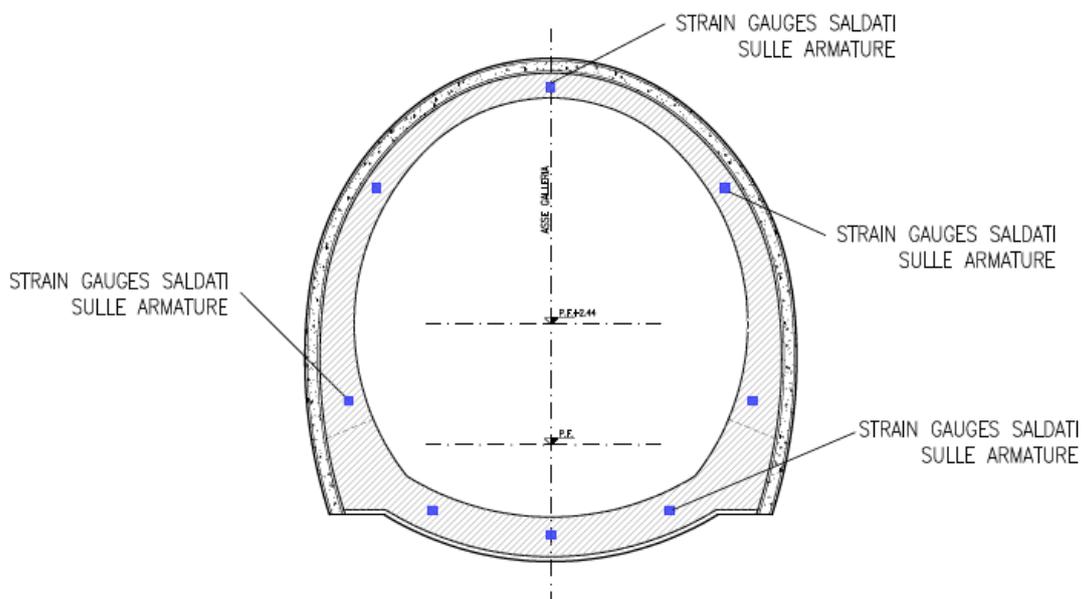


Figura 5. Ubicazione strain gauges: Rivestimento definitivo

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 28 di 34



CARATTERISTICHE TECNICHE BARRETTA A SALDARE

- ✓ Tipo di trasduttore: corda vibrante
- ✓ Range di misura nominale: 3.000 $\mu\epsilon$
- ✓ Sensibilità: 0,1 $\mu\epsilon$
- ✓ Accuratezza: 0,1% F.S.
- ✓ Non linearità: migliore dello 0,5% F.S.
- ✓ Range di temperatura funzionamento: -30°C fino a +90°C
- ✓ Sensore di temperatura: integrato NTC 3 k Ω
- ✓ Resistenza della bobina: 150 Ω
- ✓ Frequenza tipica: 800 Hz
- ✓ Segnale di uscita: Hz
- ✓ Coefficiente di dilatazione termico: 12,2 $\mu\epsilon/^\circ\text{C}$

Figura 6. caratteristiche tecniche delle barrette estensimetriche per prerivestimento



CARATTERISTICHE TECNICHE BARRETTA PER CLS

- ✓ Tipo di trasduttore: corda vibrante
- ✓ Range di misura nominale: 3.000 $\mu\epsilon$
- ✓ Sensibilità: 1,0 $\mu\epsilon$
- ✓ Accuratezza: 0,1% F.S.
- ✓ Non linearità: migliore dello 0,5% F.S.
- ✓ Range di temperatura funzionamento: -30°C fino a +90°C
- ✓ Sensore di temperatura: integrato NTC 3K Ω
- ✓ Resistenza della bobina: 162 +/-5 Ω
- ✓ Frequenza tipica: 800 Hz
- ✓ Segnale di uscita: Hz
- ✓ Coefficiente di dilatazione termico: 12,2 $\mu\epsilon/^\circ\text{C}$

Figura 7. Caratteristiche tecniche delle barrette estensimetriche per rivestimento definitivo

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						
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 29 di 34

8.3.2 Documentazione

I risultati dovranno essere forniti giornalmente dal momento dell'installazione della strumentazione fino ad almeno un avanzamento del fronte di tre diametri, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- La restituzione numerica delle letture ed elaborazione dei dati;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni nei rivestimenti in funzione del tempo e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni nei rivestimenti in funzione della distanza dal fronte della sezione e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	30 di 34

8.3.3 Misure delle sollecitazioni nelle centine del rivestimento di prima fase con celle di pressione e celle di carico

Le sollecitazioni nelle centine del rivestimento di prima fase, e la relativa evoluzione nel tempo, dovranno essere misurate con celle di pressione installate in corrispondenza delle giunzioni delle centine e con celle di carico posizionate al piede delle stesse.

Nella seguente tabella sono riassunte le quantità della strumentazione da installare.

Le misurazioni dovranno essere eseguite in automatico secondo le seguenti frequenze:

- n. 1 stazione ogni 500m;
- come definito dalla Direzione Lavori.

Ogni sezione strumentata dovrà essere costituita da 2 celle di pressione posizionate in corrispondenza delle giunzioni delle centine alle reni e da 2 celle di carico posizionate al piede delle centine.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura *
Celle di pressione	2 per ogni sezione di misura in corrispondenza della giunzione delle centine	letture automatiche, 1lett/giorno durante gli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo
Celle di carico	2 per ogni sezione di misura al piede delle centine	letture automatiche, 1lett/giorno durante gli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo

Tab. 5 - Quantità e frequenze celle di pressione

8.3.3.1. Documentazione

I risultati dovranno essere aggiornati in tempo reale e disponibili sulla piattaforma di condivisione dal momento dell'installazione della strumentazione fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- La restituzione numerica delle letture ed elaborazione dei dati;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni e dei carichi misurati in funzione del tempo e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni e dei carichi misurati in funzione della distanza dal fronte della sezione e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;

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>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 31 di 34

9. MONITORAGGIO ESTERNO ALLA GALLERIA

Il monitoraggio esterno alla galleria è limitato alle zone di imbocco, si prevede:

- Monitoraggio superficiale esterno: verifica del comportamento del pendio indotto dallo scavo della galleria naturale.
- Monitoraggio dei fronti di scavo in roccia: verifica del comportamento delle pareti chiodate di monte.
- Monitoraggio dell'opera di sostegno: verifica delle componenti deformative della berlinese perimetrale.

Tali aspetti in aggiunta al monitoraggio del concio d' attacco, sono approfonditi nelle relazioni e nelle planimetrie di monitoraggio relative agli imbocchi.

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						
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 32 di 34

10. GESTIONE DEI DATI MISURATI

I dati misurati saranno resi disponibili su apposita piattaforma web-gis.

L’elaborazione dei dati e delle misure raccolte dovrà consistere nella generazione di rapporti in formato numerico e grafico in grado di consentire una immediata interpretazione ingegneristica dei dati.

La procedura di gestione dei dati dovrà avvenire tramite idonea procedura operativa che verrà emessa dall’Esecutore dell’opera ed approvata dalla Direzione Lavori.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200003	REV. B	FOGLIO. 33 di 34

11. DEFINIZIONE DELLE SOGLIE DI ATTENZIONE E ALLARME

Il controllo mediante monitoraggio si basa principalmente sulla definizione di soglie aventi lo scopo di segnalare l'instaurarsi di una situazione deformativa e/o tensionale particolare. Sulla base dei valori raggiunti dai parametri di controllo in funzione dei valori di soglia definiti, vengono attuate eventuali azioni e contromisure.

I valori fissati per tali soglie sono funzione dei risultati previsti dai calcoli di progetto relativamente ai parametri salienti quali spostamenti, deformazioni, tensioni, ecc.

I valori sono definiti nella relazione Linee Guida.

12. SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA

Delle contromisure per riportare i parametri di monitoraggio al di sotto dei valori di attenzione dovranno essere intraprese in caso del superamento dei valori di soglia indicati nei precedenti paragrafi.

In particolare, in caso del superamento delle soglie di attenzione, la frequenza di misura della strumentazione dovrà essere incrementata e si dovranno modificare gli interventi di consolidamento e sostegno previsti nei range di variazione della sezione tipo applicata, come descritto nelle "Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo".

In caso di superamento delle soglie di allarme dovrà inoltre essere valutata la possibilità di un cambio di sezione e l'eventuale ulteriore incremento dei consolidamenti già previsti dalle sezioni tipologiche.

In caso di superamento dei valori di allarme dovrà essere predisposta dal progettista una Nota Tecnica di commento dei dati con definizione delle misure correttive ad attuarsi per rientrare nei valori di progetto da consegnare alla Direzione Lavori entro 24 ore dall'avvenimento.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione monitoraggio – Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200003	B	34 di 34

13. CONCLUSIONI

Il sistema di monitoraggio da prevedere per la realizzazione della galleria naturale nel tratto realizzato in tradizionale è strutturato per controllare il comportamento dell'ammasso roccioso durante gli scavi in sotterraneo e per la misura degli spostamenti in superficie.

Il piano delle misure è costituito da:

- Rilievi geologico-strutturali del fronte di scavo in galleria;
- Misure di convergenza in galleria con sistema ottico;
- Misura della deformazione/tensione nelle centine in galleria con estensimetri a corda vibrante;
- Misura delle sollecitazioni nelle centine con celle di pressione e celle di carico;
- Misura delle sollecitazioni nel calcestruzzo proiettato con celle di pressione;
- Misura della tensione nelle barre d'armatura dei rivestimenti definitivi con estensimetri a corda vibrante;
- Misure di deformazione verticale ed orizzontale dei terreni in profondità con estensimetri a barre ed estenso-inclinometri;
- Misura dei cedimenti (e spostamenti tridimensionali) del terreno indotti dagli scavi in sotterraneo con capisaldi topografici;
- Misure della falda con piezometri a tubo aperto;
- Misure degli spostamenti della superficie mediante interferometria radar.

Il monitoraggio si compone della strumentazione a presidio degli scavi in sotterraneo e delle interferenze esistenti all'aperto. Si ha il monitoraggio in corso d'opera in concomitanza con gli scavi in sotterraneo ed all'aperto e fino al completamento delle opere definitive. I valori attesi di spostamento derivano dai calcoli di dimensionamento, mentre le azioni correttive consistono nella definizione di misurazioni più frequenti, nell'incremento dei consolidamenti e dei supporti e nella eventuale variazione nella sequenza di scavo.