

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

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

### PROGETTO ESECUTIVO

TIPO DI ELABORATO:

- DI DETTAGLIO
- DI MODIFICA TECNICA

### 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

-

#### Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale

APPALTATORE	COMMITTENTE	SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. Pietro Gianvecchio	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 0 2 0 0	0 0 1	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 indicazioni committenza	M. Falanjesca / B. Fiorentino	18/07/2022	D. Merlini	19/07/2022	D. Buttafoco	20/07/2022	
C	Emissione a seguito RDV Italferr	M. Falanjesca / F. Vaccaro	25/02/2023	D. Merlini	26/02/2023	D. Buttafoco	27/02/2023	

File: IB0U1BEZZRHGN0200001C.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	2 di 66

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
3.1 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI.....	6
<b>4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI.....	7
4.2 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF).....	11
4.3 BIBLIOGRAFIA .....	12
<b>5. DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	<b>13</b>
<b>6. FASE CONOSCITIVA</b> .....	<b>15</b>
6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO .....	15
6.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	15
6.3 MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	18
6.4 ANALISI DEL RISCHIO.....	19
6.5 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO.....	20
6.5.1 Sezione A0bis.....	21
6.5.2 Sezione A1L .....	22
6.5.3 Sezione A1 .....	23
6.5.4 Sezione B1L.....	24
6.5.5 Sezione B1 .....	25
6.5.7 Sezione A2 allargata.....	26
6.5.8 Sezione I0 .....	27
6.5.9 Sezione I1 .....	28
6.5.10Sezione I2 .....	29
6.5.11Sezione I3 .....	30
6.5.12Sezione C0 tipo 1 .....	31
6.5.13Sezione C0 tipo 2 .....	32
6.5.14Sezione C1 tipo 1 .....	33
6.5.15Sezione C1 tipo 2 .....	34

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	3 di 66

6.5.16	Sezione C2 .....	35
6.5.17	Sezione C3 .....	36
6.5.18	Sezione LTt .....	37
6.5.19	Sezione LMs .....	38
6.5.20	Sezione LTs .....	39
6.6	MODALITÀ DI SCAVO PREVISTE .....	40
<b>7.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI .....</b>	<b>41</b>
7.1	RIVESTIMENTO PROVVISORIO DELLA GALLERIA NATURALE .....	41
7.2	RIVESTIMENTI DEFINITIVI .....	43
<b>8.</b>	<b>ELEMENTI NECESSARI ALLA GESTIONE DELLE LINEE GUIDA E CRITERI APPLICATIVI .....</b>	<b>44</b>
8.1	DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE-GEOMECCANICHE DELL'AMMASSO .....	45
8.2	VALORI SOGLIA .....	46
8.3	PROCEDURA DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E GESTIONE DELLE VARIABILITÀ DEGLI INTERVENTI .....	47
<b>9.</b>	<b>VALORI ATTESI DI SOGLIA .....</b>	<b>51</b>
<b>10.</b>	<b>CAMPI DI APPLICAZIONE E VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO .....</b>	<b>54</b>
10.1	SEZIONE TIPO A0BIS .....	54
10.2	SEZIONE TIPO A1L .....	54
10.3	SEZIONE TIPO A1 .....	55
10.4	SEZIONE TIPO B1L .....	55
10.5	SEZIONE TIPO B1 .....	55
10.6	SEZIONE TIPO A2 ALLARGATA .....	56
10.7	CAMERONI .....	56
10.7.1	Cameroni I0; I1; I2; I3; C0 tipo1; C1 tipo1; C2; C3; gallerie LTt, LMs ed LTs .....	56
10.7.2	Cameroni C0 tipo2; C1 tipo2; C2 con interventi al contorno ed al fronte .....	56
10.8	SINTESI DEI CAMPI DI APPLICAZIONE .....	57
10.9	SINTESI DELLE VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO .....	60
<b>11.</b>	<b>PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E TECNOLOGIE ALTERNATIVE .....</b>	<b>64</b>
11.1	PROCEDURE DI FERMO FRONTE .....	64
11.2	PRE-SPRITZ AL FRONTE E CONTORNO DURANTE LA FASE DI SCAVO – FUNZIONE E SUA APPLICAZIONE .....	65

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 4 di 66

11.3 CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN RELAZIONE ALLE FASI OPERATIVE .....	65
11.4 TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO .....	65
11.5 TECNOLOGIE ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE .....	65
11.6 TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER BULLONATURE RADIALI .....	66

---

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	5 di 66

## 1. PREMESSA

La presente relazione riporta le linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo da adottare nell' ambito della realizzazione della galleria naturale Gardena, opera facente parte del Progetto Esecutivo del lotto 1 della linea tratta Fortezza-Ponte Gardena, sull' itinerario Fortezza – Verona, che ha una lunghezza complessiva di circa 5783 m, di cui 324.5 scavati con metodo tradizionale e 5446.0 scavati in meccanizzato.

L' opera in oggetto ricade rispettivamente nei limiti comunali di Funes in provincia di Bolzano.

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle sezioni tipo previste in progetto si riportano i criteri di applicabilità delle stesse, le soglie di attenzione e di allarme ed una dettagliata descrizione delle variabilità previste per le diverse sezioni.

## 2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le presenti linee guida intendono fornire gli strumenti necessari per il controllo degli scavi durante l' esecuzione dei lavori, ovvero un set di indicatori da monitorare ed i relativi valori attesi, di attenzione ed allerta per verificare in corso d' opera l' efficacia delle scelte progettuali.

Tale documento rappresenta lo strumento operativo per la verifica e la messa a punto del progetto nella fase realizzativa, consentendo di:

- confermare le sezioni tipo previste per le tratte omogenee, come da profilo geotecnico, secondo i criteri di applicazione definiti in progetto,
- definire le variazioni degli interventi da effettuarsi nell' ambito delle variabilità previste in progetto sulla base di quanto riscontrato in fase di scavo,
- definire il passaggio tra una sezione tipo ed un' altra presente nel progetto all' interno delle tratte omogenee,
- definire e raccogliere tutti gli adeguati elementi oggettivi a supporto della definizione di una sezione tipo che, senza alterare l' impostazione progettuale, differisca da quelle già previste in progetto esecutivo in termini di schemi di consolidamento, priverestimento, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo, anche se tali modifiche conducano a lavorazioni in quantità al di fuori dei campi di variabilità individuati in fase di progettazione.

Il documento descrive i parametri di riferimento, oggettivi e riscontrabili/misurabili in fase di scavo, e i relativi valori attesi, a cui sono associate soglie di attenzione e di allerta che guidano nell' applicazione delle previste variabilità.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:					<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	6 di 66

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- [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".
- [3] Legge 05.11.1971 n. 1086 : "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 4 – Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 6 – Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A). Emissione 30/12/2016.
- [6] 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;
- [7] 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;
- [8] 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.

#### 3.1 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

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

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 7 di 66

## 4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

- [11] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZRGGN0000001 "Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo";
- [12] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0200001 "Profilo geotecnico - tav. 1";
- [13] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0200002 "Profilo geotecnico - tav. 2";
- [14] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0200003 "Profilo geotecnico - tav. 3";
- [15] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0700001 "Profilo geotecnico - tav. 1";
- [16] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0700002 "Profilo geotecnico - tav. 2";
- [17] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0700003 "Profilo geotecnico - tav. 1";
- [18] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZF6GN0700004 "Profilo geotecnico - tav. 2";
- [19] U.O. Gallerie, documento IB0U1AEZZSPGN000000 "Caratteristiche dei materiali - Note generali - Opere parte A";
- [20] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZSPGN0000001 "Caratteristiche dei materiali - Note generali - Opere parte B";
- [21] U.O. Geologia, Gestione Terre e Bonifiche, Elaborati Specialistici.
- [22] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZWBG0000089 Sezione tipo A0 – Scavo e consolidamenti;
- [23] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZWBG0000090 Sezione tipo A0 – Carpenteria e particolari costruttivi;
- [24] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZWBG0000091 Sezione tipo A1 – Scavo e consolidamenti;
- [25] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZWBG0000092 Sezione tipo A1 – Carpenteria e particolari costruttivi;
- [26] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZWBG0000093 Sezione tipo B1 – Scavo e consolidamenti;
- [27] U.O. Gallerie, documento IB0U1BEZZWBG0000094 Sezione tipo B1 – Carpenteria e particolari costruttivi
- [28] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWZGN0200001 Cameroni di interconnessione - piante e sezioni
- [29] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWBG0200001 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 - Scavo e consolidamenti
- [30] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWBG0200002 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 - Carpenteria e particolari
- [31] U.O. Geologia, documento IB0V1BCZZBBGN0200001 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 - Tipologico armatura

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 8 di 66	

- [32] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200001 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C0 - Carpenteria centina
- [33] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200003 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 - Scavo e consolidamenti
- [34] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200004 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 - Carpenteria e particolari
- [35] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200002 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 - Tipologico armatura
- [36] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200002 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C1 - Carpenteria centina
- [37] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200005 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Scavo e consolidamenti
- [38] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200006 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Carpenteria e particolari
- [39] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200003 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Tipologico armatura
- [40] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200003 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C2 - Carpenteria centina
- [41] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200007 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Scavo e consolidamenti
- [42] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200008 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Carpenteria e particolari
- [43] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200004 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Tipologico armatura
- [44] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200004 Cameroni di interconnessione - BD - sezione C3 - Carpenteria centina
- [45] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200024 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Scavo e consolidamenti
- [46] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200025 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Carpenteria e particolari
- [47] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200017 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Tipologico armatura
- [48] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200017 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I0 - Carpenteria centina
- [49] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200026 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Scavo e consolidamenti

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	9 di 66	

- [50] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200027 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Carpenteria e particolari
- [51] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200018 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Tipologico armatura
- [52] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200018 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I1 - Carpenteria centina
- [53] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200028 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Scavo e consolidamenti
- [54] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200029 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Carpenteria e particolari
- [55] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200019 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Tipologico armatura
- [56] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200019 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I2 - Carpenteria centina
- [57] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200030 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Scavo e consolidamenti
- [58] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200031 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Carpenteria e particolari
- [59] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200020 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Tipologico armatura
- [60] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200020 Cameroni di interconnessione - BP - sezione I3 - Carpenteria centina
- [61] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWZGN0200003 Cameroni di comunicazione - piante e sezioni
- [62] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200012 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 - Scavo e consolidamento
- [63] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWZGN0200004 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 - Carpenteria e particolari
- [64] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200005 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 - Tipologico armatura
- [65] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200005 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C0 - Carpenteria centina
- [66] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200013 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 - Scavo e consolidamenti
- [67] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWZGN0200005 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 - Carpenteria e particolari

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 10 di 66	

- [68] U.O. Geologia, documento IB0V1BCZZBBGN0200006 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 - Tipologico armatura
- [69] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZBZGN0200006 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C1 - Carpenteria centina
- [70] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWBGN0200014 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Scavo e consolidamenti
- [71] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWZGN0200006 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Carpenteria e particolari
- [72] U.O. Geologia, documento IB0V1BCZZBBGN0200007 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Tipologico armatura
- [73] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZBZGN0200007 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C2 - Carpenteria centina
- [74] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWBGN0200015 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Scavo e consolidamenti
- [75] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWZGN0200007 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Carpenteria e particolari
- [76] U.O. Geologia, documento IB0V1BCZZBBGN0200008 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Tipologico armatura
- [77] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZBZGN0200008 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BD - sezione C3 - Carpenteria centina
- [78] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWBGN0200016 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Scavo e consolidamenti
- [79] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWZGN0200008 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Carpenteria e particolari
- [80] U.O. Geologia, documento IB0V1BCZZBBGN0200009 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Tipologico armatura
- [81] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZBZGN0200009 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I0 - Carpenteria centina
- [82] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWBGN0200017 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Scavo e consolidamenti
- [83] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZWZGN0200009 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Carpenteria e particolari
- [84] U.O. Geologia, documento IB0V1BCZZBBGN0200010 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Tipologico armatura
- [85] U.O. Geologia, documento IB0U1BEZZBZGN0200010 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I1 - Carpenteria centina

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 11 di 66

- [86] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200018 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Scavo e consolidamenti
- [87] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWZGN0200010 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Carpenteria e particolari
- [88] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200011 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Tipologico armatura
- [89] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200011 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I2 - Carpenteria centina
- [90] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWBGN0200032 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Scavo e consolidamenti
- [91] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZWZGN0200011 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Carpenteria e particolari
- [92] U.O. Geologia, documento IBOV1BCZZBBGN0200021 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Tipologico armatura
- [93] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZBZGN0200021 Cameroni di comunicazione Nord e Sud - BP - sezione I3 - Carpenteria centina
- [94] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZW8GN0200001 Cameroni di interconnessione - Fasi Esecutive 1/2
- [95] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZW8GN0200002 Cameroni di interconnessione - Fasi Esecutive 2/2
- [96] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZW8GN0200003 Cameroni di comunicazione - Fasi Esecutive 1/2
- [97] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZW8GN0200004 Cameroni di comunicazione - Fasi Esecutive 2/2
- [98] U.O. Geologia, documento IBOU1BEZZGEGN0000002 Relazione geotecnica Galleria Gardena e Interconnessioni;
- [99] U.O. Gallerie, documento IBOU1AEZZMDGN0000005 Relazione di calcolo Galleria Gardena;
- [100] U.O. Gallerie, documento IBOU1BEZZCLGN0200002 Relazione di calcolo Galleria Gardena – scavo in tradizionale;
- [101] U.O. Gallerie, documento IBOU1BEZZRHGN0200003 Relazione monitoraggio – scavo tradizionale;
- [102] U.O. Gallerie, documento IBOU1BEZZRHGN0000011 Galleria Scaleres e Gardena - Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea.

#### 4.2 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)

- [103] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A "Manuale di Progettazione delle opere civili" datato Dic 2016;

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	12 di 66

[104] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA,0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.

### 4.3 BIBLIOGRAFIA

- [105] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.);
- [106] 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;
- [107] Hoek E., Brown E.T. (1988). The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update. Proc. 15th Canadian Rock Mechanics Symposium, 31-38;
- [108] 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;
- [109] Hoek E., Diederichs M. S. (2006). Empirical Estimation of rock mass modulus. Int. J. Rock Mech. & Mining Sciences, 43, 203-215;
- [110] Hoek E., Brown E.T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. Int. J. Rock Mech. & Geomechanics Abstracts, 1165-1186;
- [111] 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.
- [112] Hoek E., Marinos P. - Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rocks. Tunnels and Tunneling International, 2000.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IB0U	1BEZZ	RH	GN0200001	B	13 di 66

## 5. DESCRIZIONE DELL'OPERA

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 sotterraneo 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.

In prossimità dell'imbocco Nord, è prevista la realizzazione di un'area di sicurezza, tramite una galleria centrale di lunghezza pari a circa 130 m (galleria di sfollamento) collegata alle due canne tramite tre by-pass. La galleria centrale è collegata all'esterno tramite la galleria di Funes.

Dal tracciato della galleria Gardena si diramano, tramite due cameroni, i due binari di interconnessione di Ponte Gardena.

Nella galleria Gardena è prevista una doppia comunicazione (posto di Comunicazione), ciascuna composta da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione. I cameroni del PC Sud presentano dimensioni geometriche adeguate a consentire il montaggio e la traslazione della TBM per lo scavo delle gallerie di interconnessione.

Il sistema galleria Gardena è completato da due finestre costruttive: la galleria Funes e la galleria Chiusa, che si innestano rispettivamente al km 16+166.51 e al km 20+848,35 del binario dispari.

Nella seguente tabella si riporta la sintesi delle principali opere in sotterraneo che si incontrano seguendo il tracciato del sistema galleria Gardena da Nord verso Sud.

La presente relazione ha come oggetto la definizione delle linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo del solo tratto di galleria naturale realizzato con metodo di scavo tradizionale (cameroni e galleria di linea).

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 14 di 66

<i>Galleria di linea Gardena</i>	Galleria con configurazione a doppia canna, singolo binario, lunghezza di 6.2 km circa per il B.P. e di circa 5.8 km circa per il B.D.
<i>Finestra di Funes</i>	Galleria costruttiva del binario pari della Galleria Gardena, lunghezza 0.5 km circa. In esercizio, utilizzata come uscita di emergenza.
<i>Finestra di Chiusa</i>	Galleria costruttiva per l'attacco intermedio dello scavo della Galleria Gardena, lunghezza 1.8 km circa.
<i>Posto di comunicazione doppia</i>	Doppio sistema di comunicazione, ciascun composto da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione. I cameroni del PC Sud presentano dimensioni geometriche adeguate a consentire il montaggio e la traslazione della TBM scudata per lo scavo delle gallerie di interconnessione.
<i>Gallerie di interconnessioni</i>	Due gallerie a singolo binario, lunghezza 2.6 km circa per il ramo pari e 3.2 km circa per il ramo dispari, che sovrappassa la linea. Le interconnessioni si innestano nelle canne di linea tramite la realizzazione di due cameroni di diramazione.
<i>Cunicoli trasversali di collegamento</i>	Queste opere sono previste sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocate ad intervalli di 500 m al massimo.
<i>Altre opere funzionali al sistema</i>	Cameroni trasversali alle finestre per locali tecnici, cameroni di manovra al termine delle finestre, by-pass tecnici, nicchioni tecnici.
<i>Altre opere funzionali alla galleria</i>	Camerone per il montaggio della struttura di spinta e di partenza della TBM.

Per ulteriori dettagli sulla descrizione del tracciato e delle opere si rimanda alla "Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo".

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	15 di 66

## 6. FASE CONOSCITIVA

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

In questo paragrafo si descrivono le principali caratteristiche litologiche, stratigrafiche e strutturali delle formazioni attraversate dalla Galleria gardena. Per un quadro esauriente e dettagliato si rimanda agli elaborati specialistici di U.O. Geologia del presente progetto.

Procedendo da Nord verso Sud, la galleria Gardena è interessata dalla presenza di un importante corpo di **Porfiroidi (p)**, roccia resistente e ricca in quarzo, costituita da metavulcaniti e matavulcanoclastiti 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. Dal punto di vista tettonico i **Porfiroidi** sono attraversati da una faglia a basso angolo intercettata tra la pk 16+550 e la pk 16+850 circa.

Attorno alla pk 16+850 si prevede la presenza di un filone di **Lave andesitiche (α)** che è stato osservato in superficie in destra idrografica del Rio Funes (stop 1152) e intercettato dal sondaggio EO19. Le **Lave andesitiche** sono rocce di origine vulcanica afferenti al Gruppo Vulcanico Atesino, mineralogicamente costituiti da microcristallini con struttura raramente olocristallina e per la maggior parte porfirica. I limiti del filone andesitico sono piuttosto netti in affioramento, ma la loro trasposizione in profondità è affetta da un margine di incertezza.

La galleria Gardena esce dal filone andesitico e sottoattraversa il Rio Funes, con copertura minima di 45 m circa, nelle **Filladi ricche in quarzo (BSSa)**. Tale formazione (**BSSa**) 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 **Porfirodi** di limitato spessore.

In corrispondenza del sottoattraversamento del Rio Funes si ha una zona con elevato grado di danneggiamento legata alla faglia di Funes, retroscorrimento associato alla linea della Valsugana. Lo spessore della zona di danneggiamento della faglia di Funes è stato estrapolato dai dati geognostici e dai rilievi di superficie.

Superato il retroscorrimento di Gudon, in prossimità della pk 17+050 circa, la galleria Gardena entra nella formazione delle **Filladi carboniose (BSSc)**, filladi quarzifere alternate a lenti più o meno potenti contenenti grafite e con scistosità più marcata rispetto alle **Filladi ricche in quarzo (BSSa)**.

Il passaggio alle **Filladi ricche in quarzo (BSSa)** è in prossimità della pk 18+770, zona in cui si prevede la presenza di un sovrascorrimento alpino Nord vergente. I rilievi di superficie nella tratta in oggetto hanno evidenziato la presenza di alcuni lenti di **Porfiroidi (p)** all'interno delle **Filladi ricche in quarzo**. Si tratta tuttavia di affioramenti limitati e di modeste dimensioni che, unitamente alle elevate coperture, non consente di definire con certezza la presenza di **Porfiroidi** a quota cavo.

### 6.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Lo studio idrogeologico ha consentito di definire le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo all'opera in oggetto. Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
GALLERIE	Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B 16 di 66

integrato con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione.

I depositi quaternari costituiti da alluvioni antiche e recenti, depositi glaciali e fluvioglaciali, depositi detritici gravitativi e depositi colluviali hanno un grado di permeabilità elevato e la permeabilità è di tipo primario, cioè per porosità. Diversamente dai depositi quaternari, gli ammassi rocciosi del substrato presentano una scarsa se non nulla permeabilità di tipo primario, per cui il deflusso idrico sotterraneo è determinato da permeabilità di tipo secondario, la cui entità è strettamente dipendente dal grado di fratturazione e dall'interconnessione dei sistemi di fratture che generano le direttrici principali di flusso.

Per il gruppo delle *Filladi* (*BSS*, *BSSa*, *BSSb*, *BSSc*), sulla base delle prove di permeabilità in foro, si osserva che il grado di conducibilità idraulica diminuisce con la profondità (il cui campo di variabilità totale è compreso fra valori massimi di  $3 \cdot 10^{-6}$  m/s e valori minimi di  $10^{-9}$  m/s).

In Tab. 1 sono riportate le cinque classi di permeabilità definite per il presente progetto e i rispettivi range di variabilità della permeabilità, mentre nella Tab. 2 sono state associate le classi di permeabilità alle diverse unità indagate.

Tab. 1 – Classi di permeabilità.

CLASSI DI PERMEABILITA'		RANGE DI PERMEABILITA' (m/s)	
K5	ALTA	$K > 10^{-4}$	Permeabilità primaria (per porosità)
K4	MEDIO ALTA	$10^{-5} < K \leq 10^{-4}$	
K3	MEDIA	$10^{-6} < K \leq 10^{-5}$	Permeabilità secondaria (per fratturazione)
K2	BASSA	$10^{-8} < K \leq 10^{-6}$	
K1	MOLTO BASSA	$K \leq 10^{-8}$	

Tab. 2 – Attribuzione delle unità geologiche alle classi di permeabilità.

CLASSI DI PERMEABILITA'		RANGE DI PERMEABILITA' (m/s)	
Molto Bassa	K1	Dioriti quarzifere di Chiusa	$\delta$
		Granito di Bressanone	$\gamma bi$
		Granodioriti di tiles	<i>GDT</i>
		Brecce di intrusione	<i>BDI</i>
Bassa	K2	Filladi a granato	<i>BSS</i>
		Filladi ricche in quarzo	<i>BSSa</i>
		Filladi	<i>BSSb</i>
		Filladi carboniose	<i>BSSc</i>
		Aureola metamorfica	<i>MPC</i>
		Porfiroidi	<i>p</i>
		Paragneiss di Laion	<i>PRL</i>
		andesiti	$\alpha$
Medio - Alta	K4	Depositi alluvionali - deltizi	<i>Dlt, at, ar</i>
		Depositi colluviali	<i>c</i>
		Conoidi di detrito	<i>Cd</i>
		Conoide fluviale	<i>Cf</i>
		Detrito di versante	<i>D</i>

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 17 di 66

CLASSI DI PERMEABILITA'		RANGE DI PERMEABILITA' (m/s)	
		Deposito fluvioglaciali	<i>Df</i>
Alta	K5	Accumulo di frana	<i>f</i>
		Depositi antropici	<i>h</i>

Per le zone di faglia e le fasce tettonizzate la permeabilità è maggiore rispetto a quella prevista per l'ammasso roccioso in Tab. 2.

Sul profilo geotecnico è riportata l'attribuzione degli intervalli di permeabilità sopra definiti (Rif. [12] e [18]).

La stima delle possibili interferenze dell'opera in progetto sulle risorse idriche è stata effettuata utilizzando l'indice DHI Drawdon Hazard Index. L'indice DHI prevede la modellazione dell'ammasso roccioso come mezzo poroso equivalente; inoltre l'effetto della galleria è simulato senza considerare eventuali interventi di mitigazione delle venute d'acqua in galleria (es. impermeabilizzazione al contorno del cavo). Tali ipotesi definiscono uno scenario conservativo rispetto alla previsione della possibile interferenza con le sorgenti e con i pozzi. La definizione delle classi di rischio è riportata in Tab. 3.

Tab. 3 – Classi di rischio DHI.

Range DHI	Classe di Rischio
< 0.1	Nulla
0.1 ÷ 0.2	Basso
0.2 ÷ 0.3	Medio
> 0.3	Alto

I risultati della valutazione dell'impatto sulle sorgenti/pozzi dimostra che il 90% dei punti ricade entro le classi di rischio basso e nullo, mentre il 10% ricade nelle classi di rischio medio e alto (7% e 3% rispettivamente). Si rimanda agli elaborati specialistici per l'identificazione e l'ubicazione delle sorgenti a rischio [106].

È stata inoltre condotta una stima qualitativa dell'impatto da parte dello scavo sull'idrografia superficiale, prendendo in considerazione i possibili scambi tra i corsi d'acqua e i sistemi di flusso sotterranei, attraverso i principali sistemi di fratturazione presenti nell'area. I risultati di tale studio dimostrano che per tutti i torrenti il rischio stimato è medio alto. Si rimanda agli elaborati specialistici per l'identificazione e l'ubicazione dei corsi d'acqua a rischio [106].

Lo studio idrogeologico ha condotto, inoltre, alla stima degli afflussi d'acqua attesi in galleria in fase di scavo (regime transitorio). Le stime sono state condotte nell'ipotesi che il contorno dello scavo sia perfettamente drenante, quindi senza tener conto di interventi di consolidamento o dei sistemi di impermeabilizzazione. L'ammasso roccioso è stato modellato come mezzo poroso equivalente. La portata in galleria è definita con riferimento ad una tratta di 10 m di lunghezza, assumendo che le caratteristiche idrogeologiche siano omogenee e che lo scavo avvenga istantaneamente, senza produrre perturbazioni al regime idraulico nelle tratte adiacenti. Con tali ipotesi conservative, si massimizzano le portate d'acqua stimate, definite portate massime transitorie [106]. Sono state quindi definite sei classi di portata massima transitoria riferite ad una tratta di 10 m di lunghezza:

- 1.  $q = 0 \div 0.2$  l/s/10m
- 2.  $q = 0.2 \div 0.4$  l/s/10m

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	18 di 66

- 3.  $q = 0.4 \div 2$  l/s/10m
- 4.  $q = 2 \div 10$  l/s/10m
- 5.  $q = 10 \div 2$  l/s/10m
- 6.  $q > 20$  l/s/10m

### 6.3 MODELLAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si riportano gli intervalli dei principali parametri fisico-meccanici delle unità interessate dalle opere afferenti la galleria Gardena.

Tab. 4 – Matrice litoide – Riepilogo range di variabilità dei parametri geotecnici.

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma_{ci}$ (MPa)	$E_i$ (GPa)
$p$	27	40 ÷ 60	12 ÷ 33
$\alpha$	26	100 ÷ 150	30 ÷ 50
BSS*	27	27 ÷ 121	17 ÷ 35
BSSc	27	13 ÷ 34	19 ÷ 42

Nell'intervallo di valori dei parametri geotecnici sopra definiti, sono stati individuati i parametri caratteristici appropriati per le verifiche delle opere in sotterraneo. In funzione della copertura e dell'indice GSI potranno essere definite le caratteristiche dell'ammasso roccioso.

Tab. 5 – Matrice litoide – Riepilogo dei parametri geotecnici.

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma_{ci}$ (MPa)	$E_i$ (GPa)	$m_i$ (-)
$p$	27	50	22.5	7
$\alpha$	26	100	30	25
BSSa	27	55	27	7
BSSb	27	40	22	7
BSSc	27	25	19	7

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	19 di 66

## 6.4 ANALISI DEL RISCHIO

Considerando le litologie presenti, le condizioni geostrutturali, le condizioni idrauliche, il possibile comportamento dell'ammasso allo scavo e le condizioni al contorno, sono state prese in esame le seguenti tipologie di rischi. Le differenti tipologie di rischio sono esplicitati nei profili geomeccanici [12]-[18] in cui è riportata la valutazione del rischio secondo una scala da nullo ad elevato.

### Elementi geotecnici

- **Instabilità del fronte e/o del cavo**
  - Zone tettonizzate/superfici di taglio: rischio medio-elevato nelle tratte di faglia. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
  - Basse coperture: rischio da elevato a medio all'imbocco nord per i prima circa 40 metri. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
  - Transizione litologica: Rischio nullo nei settori in esame.
  - Spinte dissimetriche: rischio medio in corrispondenza della faglia 8, rischio basso all'interno delle faglie 1 e 2. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
  - Caduta blocchi: distacchi condizionati da superfici di discontinuità; il potenziale pericolo è proporzionale al grado di fessurazione dell'ammasso roccioso nonché dalle condizioni delle discontinuità (spaziatura, persistenza, riempimento, apertura, ecc.). Prevalentemente, il rischio è potenzialmente elevato all'interno delle zone maggiormente fratturate dei porfiroidi p.
- **Fenomeni di squeezing:** rischio basso nei settori in esame.
- **Fenomeni di spalling:** rischio nullo nei settori in esame.
- **Alte deformazioni dell'ammasso:** rischio medio in corrispondenza della faglia 8 all'interno delle filladi BSSa; rischio nullo nelle tratte all'interno dei porfiroidi p e basso per le altre tratte all'interno delle filladi BSSa.
- **Fenomeni di subsidenza/interferenza con opere pre-esistenti:** rischio nullo nelle tratte in esame.

### Elementi geologici

- **Presenza di quarzo in elevate quantità:** il rischio risulta alto all'interno delle filladi ricche in quarzo BSSa mentre è medio nei porfiroidi.
- **Presenza di gas:** per le formazioni rocciose attraversate dalle tratte in esame il rischio è nullo.
- **Litologie potenzialmente contenenti materiali minerali asbestiformi:** per le formazioni rocciose attraversate dalle tratte in esame il rischio è nullo.

### Elementi idrogeologici

- **Venute d'acqua:** rischio medio-elevato nelle tratte di faglia. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
- **Interferenza sorgenti/corsi d'acqua:** rischio nullo nei settori in esame.
- **Carico idraulico elevato:** rischio medio per le tratte di faglia mentre il rischio è nullo negli altri settori in esame.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	20 di 66

## 6.5 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO

La galleria Gardena è realizzata con metodo di scavo in tradizionale dalla pk. 16+134 alla pk 16+588 km (BD). Per la tratta suddetta, si prevede l'adozione dello scavo a piena sezione, ad eccezione delle sezioni di grandi dimensioni (Camerone). Nell'attraversamento di zone fratturate sono previsti interventi di precontenimento del fronte e/o del contorno ed interventi di presostegno. Il rivestimento di prima fase è nella generalità dei casi composto da spritz-beton e centine metalliche. I rivestimenti definitivi sono previsti in calcestruzzo non armato o armato, in funzione del contesto geotecnico attraversato e delle condizioni di carico. A tergo dei rivestimenti definitivi di calotta e di piedritto si porrà in opera l'impermeabilizzazione, costituita da uno strato di geotessuto e da una guaina in PVC. Al piede dell'impermeabilizzazione, su ciascun piedritto, si disporrà un tubo microfessurato di presidio per eventuale drenaggio delle acque presenti nell'ammasso. Nell'attraversamento di zone molto fratturate e nelle quali il regime idraulico sotterraneo potrebbe essere connesso con sorgenti o corsi d'acqua si prevedono interventi e soluzioni particolari, al fine di mitigare l'eventuale interferenza della galleria con le risorse idriche superficiali.

Le diverse soluzioni progettuali, in termini di tipologia, geometria ed intensità degli interventi di precontenimento e di sostegno dello scavo definiscono le "sezioni di scavo e consolidamento" descritte nel seguito.

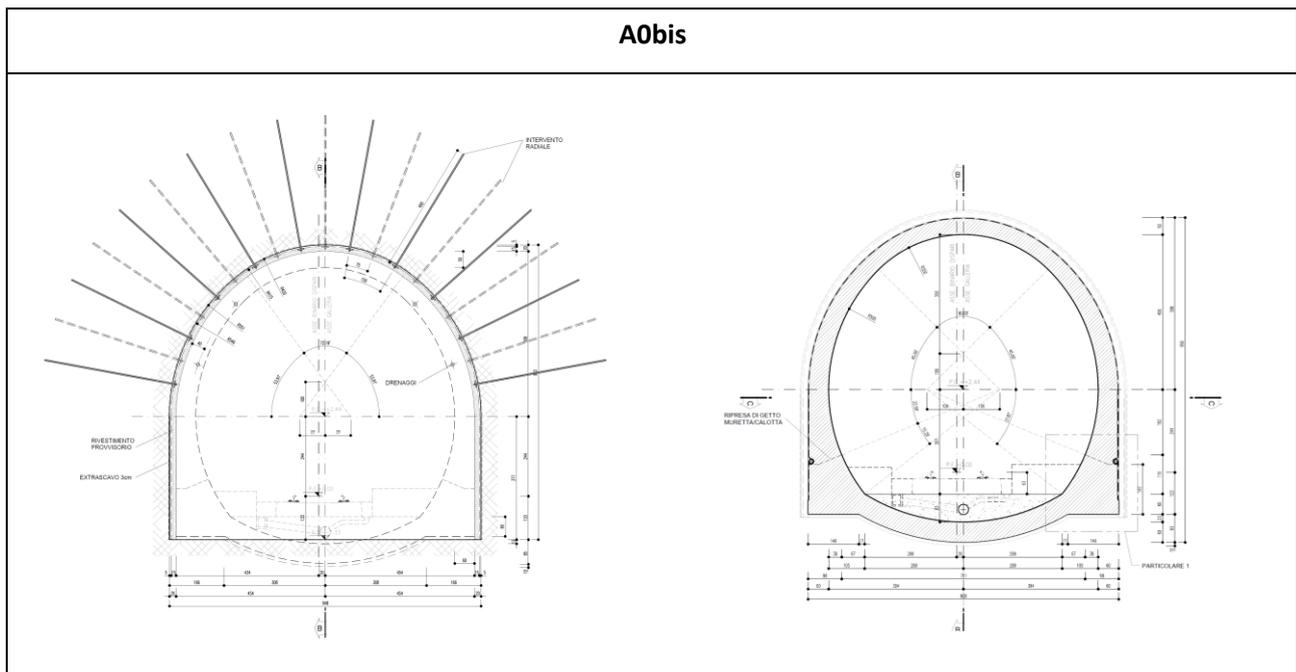
La variabilità dei sostegni per ogni sezione tipo è descritta nel cap. 10.9.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>21 di 66</b>

### 6.5.1 Sezione A0bis

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	3.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
<b>Sostegno al fronte</b>	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
<b>Sostegno radiale</b>	9+10 bulloni radiali tipo swellex L= 4.0, $i_{LONG}=2.0$ m $i_{TRASV}=1.5$ m ( $\pm 20\%$ )	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	Eventuali n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
	Centine metalliche	Non previste
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s = 60 cm, in cls non armato
	Calotta e piedritti	s = 50 cm, in cls non armato

Tabella 6-1. Sezione tipo A0bis

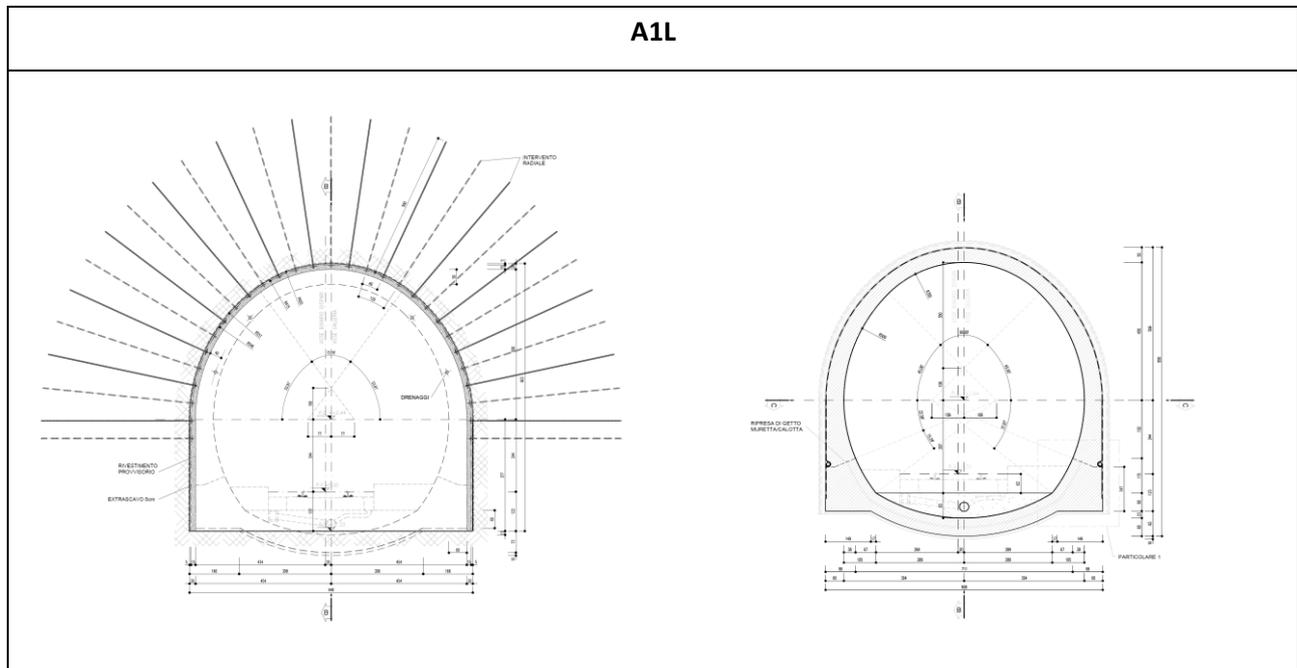


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>22 di 66</b>

## 6.5.2 Sezione A1L

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	2.8 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
<b>Sostegno radiale</b>	14+15 bulloni radiali tipo Ø24, L= 5.0, $i_{LONG}=1.4$ m , $i_{TRASV}=1.2$ m (±20%)	
<b>Sostegno al contorno</b>		
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s =15 cm, seconda fase
	Centine metalliche	-
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s = 60 cm, in cls armato per arco rovescio s = 70 cm in cls armato per murette
	Calotta e piedritti	s = 50 cm, in cls non armato

Tabella 6-2. Sezione tipo A1L

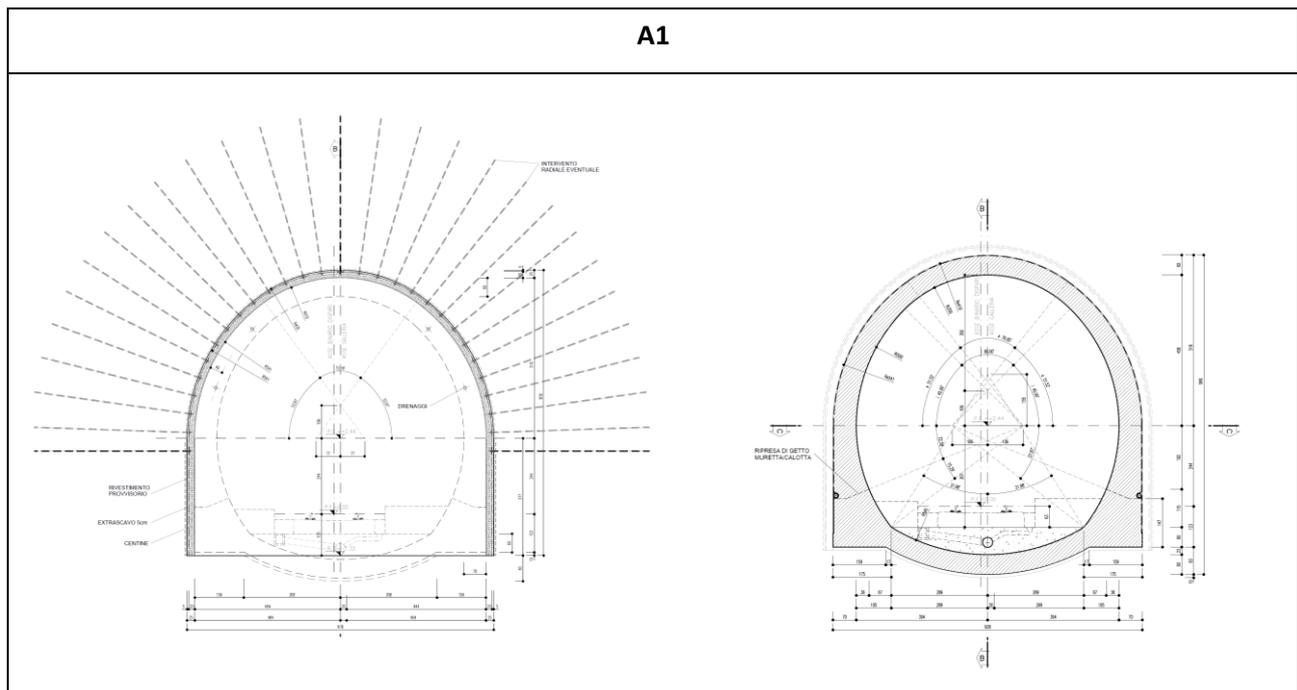


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandataria:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>23 di 66</b>

### 6.5.3 Sezione A1

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	2.8 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
<b>Sostegno radiale</b>	Eventuale 14+15 bulloni radiali tipo $\varnothing 24\text{mm}$ , $L= 5.0$ , $i_{\text{LONG}}=1.4\text{ m}$ $i_{\text{TRASV}}=1.2\text{m}$ ( $\pm 20\%$ )	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{\text{tot}} = 30\text{ m}$ (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60\text{ mm}$ , spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5\text{ cm}$ , prima fase
	Centine metalliche	$s = 20\text{ cm}$ , seconda fase
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s = 60\text{ cm}$ , in cls armato per arco rovescio
	Calotta e piedritti	$s = 70\text{ cm}$ in cls armato per murette
		$s = 60\text{ cm}$ , in cls non armato

Tabella 6-3. Sezione tipo A1

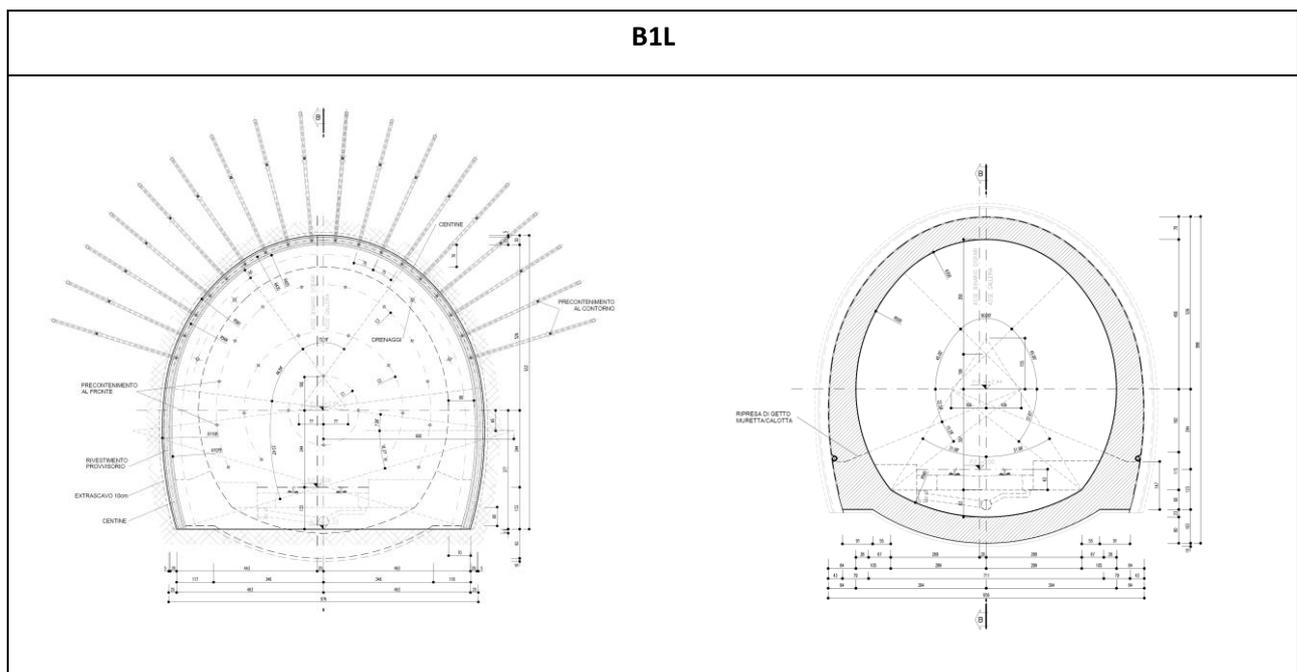


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>24 di 66</b>

## 6.5.4 Sezione B1L

<b>Campo di avanzamento</b>	9.6 m	
<b>Sfondo massimo</b>	2.4 m con sagomatura del fronte a forma concava	
<b>Sostegno al fronte</b>	24 R51N L =15 sovrapp. Min 5.4m $\pm 20\%$ , 5 cm di SB fibrorinforzato su ciascuno sfondo e 10 cm a fine campo	
<b>Sostegno radiale</b>	-	
<b>Sostegno al contorno</b>	18 R51N L = 12m, passo 4.80 m $\pm 20\%$	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, i = 1.2 m ( $\pm 20\%$ )
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s = 80 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s = 70 cm, in cls non armato

Tabella 6-4. Sezione tipo B1L

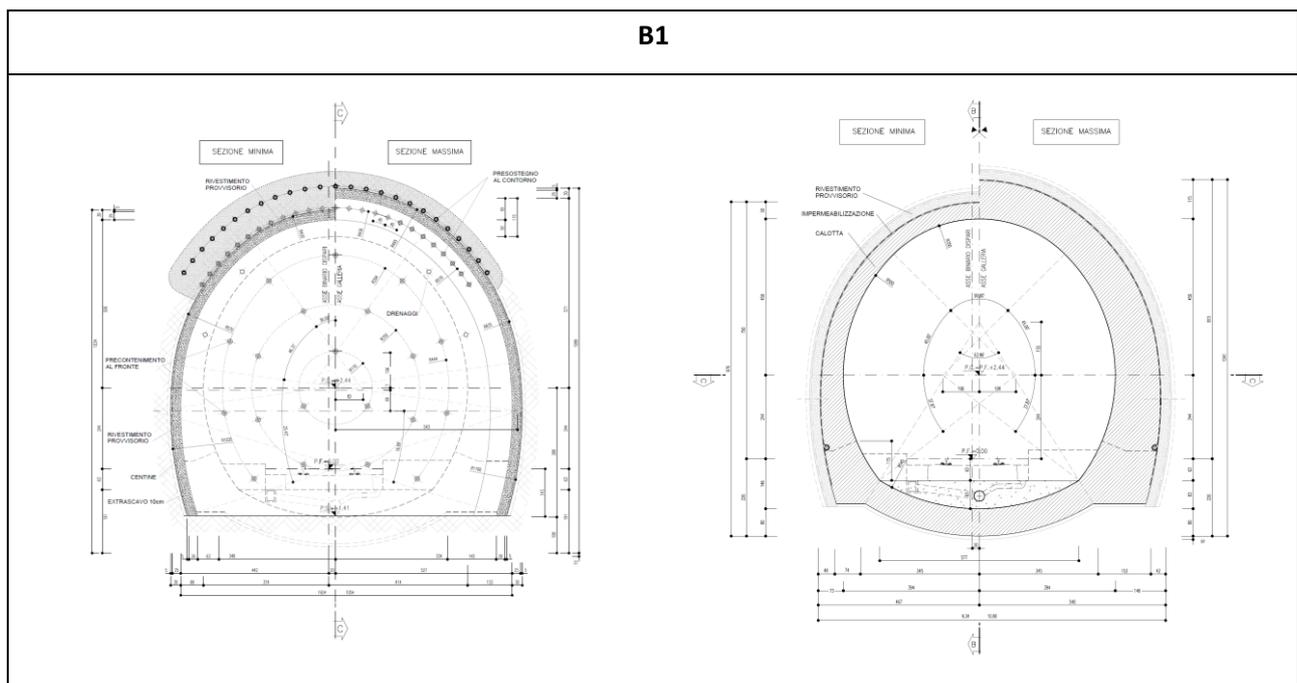


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>25 di 66</b>

### 6.5.5 Sezione B1

<b>Campo di avanzamento</b>	8.5 m	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
<b>Sostegno al fronte</b>	20 elementi strutturali in VTR di lunghezza L=13,5 m, cementati in foro con miscele cementizie; è prevista una variabilità = ±20% 10 cm di SB fibrorinforzato sul 50% sfondi e 15 cm a fine campo	
<b>Sostegno radiale</b>	-	
<b>Sostegno al contorno</b>	25 tubi in acciaio Ø127 lmn, sp.= 10 mn, L=12 m, valvolati (1 valvola/m), p=0,4 m, compresi entro un angolo di 120°	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 13 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, i = 1.0 m (±20%)
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s = 80 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s = 50-115 cm, in cls non armato

Tabella 6-5. Sezione tipo B1

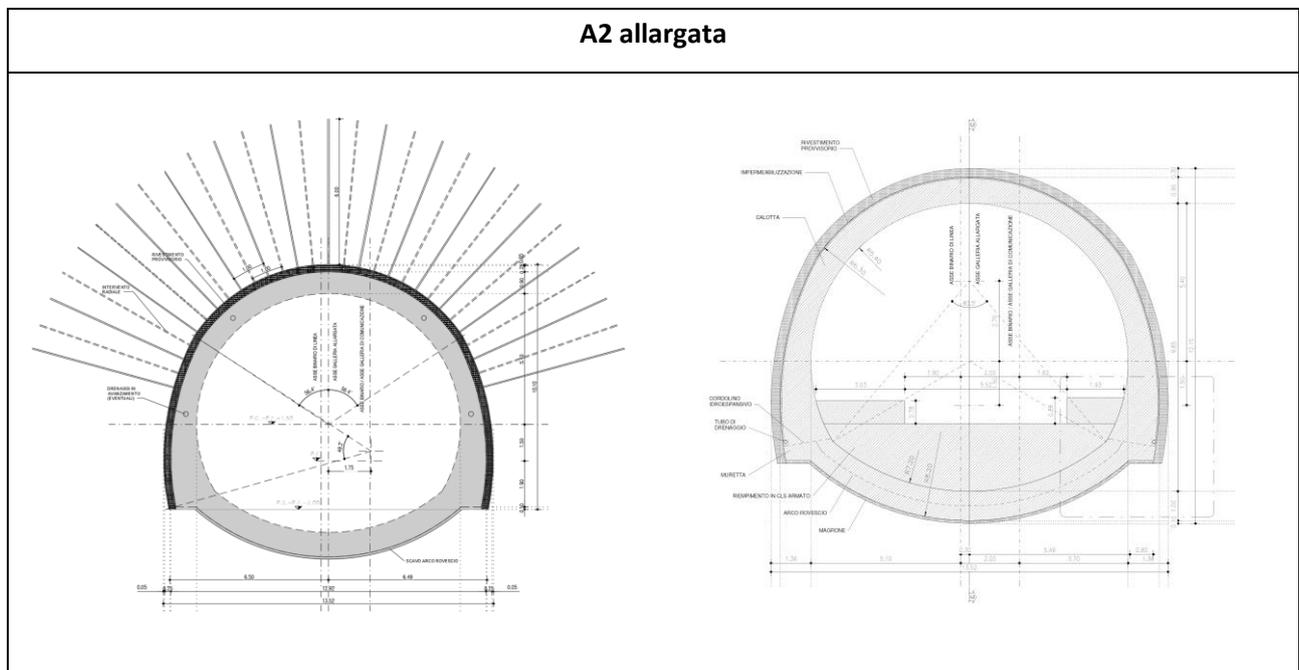


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>26 di 66</b>

### 6.5.7 Sezione A2 allargata

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	5 cm di SB fibrorinforzato su ogni sfondo e 10 cm a fine campo	
<b>Sostegno radiale</b>	15+14 bulloni radiali Ø24 o Swellex equivalenti, L= 6.0, i <sub>LONG</sub> =1.2 m, i <sub>TRASV</sub> =1.0m (±20%)	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB 180, i=1.2 m (±20%)
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s <sub>min</sub> = 100 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s <sub>min</sub> = 90 cm, in cls armato

Tabella 6-6. Sezione tipo A2 allargata

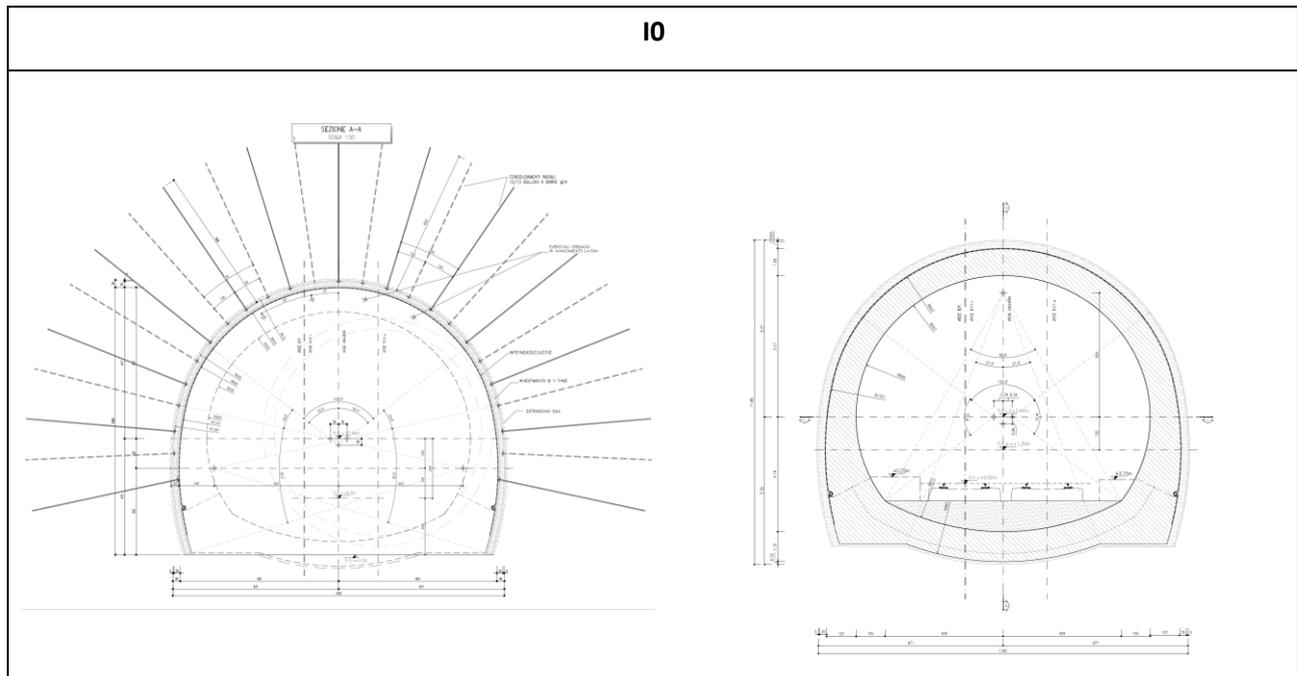


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A. <b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>27 di 66</b>

### 6.5.8 Sezione I0

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m scavo calotta (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento	
<b>Sostegno radiale</b>	12+13 bulloni radiali a barre Ø24 o Swellex equivalenti, L=6.0 m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV} = 2.0 (\pm 20\%)$	
<b>Sostegno al contorno</b>	Non previsto	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB180, $i = 1.0$ m ( $\pm 20\%$ )
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato

Tabella 6-7. Sezione tipo I0

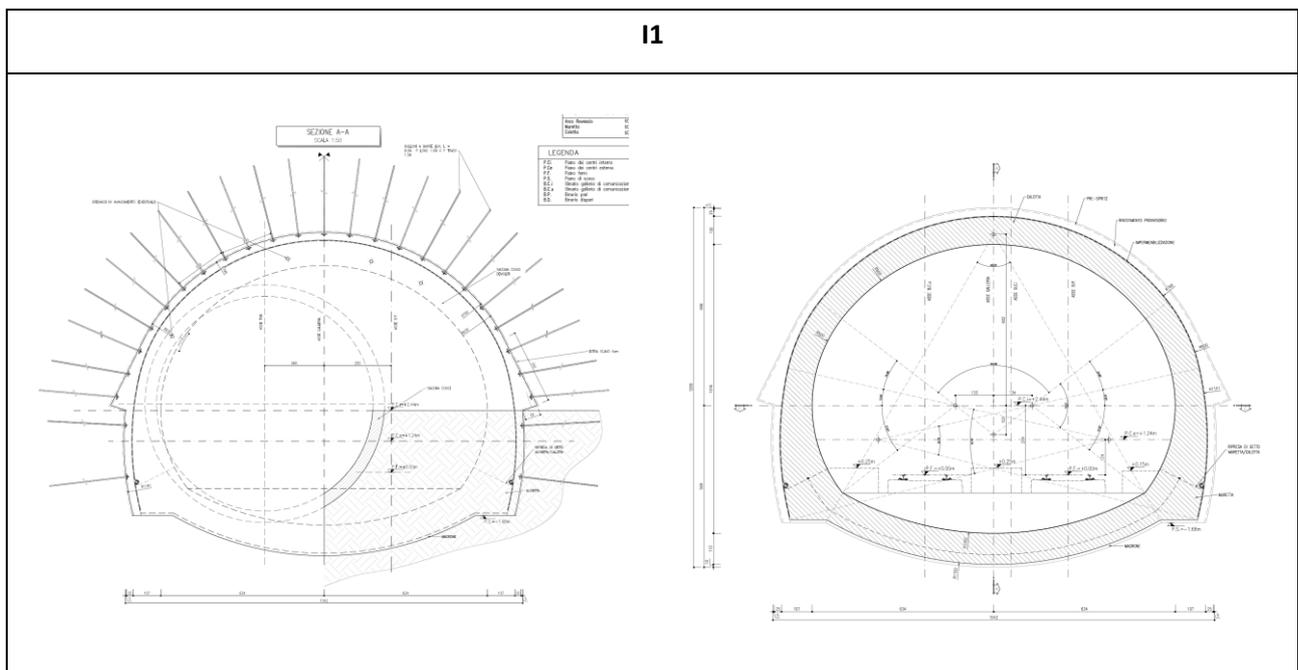


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>28 di 66</b>

### 6.5.9 Sezione I1

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0 m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento di calotta / Sp=5 cm ogni sfondo per scavo strozzo	
<b>Sostegno radiale</b>	13+14 bulloni radiali Ø24 (o Swellex equivalenti), disposti in raggere alternate L=6.0 m, i <sub>LONG</sub> = 1.0m, i <sub>TRASV</sub> =2.0m. (±20%)	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, i=1.0 m (±20%)
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s <sub>min</sub> = 110 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s <sub>min</sub> = 100 cm, in cls armato

Tabella 6-8. Sezione tipo I1

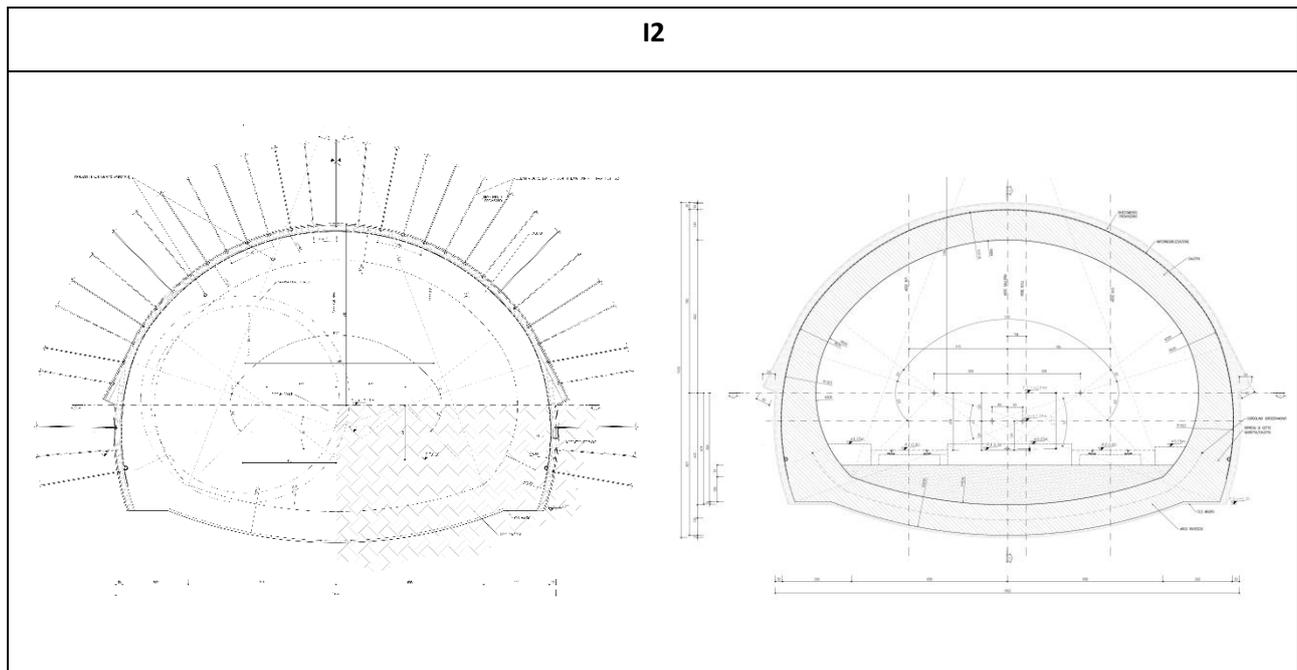


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	29 di 66

## 6.5.10 Sezione I2

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0 m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con $S_p=5$ cm ogni sfondo e $s_p=10$ cm a fine campo di avanzamento di calotta, $S_p=5$ cm ogni sfondo per scavo strozzo	
<b>Sostegno radiale</b>	16+17 bulloni radiali a barre $\varnothing 24$ , (o Swellex equivalenti) disposti in raggiere alternate, $L=8.0$ m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m ( $\pm 20\%$ )	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase
		$s = 25$ cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ m ( $\pm 20\%$ )
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 130$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 130$ cm, cls armato

Tabella 6-9. Sezione tipo I2

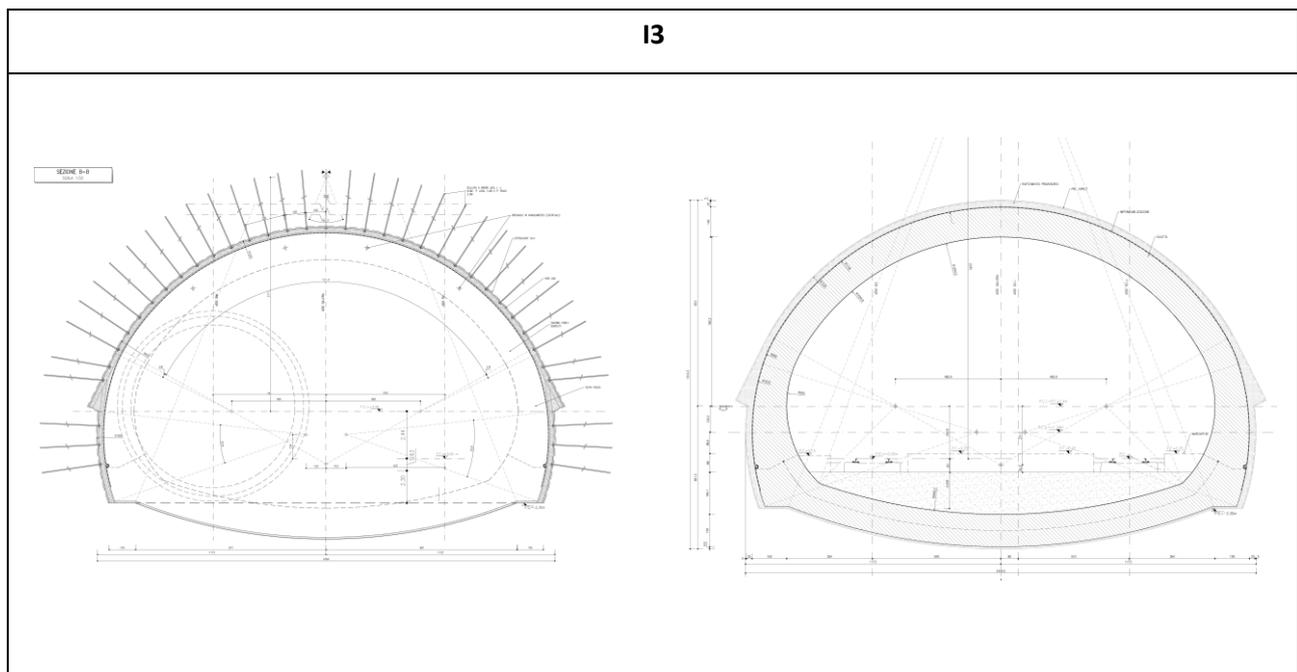


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	30 di 66

### 6.5.11 Sezione I3

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con $S_p=5$ cm ogni sfondo e $s_p=10$ cm a fine campo di avanzamento di calotta, $S_p=5$ cm ogni sfondo per scavo strozzo	
<b>Sostegno radiale</b>	18+19 bulloni radiali a barre $\varnothing 24$ o Swellex equivalenti, $L=8.0$ m, $i_{LONG} = 1.0$ m $i_{TRASV}=2.0$ m ( $\pm 20\%$ )	
<b>Sostegno al contorno</b>	Non previsto	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase $s = 25$ cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ m ( $\pm 20\%$ )
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 150$ cm, cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 140$ cm, cls armato

Tabella 6-10. Sezione tipo I3

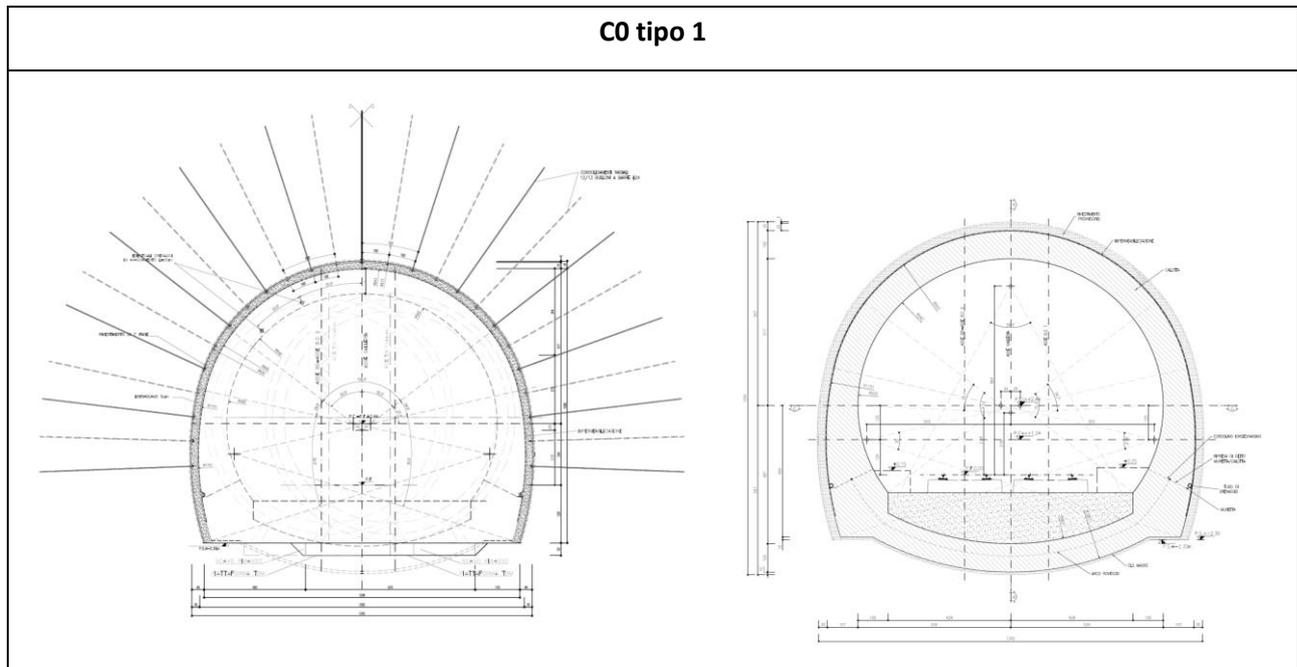


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A. <b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>31 di 66</b>

### 6.5.12 Sezione C0 tipo 1

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento	
<b>Sostegno radiale</b>	12+13 bulloni radiali a barre Ø24 o Swellex equivalenti, disposti in raggere alternate, L=6.0 m, i <sub>LONG</sub> = 1.0 m, i <sub>TRASV</sub> =2.0 m (±20%)	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB180, i=1.0 m (±20%)
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s <sub>min</sub> = 100 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s <sub>min</sub> = 100 cm, in cls armato

Tabella 6-11. Sezione tipo C0 tipo1

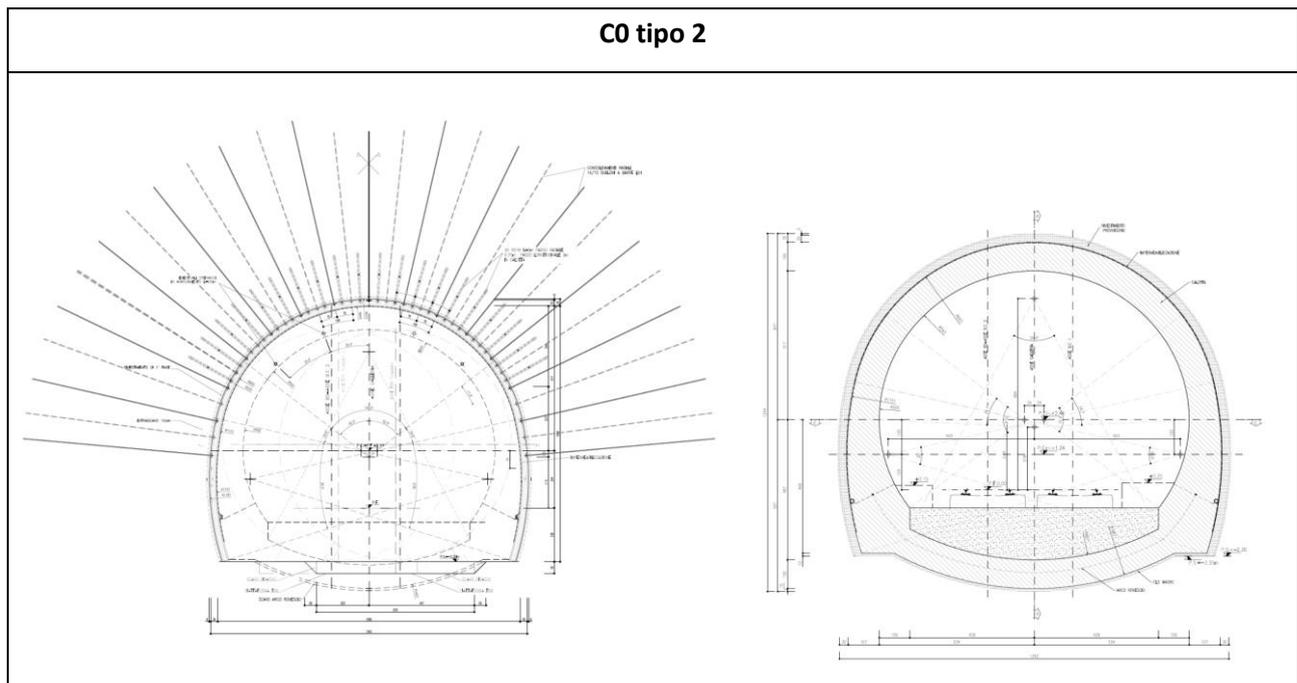


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>32 di 66</b>

### 6.5.13 Sezione C0 tipo 2

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	2.0 m scavo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con $Sp=10$ cm ogni sfondo e $sp=15$ cm a fine campo di avanzamento; 24 barre autopercoranti tipo R51N, $L=12.0$ m, sovrapposizione minima 6.0m, maglia 1.80x1.80m	
<b>Sostegno radiale</b>	14+15 bulloni radiali a barre $\varnothing 24$ (o Swellex equivalenti), $L=8.0$ m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=1.5$ m ( $\pm 20\%$ )	
<b>Sostegno al contorno</b>	20 barre autopercoranti tipo R51N, $L=6.0$ m $i_{LONG} = 3.0$ m, $i_{TRASV} = 0.75$ m	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase
	Centine metalliche	$s = 25$ cm, seconda fase
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato

Tabella 6-12. Sezione tipo C0 tipo2

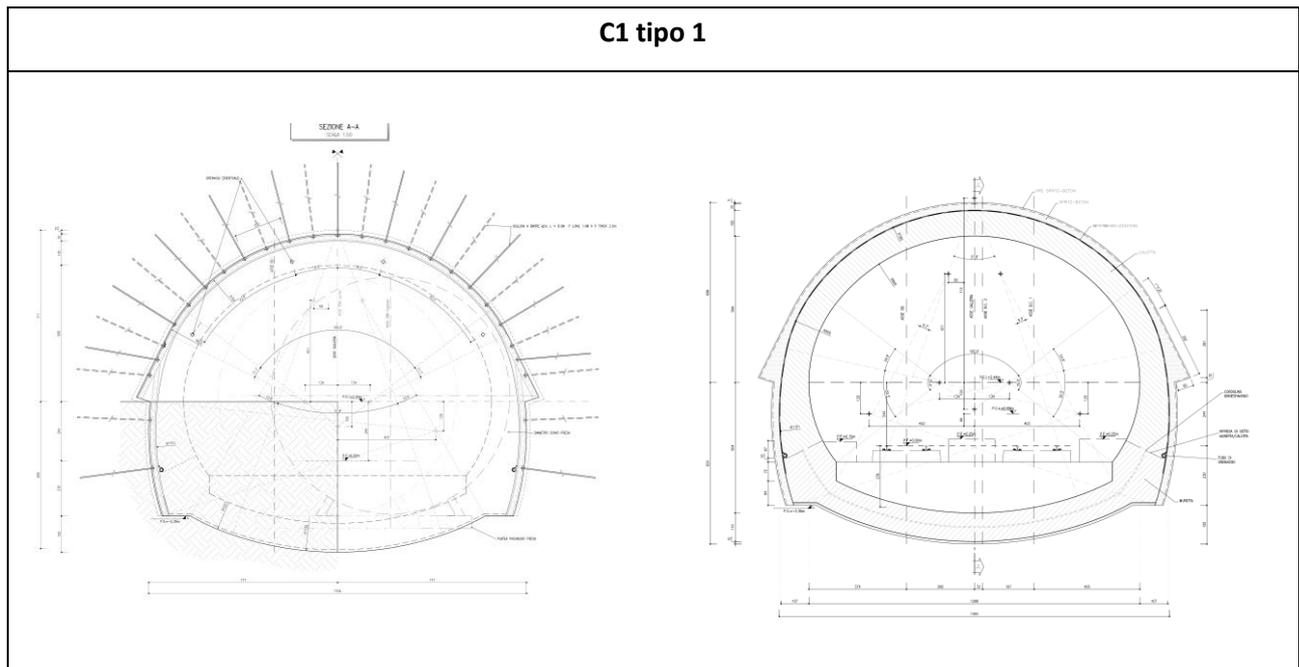


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>33 di 66</b>

### 6.5.14 Sezione C1 tipo 1

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=15 cm a fine campo di avanzamento di calotta, Sp=5 cm ogni sfondo per scavo strozzo;	
<b>Sostegno radiale</b>	13+14 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti), disposti in raggiere alternate, L=6.0 m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m ( $\pm 20\%$ )	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ ( $\pm 20\%$ )
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 110$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato

Tabella 6-13. Sezione tipo C1 tipo1

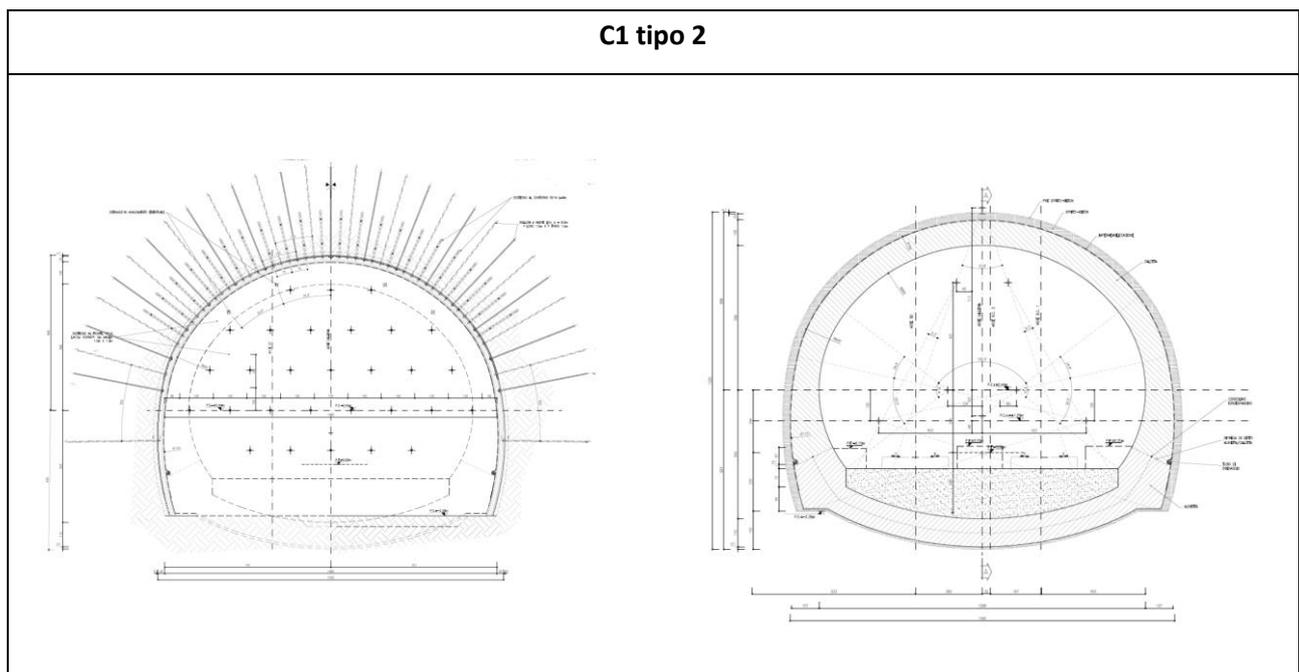


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	34 di 66

### 6.5.15 Sezione C1 tipo 2

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	2.0 m scavo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=10 cm ogni sfondo e sp=15 cm a fine campo di avanzamento; 29 barre autoperforanti tipo R51N, L=12.0 m, sovrapposizione minima 6.0m, maglia 1.80x1.80m	
<b>Sostegno radiale</b>	15+16 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti) disposti in raggiera alternate, L=8.0 m, i <sub>LONG</sub> = 1.0 m, i <sub>TRASV</sub> =1.5 m ±20%.	
<b>Sostegno al contorno</b>	22 barre autoperforanti tipo R51N, L=6.0 m, i <sub>LONG</sub> = 3.0m, i <sub>TRASV</sub> = 0.75 m	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB220, i=1.0 m ±20%
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	S <sub>min</sub> = 110 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	S <sub>min</sub> = 100 cm, in cls armato

Tabella 6-14. Sezione tipo C1 tipo2

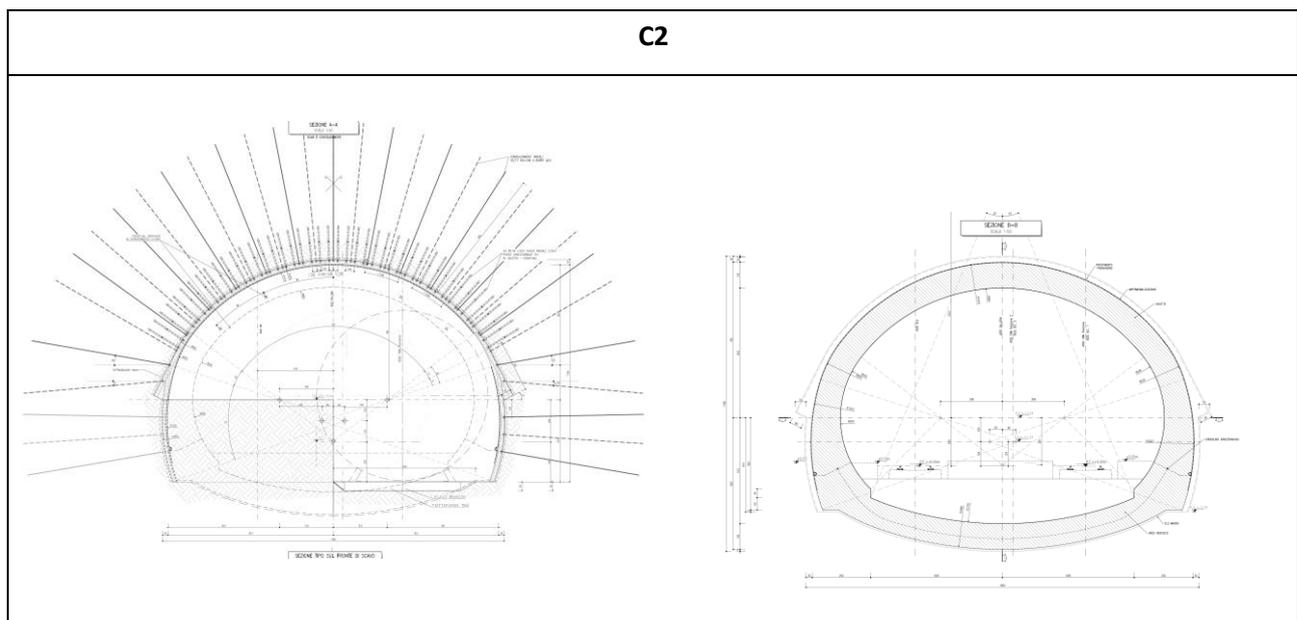


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>35 di 66</b>

### 6.5.16 Sezione C2

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con $S_p=5$ cm ogni sfondo e $s_p=10$ cm a fine campo di avanzamento di calotta, $S_p=5$ cm ogni sfondo per scavo strozzo. Eventuali 44 ancoraggi al fronte in calotta R51N L=12m sovrapp. 6m maglia 1.5m x 1.5m.	
<b>Sostegno radiale</b>	16+17 bulloni radiali a barre $\varnothing 24$ (o Swellex equivalenti), disposti in raggiere alternate, L=8.0 m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m $\pm 20\%$	
<b>Sostegno al contorno</b>	Eventuali in calotta R51N L=6m passo radiale 0.5m ; longitudinale 3m	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase
	Centine metalliche	$s = 25$ cm, seconda fase
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 130$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 130$ cm, in cls armato

Tabella 6-15. Sezione tipo C2

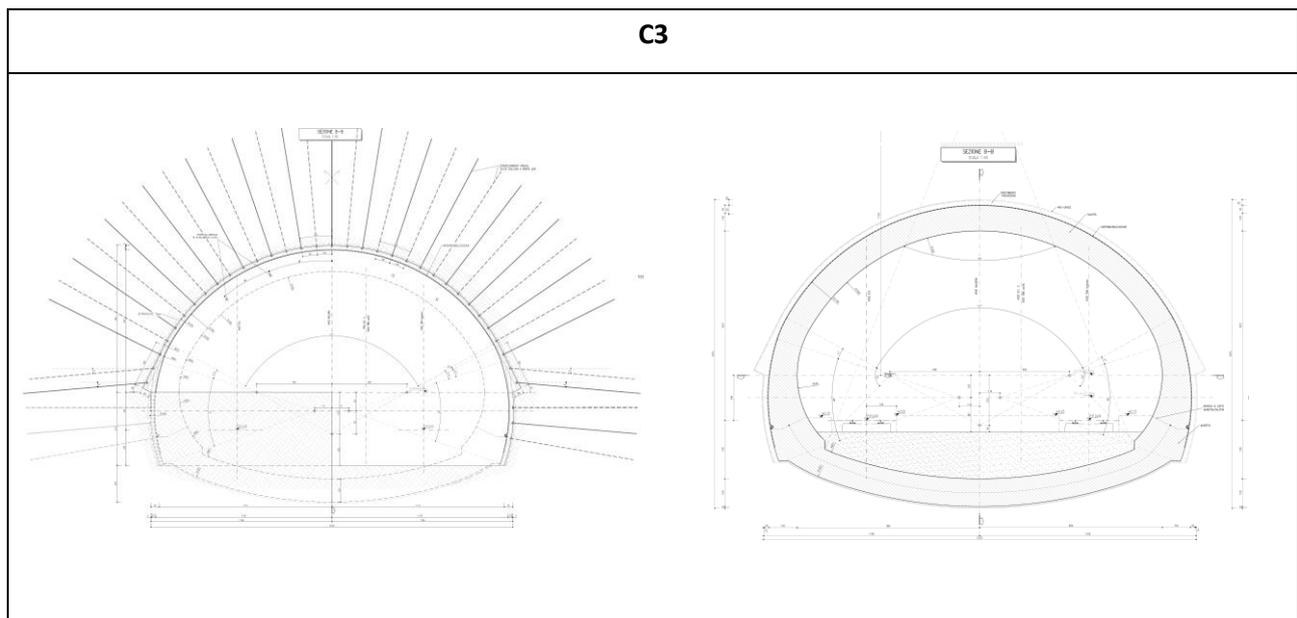


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 36 di 66	

### 6.5.17 Sezione C3

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento di calotta, Sp=5 cm ogni sfondo per scavo strozzo	
<b>Sostegno radiale</b>	19+20 bulloni radiali a barre Ø30 (o Swellex equivalenti), disposti in raggiere alternate, L=8.0 m, i <sub>LONG</sub> = 1.0 m, i <sub>TRASV</sub> =2.0 m. ±20%	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB220, i=1.0 m ±20%
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	s <sub>min</sub> = 150 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s <sub>min</sub> = 140 cm, in cls armato

Tabella 6-16. Sezione tipo C3

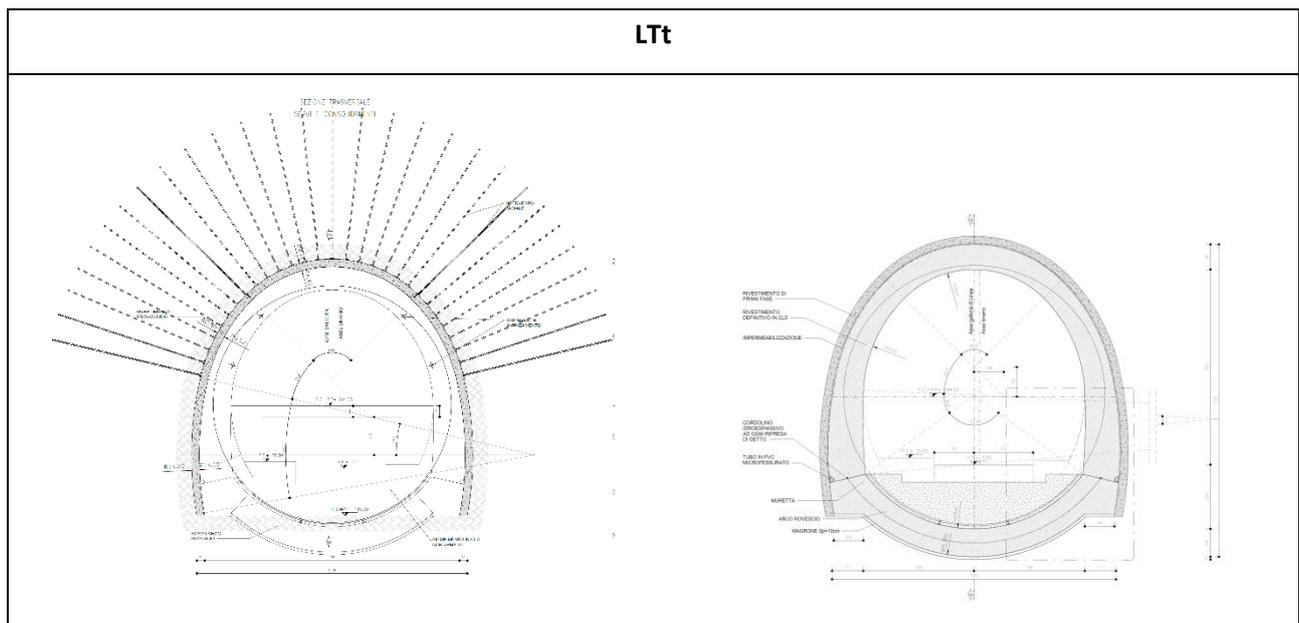


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	37 di 66

### 6.5.18 Sezione LTt

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	3.0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e 10 ogni campo di avanzamento	
<b>Sostegno radiale</b>	14+15 bulloni $\phi 24$ , o Swellex equivalenti L = 6.0m p long 1.2m x p trasv 1.0m	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB180, i=1.4 m
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 90$ cm, in cls armato

Tabella 6-17. Sezione tipo LTt

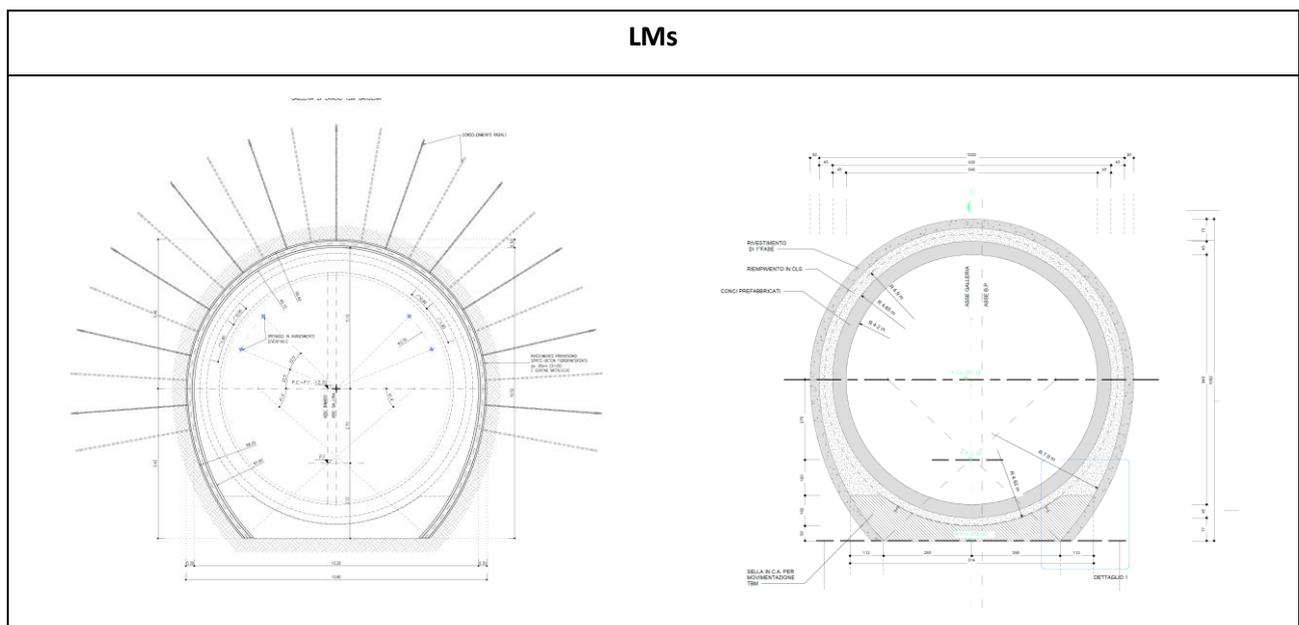


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	38 di 66

### 6.5.19 Sezione LMs

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	1.0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=30 cm parete di fondo partenza TBM	
<b>Sostegno radiale</b>	11+12 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti), L=6.0 m, i <sub>LONG</sub> = 1.2 m, i <sub>TRASV</sub> =1.8 m.	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L <sub>tot</sub> = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN180, i=1.0 m ±20%
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	conci TBM
	Calotta e piedritti	conci TBM

Tabella 6-18. Sezione tipo LMs

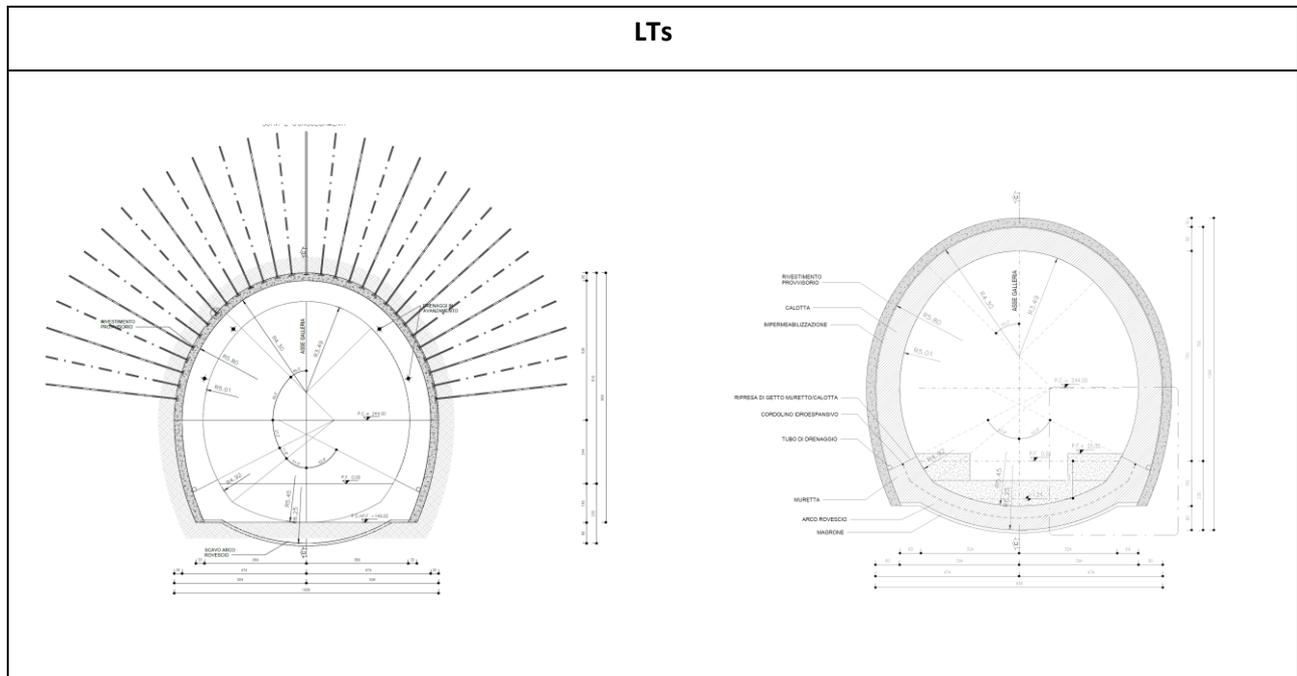


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>39 di 66</b>

## 6.5.20 Sezione LTs

<b>Campo di avanzamento</b>	-	
<b>Sfondo massimo</b>	2.80 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
<b>Sostegno al fronte</b>	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e 10 a fine campo	
<b>Sostegno radiale</b>	14+15 bulloni $\phi 24$ , o Swellex equivalenti L = 6.0m p long 1.2m x p trasv 1.0m	
<b>Sostegno al contorno</b>	-	
<b>Sostegno al piede delle centine</b>	Non previsto	
<b>Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)</b>	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
<b>Rivestimento di prima fase</b>	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB180, i=1.4 m $\pm 20\%$
<b>Impermeabilizzazione</b>	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
<b>Rivestimento definitivo</b>	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 80$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 80$ cm, in cls armato

Tabella 6-19. Sezione tipo LTs



APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 40 di 66

## 6.6 MODALITÀ DI SCAVO PREVISTE

Le modalità di scavo previste sono a piena sezione per tutte le sezioni della galleria. Nell'ambito dei cameroni si prevede, per le sezioni che sono caratterizzate da una maggiore estensione del fronte di scavo, la modalità di scavo a sezione parzializzata.

Nello specifico le modalità di scavo parzializzato prevedono la seguente modalità realizzativa (vedasi Figura 6-1):

1. Scavo del settore di calotta;
2. Scavo del ribasso (sempre preceduto dalla posa in opera del prerivestimento nel settore di calotta) e contestuale posa in opera del relativo prerivestimento ;
3. Scavo dell' arco rovescio (A.R.)

La fasistica esecutiva di ogni sezione tipo è descritta dettagliatamente nell'ambito delle relazioni di calcolo delle opere ed in specifici elaborati grafici.

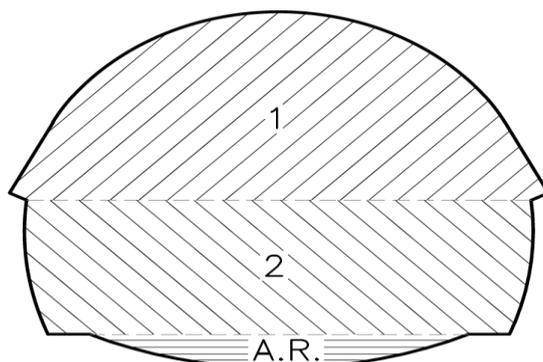


Figura 6-1– Schema realizzativo scavo parzializzato cameroni

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	41 di 66

## 7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/2009.

Con riferimento ai rivestimenti provvisori e definitivi, si sottolinea che la classe di resistenza dei calcestruzzi riportata nelle tabelle che seguono è quella utilizzata ai fini della sola modellazione numerica e delle verifiche strutturali (per i rivestimenti definitivi si rimanda alle indicazioni del Capitolato

Per le caratteristiche dei materiali da adottare per la realizzazione delle opere si rimanda all'elaborato "Caratteristiche dei materiali – Quadro sinottico".

### 7.1 RIVESTIMENTO PROVVISORIO DELLA GALLERIA NATURALE

Calcestruzzo proiettato fibrorinforzato	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{0.85f_{ck}}{1.5} = 14.11 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$
Classe minima di sviluppo della resistenza minima a compressione a breve termine	J2
Curva granulometrica degli aggregati di tipo Continuo con diametro massimo di:	10 mm
Classe di consistenza	S5
Classe di assorbimento energetica minima	E700

Calcestruzzo proiettato fibrorinforzato	
Classe di resistenza	C30/37
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{0.85f_{ck}}{1.5} = 17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 33000 \text{ MPa}$
Classe minima di sviluppo della resistenza minima a compressione a breve termine	J2
Curva granulometrica degli aggregati di tipo Continuo con diametro massimo di:	10 mm
Classe di consistenza	S5
Classe di assorbimento energetica minima	E700

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	42 di 66

Acciaio per centine		
Tipo	S 275	S 355
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$	$f_{tk} \geq 510 \text{ Mpa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$	$f_{yk} \geq 355 \text{ Mpa}$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$	$E_s = 210000 \text{ Mpa}$

Bulloni Swellex Pm16/ Pm24		
Tipo	Pm16	Pm24
Carico a rottura	160 kN	240 kN
Carico di snervamento	140 kN	200 kN
Diametro	36 mm	36 mm
Spessore	2 mm	3 mm
Diametro di perforazione	43-52 mm	43-52 mm
Allungamento massimo	20%	20%

Bulloni aderenza continua	
Acciaio	B 450 C
Diametro	da 24 a 30 mm
Diametro di perforazione	>51 mm

Bulloni autopercoranti in acciaio R51N	
Tipo	R51N
Carico caratteristico di rottura ( $f_{tk} \cdot A_s$ )	$F_{tk} \geq 800 \text{ kN}$
Carico caratteristico di snervamento ( $f_{yk} \cdot A_s$ )	$F_{yk} \geq 630 \text{ kN}$
Diametro esterno	51 mm
Diametro interno	33 mm
Diametro di perforazione	>100 mm

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	43 di 66

## 7.2 RIVESTIMENTI DEFINITIVI

<b>Calcestruzzo non armato</b>	
Classe di resistenza	C25/30
Tensione massima di compressione	$\sigma_c = 6.225 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$

<b>Calcestruzzo armato</b>	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{0.85 f_{ck}}{1.5} = 14.11 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Classe di contenuto in cloruri	CL 0.2
Diametro massimo aggregato	32 mm
Copriferro	5 cm

<b>Acciaio per barre di armatura</b>	
Tipo	B 450 C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima in esercizio	$\sigma_{lim} = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	44 di 66

## 8. ELEMENTI NECESSARI ALLA GESTIONE DELLE LINEE GUIDA E CRITERI APPLICATIVI

Il progetto della galleria naturale è stato sviluppato attraverso:

- la caratterizzazione degli ammassi presenti lungo il tracciato, per mezzo dell'individuazione delle caratteristiche geologiche, litologiche, idrogeologiche e geomeccaniche (fase conoscitiva);
- la previsione di comportamento dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi e la suddivisione del tracciato in sotterraneo in tratte a comportamento geomeccanico omogeneo in funzione dello stato tensionale agente e delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso (fase di diagnosi);
- l'individuazione delle sezioni tipo prevalenti (quelle che appaiono in percentuale maggiore sui profili geomeccanici delle gallerie naturali) in ogni tratta definita omogenea ed eventualmente anche di altre sezioni subordinate alle precedenti e previste lungo la tratta per situazioni differenti dalle precedenti: zone di faglia, zone di intensa fratturazione, elevata variabilità dei parametri geomeccanici, tratte a bassa copertura, morfologie particolari, condizioni idrogeologiche particolarmente critiche, possibili interferenze con le preesistenze di superficie (fase di terapia).

Con le presenti "linee guida" s'intende creare uno strumento che definisce quali saranno i criteri che il progettista adotterà in corso d'opera per:

- confermare la sezione tipo più adeguata, tra quelle già previste in una determinata tratta e riportate in chiaro sugli elaborati "profili geomeccanici";
- variare quegli interventi, nell'ambito delle variabilità previste in progetto, che devono adeguarsi alle reali condizioni geomeccaniche riscontrate al fronte di avanzamento nonché al comportamento deformativo del cavo. Quest'ultimo, come noto, è dipendente sia dalla natura dell'ammasso in termini geologici, geomeccanici ed idrogeologici, sia dagli stati tensionali preesistenti, così come da quelli conseguenti alle operazioni di scavo;
- definire il passaggio tra una sezione tipo ed un'altra tra quelle previste in quella tratta o comunque previste in progetto, qualora le condizioni oggettivamente riscontrate risultino difformi da quelle ipotizzate in fase progettuale;
- definire e raccogliere tutti gli adeguati elementi oggettivi a supporto della definizione di una sezione tipo che, senza alterare l'impostazione progettuale, differisca da quelle già previste in progetto esecutivo in termini di schemi di consolidamento, prerivestimento, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo, anche se tali modifiche conducano a lavorazioni in quantità al di fuori dei campi di variabilità individuati in fase di progettazione.

Per la gestione di tali "linee guida" sarà necessaria la conoscenza dei seguenti elementi:

- formazione geologica riscontrata e coperture in esame;
- raccolta dei dati geomeccanici e geostrutturali rilevabili al fronte che consentono una completa caratterizzazione dell'ammasso in scavo. Oltre ai parametri di resistenza e deformabilità tale caratterizzazione deve inoltre contenere le informazioni geostrutturali di carattere qualitativo e

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 45 di 66

quantitativo che risultino essere necessarie a completare la descrizione ai fini progettuali e a comprendere il reale comportamento dell'ammasso allo scavo.

- raccolta dei dati riguardanti le deformazioni del fronte di scavo (estrusioni durante il fermo fronte e/o mediante sliding micrometer) e al contorno del cavo (convergenze) durante l'avanzamento e loro evoluzione nel tempo (tendenza alla stabilizzazione, velocità di deformazione etc);
- raccolta dati riguardanti tutte le reali fasi di avanzamento tra le quali è opportuno evidenziare: distanza dal fronte di messa in opera dei rivestimenti e la successione delle fasi di consolidamento etc...;
- raccolta dei dati di pressione e portata durante il drenaggio delle zone di faglia e/o fratturazione con acqua in pressione;
- evidenze durante lo scavo circa la tendenza al distacco di blocchi, sovrascavi e/o qualsivoglia elemento di pericolosità.

L'insieme dei dati permetterà la valutazione della sezione tipo da applicare e l'intensità degli interventi previsti all'interno della loro variabilità.

Anche se il parametro deformativo (convergenza del cavo ed estrusione del fronte) in molti casi è il parametro più significativo per l'applicazione delle sezioni tipo e delle loro variabilità, l'analisi dei dati di monitoraggio deve essere sempre effettuata in maniera integrata, nell'ambito di un'analisi critica e completa di tutti i dati a disposizione. Sarà compito del Progettista analizzare ed interpretare criticamente tutti i parametri a disposizione ed eventualmente proporre adattamenti alla sezione tipo di scavo.

## 8.1 DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE-GEOMECCANICHE DELL'AMMASSO

Gli ammassi rocciosi e i terreni incontrati lungo il tracciato sono descritti sulla base delle caratteristiche geologiche e geomeccaniche individuate in progetto.

Nel corso dei lavori gli ammassi rocciosi e/o terreni verranno descritti sulla base delle caratteristiche litologiche, geostrutturali, geomeccaniche e idrogeologiche che si evidenzieranno sul fronte alla scala della galleria attraverso rilievi analitici (prove in situ e/o, all'occorrenza, di laboratorio) e rilievi speditivi.

Tali rilievi vengono condotti secondo le frequenze previste dal programma di monitoraggio tramite l'impiego di una scheda di rilevamento su cui riportare i dati rilevati e gli indici valutati secondo le prescrizioni ISRM, International Society of Rock Mechanics. In particolare, si distinguono due tipi di rilievi:

- **analitici:** che prevedono la compilazione completa della scheda citata e l'eventuale esecuzione di prove e determinazioni in situ e/o, all'occorrenza, di laboratorio. Tali rilievi sono previsti agli imbocchi, in concomitanza dei passaggi stratigrafici e tettonici significativi e comunque secondo le frequenze indicate dal programma di monitoraggio. Tali rilievi dovranno stimare anche il valore di GSI (Geological Strength Index) secondo le metodologie ritenute più idonee alla formazione geologica incontrata valutando, se presente, l'anisotropia dell'ammasso. (i.e. approccio analitico per

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:					<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	46 di 66

ammasso continuo litoide o secondo Hoek&Marinos 2001 per ammasso con struttura complessa o flyshoide).

- **speditivi:** che prevedono in particolare il rilievo pittorico del fronte di scavo. Si tratta di un rilievo di tipo qualitativo e di confronto con quello analitico dell'ammasso in esame che consente comunque al progettista di valutarne le caratteristiche principali.

## 8.2 VALORI SOGLIA

Per ogni sezione tipo sono definiti dei valori attesi e di soglia (ad es. di convergenza, tensionali...) definiti come segue:

- **Valori attesi;** I valori attesi dei fenomeni deformativi al fronte, al cavo, sono desunti dai risultati delle analisi numeriche effettuate per la verifica delle sezioni tipo e sulla base di esperienze in contesti analoghi. I valori attesi delle convergenze/estrusioni possono discostarsi dai risultati emersi in sede di calcolo in quanto nella pratica è necessario tenere conto dell'importanza di fattori difficilmente schematizzabili e modellabili numericamente, quali anisotropie nel comportamento deformativo del cavo, condizioni geomeccaniche particolari e localizzate, fasi realizzative e di messa in opera. Per questi motivi il range delle convergenze e degli spostamenti delle mire attesi può essere più elevato o inferiore di quello calcolato numericamente. Analogamente i valori di riferimento tensionali possono essere desunti dalle analisi numeriche di riferimento. Qualora si registrassero valori prossimi ai valori attesi, non sono necessarie particolari azioni progettuali e il comportamento dell'opera risulta in linea con quanto previsto progettualmente.
- **Valori soglia di attenzione;** il netto superamento dei valori attesi e l'avvicinamento delle misure in campo a tali valori origina una serie di possibili azioni di modifica agli interventi della sezione tipo applicata secondo le metodologie di seguito esplicitate o al cambio della tipologia della sezione applicata in particolari condizione.
- **Valori soglia di allerta:** soglia che indica l'approssimarsi ad una condizione gravosa rispetto alle previsioni di progetto, per la quale dovranno essere valutate azioni correttive al di fuori della sezione tipo applicata. Il solo superamento del valore di soglia di allerta non indica implicitamente il raggiungimento di condizioni critiche per l'opera.

Si precisa che i valori di deformazione e di tensione ipotizzati non vanno intesi come l'unica informazione che possa incidere sulle scelte già adottate per una determinata tratta poiché le scelte progettuali sono state fatte tenendo conto di un insieme di elementi, illustrati nello sviluppo di tutto il progetto, più significativi del solo parametro deformativo e tensionale. Tali valori servono soltanto a fornire indicazioni sul campo dei valori deformativi più probabili per le sezioni già indicate in progetto.

Sarà onere del Progettista l'interpretazione di tutti i fattori utili alla verifica globale del comportamento della Sezione Tipo applicata ed alla definizione degli interventi ritenuti necessari al contesto incontrato.

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 47 di 66

### 8.3 PROCEDURA DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E GESTIONE DELLE VARIABILITÀ DEGLI INTERVENTI

Il progetto, attraverso la caratterizzazione degli ammassi presenti lungo il tracciato e la successiva fase di previsione di comportamento dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi, ha definito le tratte a comportamento geomeccanico omogeneo attribuendone la relativa categoria di comportamento (A, B, C).

Nell'ambito di una stessa tratta a comportamento geomeccanico "omogeneo", in sede di progetto, sono state definite nel profilo geomeccanico le sezioni tipo e le relative percentuali di applicazione in funzione di:

- caratteristiche geologiche e geostrutturali dell'ammasso,
- caratteristiche geomeccaniche e idrogeologiche dell'ammasso,
- stato tensionale agente,
- possibili disturbi di natura tettonica.

Una volta verificata la rispondenza della situazione geologico-geomeccanica e tensionale con le ipotesi di progetto si procede alla scelta e applicazione della sezione tipo, prevista per la tratta in esame, applicando i criteri descritti nei paragrafi precedenti.

In conformità con i criteri indicati nei paragrafi precedenti, durante gli avanzamenti, verranno raccolti i dati riguardanti le condizioni geologiche e geomeccaniche al fronte di scavo, la risposta deformativa del fronte e del cavo, le fasi e le cadenze di avanzamento. La loro elaborazione consentirà il confronto tra la situazione in sito e quella prevista in progetto, effettuando di conseguenza la scelta e l'applicazione della sezione tipo, secondo i criteri di seguito indicati:

<b><u>CASO 1</u></b>	<b><i>Le condizioni geotecniche/geomeccaniche rilevabili al fronte e/o i dati di monitoraggio della risposta deformativa e/o tensionale sono in linea con le condizioni medie attese</i></b>
<b>CONDIZIONI PRELIMINARE</b>	Le condizioni geotecniche rilevabili al fronte corrispondono a quanto previsto in progetto e la risposta tenso-deformativa rientra nel campo dei valori soglia attesi.
<b>AZIONI</b>	La previsione progettuale è confermata, si procede con la sezione tipo nella configurazione media di interventi previsti.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 48 di 66	

<b><u>CASO 2</u></b>	<b><i>Le condizioni geotecniche/geomeccaniche rilevabili al fronte e/o i dati di monitoraggio della risposta deformativa e/o tensionale evidenziano una condizione peggiore rispetto alla condizione media attesa.</i></b>
<b>CASO 2-1</b> <i>CONDIZIONI PRELIMINARI</i>	Avvicinamento o raggiungimento dei valori monitorati ai valori soglia di attenzione e/o evidenze di trend deformativi che sembrano evolvere verso i valori di soglia con andamenti superiori ai valori attesi.
<i>AZIONI</i>	<p>La sezione tipo prevista per la tratta può essere ritarata definendo gli interventi in accordo alle variabilità definite in progetto, coadiuvati dalle operazioni di monitoraggio.</p> <p>Possibili interventi sulla sezione tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aumento dell'incidenza dei consolidamenti del fronte e del contorno;</li> <li>• riduzione del passo delle centine del rivestimento provvisorio;</li> <li>• riduzione della distanza dal fronte entro cui eseguire il getto dell'arco rovescio, delle murette, della calotta;</li> <li>• utilizzo di sistemi di puntonamento di arco rovescio per limitare le deformazioni in atto, ove previsto.</li> <li>• utilizzando sfondi parziali del fronte di scavo con apposizione di strato di spritz di protezione nella tratta appena scavata e successiva fase di completamento sfondo e completamento spritz-beton.</li> </ul> <p>Interventi sul monitoraggio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensificare le letture presso la stazione di lettura, verificare la strumentazione installata</li> <li>• Controllare le letture delle stazioni di monitoraggio limitrofe al fine di verificare la zona interessata da tali condizioni.</li> <li>• Verificare del trend deformativo registrato in funzione delle lavorazioni effettuate al fine di prevedere l'evoluzione futura degli spostamenti.</li> </ul>
<b>CASO 2-2</b> <i>CONDIZIONI PRELIMINARI</i>	Superamento dei valori soglia di attenzione dei parametri monitorati e/o evidenze di trend deformativi che evolvono rapidamente verso i valori di soglia con andamenti anomali e sicuramente superiori ai valori attesi.
<i>AZIONI</i>	Si valutano le ragioni di tale condizione, inquadrando il contesto geomeccanico e deformativo in essere (comunque già previsto nella tratta) al fine di definire il passaggio alla sezione tipo più idonea al contesto incontrato ed in linea con le terapie previste in progetto, con riferimento ai campi di applicazione di ciascuna sezione tipo.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 49 di 66

<b>CASO 3</b>	<i>Le condizioni geotecniche/geomeccaniche rilevabili al fronte e/o i dati di monitoraggio della risposta deformativa e/o tensionale evidenziano una condizione migliore rispetto alla condizione media attesa.</i>
<b>CASO 3-1</b> CONDIZIONI PRELIMINARI	I parametri di riferimento per le caratteristiche geotecniche/geomeccaniche si collocano sui valori massimi dell'intervallo di valori attesi ed i parametri tensionali e/o deformativi (ad es. convergenze, estrusioni) si collocano sui valori minimi attesi.
AZIONI	La sezione tipo prevista per la tratta può essere ritarata definendo gli interventi in accordo alle variabilità definite in progetto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• riducendo l'incidenza dei consolidamenti del fronte e del contorno (se previsti),</li> <li>• aumentando il passo delle centine del rivestimento provvisorio,</li> <li>• aumentando le distanze dal fronte entro cui eseguire il getto dell'arco rovescio, delle murette, della calotta.</li> </ul>
<b>CASO 3-2</b> CONDIZIONI PRELIMINARI	Le indagini e i rilievi in sito accertano stabilità e continuità della condizione migliore rispetto alla condizione media.
AZIONI	Si valuta la possibilità di passaggio ad una diversa sezione tipo, più leggera, tra quelle previste in progetto nella tratta omogenea.

Di seguito la schematizzazione dell'iter esecutivo di scelta nelle condizioni Progettuali, individuando il ruolo dei diversi soggetti coinvolti:

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 50 di 66

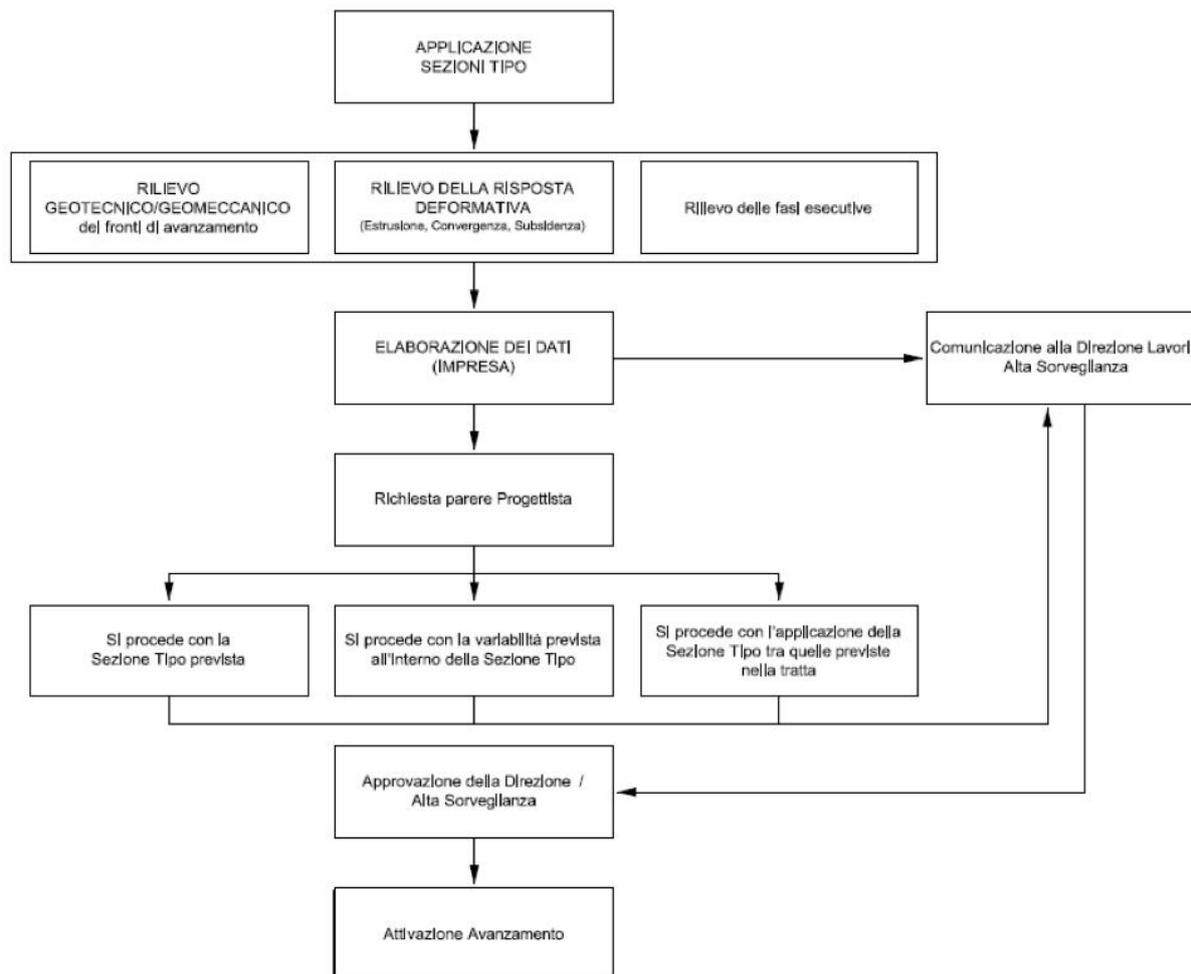


Figura 8-1. Iter esecutivo di scelta

In generale il passaggio da una sezione tipo ad un'altra potrà avvenire in modo graduale: il progettista potrà adottare dei criteri flessibili di variazione della specifica sezione, ottimizzando gli elementi previsti, al fine di garantire sia la continuità e la sicurezza delle lavorazioni in cantiere sia il mantenimento del livello prestazionale dell'opera. In questa ottica nell'ambito del progetto esecutivo si adotteranno quei criteri di flessibilità esecutiva che consentano la massima velocità di avanzamento e la riduzione al minimo dello sviluppo reologico temporale del processo di detensionamento e rilassamento dell'ammasso al contorno e sul fronte.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	51 di 66

## 9. VALORI ATTESI DI SOGLIA

Sulla base di quanto descritto nel [101], di seguito sono esplicitati nel dettaglio i valori soglia di convergenza diametrale ed estrusioni al fronte previsti per le diverse sezioni tipo.

Sono indicati dei range di riferimento, per i quali si è tenuto comunque conto di aspetti difficilmente schematizzabili dalle analisi, quali anisotropie nel comportamento deformativo del cavo, condizioni geomeccaniche particolari e localizzate, fasi esecutive e cadenze d'avanzamento, nonché considerando possibili tolleranze delle misurazioni. I valori di convergenza riportati si intendono stabilizzati (tendenti all'asintoto), ovvero misurati ad una distanza dal fronte di 1.5-2.0 diametri di scavo, calcolati sul diametro passante per il piano dei centri. Le soglie di attenzione e di allarme sono definite ipotizzando un incremento di ca. 150% e di ca. 200% del valore superiore del range atteso rispettivamente. Per la definizione delle soglie limite di allarme per sezioni con rischio di squeezing, non essendo possibile definire un valore limite di comportamento al collasso, si è fatto anche riferimento alle indicazioni contenute in letteratura [108] in cui si evidenziano assenza di problemi nel caso di deformazioni inferiori al 1% del diametro equivalente di scavo.

I valori attesi di convergenza diametrale saranno, in fase di avanzamento, confrontati con i valori misurati mediante le stazioni di monitoraggio previste. Al fine di essere confrontata con i valori di previsione, la convergenza diametrale del cavo sarà valutata quale media di tre misurazioni relative alle tre corde che collegano i due punti sui piedritti e quello in chiave di calotta. Questa scelta si basa su esperienze effettuate in contesti analoghi e nell'intento di rendere il più coerenti possibili i risultati ottenuti con i metodi di calcolo utilizzati e quelli ottenuti dalle misurazioni. Tuttavia dovranno essere tenuti in debita considerazione anche i valori dei singoli punti o corde; infatti può succedere che la convergenza diametrale media non rilevi deformazioni significative, ma, per effetto di un carico asimmetrico dovuto ad una anisotropia locale del terreno, si verifichi una deformazione locale del cavo che richiede eventuali azioni correttive. Indicativamente sulla base anche di altre esperienze in contesti analoghi, il massimo spostamento della singola mira oltre il quale si verifica la soglia di allarme, è pari a: sezione tipo A0bis, A1L  $\approx$  4cm; sezione tipo A1, B1L  $\approx$  5cm; sezioni tipo B1  $\approx$  6cm.

Per la sezione di scavo tipo A0BIS e A1L non sono indicati i valori di riferimento dell'estrusione in quanto non si prevede un monitoraggio sistematico di questa grandezza essendo previsti in ammassi di buona qualità.

Tabella 9-1. Soglie di attenzione e di allarme per ciascuna sezione tipo per convergenze ed estrusioni

SEZIONE TIPO	Copertura	Convergenze			Estrusioni		
		Valore atteso [mm]	Attenzione [mm]	Allarme [mm]	Valore atteso [mm]	Attenzione [mm]	Allarme [mm]
A0BIS	30÷150	10 – 20	30	40	-	-	-
A1L	30÷150	10 – 25	40	50	-	-	-
A1	30÷150	15 – 30	45	60	15 – 30	45	60
B1L	< 150	25 – 35	50	70	25 – 35	50	70
B1	< 150	30÷40	60	80	30÷40	60	80

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	52 di 66

SEZIONE TIPO	Copertura	Convergenze			Estrusioni		
		Valore atteso [mm]	Attenzione [mm]	Allarme [mm]	Valore atteso [mm]	Attenzione [mm]	Allarme [mm]
I0	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	30 -55	55	110
I1	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	30 -55	55	110
I2	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	40 - 60	90	120
I3	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	40 - 60	90	120
C0 tipo 1	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35 - 50	70	100
C0 tipo 2	Tutte le coperture	50 - 90	140	180	40 - 60	90	120
C1 tipo 1	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	30 -55	55	110
C1 tipo 2	Tutte le coperture	50 - 90	140	180	40 - 60	90	120
C2	Tutte le coperture	35 - 60	90	120	40 - 60	90	120
C3	Tutte le coperture	15 - 30	45	60	40 - 60	90	120
LTt	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35- 50	70	100
LMS	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35- 50	70	100
LTs	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35- 50	70	100
A2 allagata	Tutte le coperture	15 - 35	50	70	15 - 35	50	70

Per quanto riguarda le sezioni tipo con centine è previsto un monitoraggio mediante barrette estensimetriche e celle di carico.

La scelta della sezione tipo da applicare in fase di avanzamento sarà principalmente valutata in accordo con quanto illustrato nel §8.3 mediante i rilievi al fronte e dalle valutazioni sull'andamento dei valori di convergenza.

Le informazioni derivanti dal monitoraggio mediante barrette estensimetriche e celle di carico possono risultare efficaci per l'interpretazione più organica dei dati disponibili dalle misure di convergenza. Nell'ottica del metodo osservazionale, questo monitoraggio permette di trarre informazioni utili previsionali complementari per la scelta/adattamento delle sezioni tipo fornendo indicazioni sul comportamento dei materiali.

I valori di soglia, sulla base anche delle esperienze nella limitrofa Galleria di base del Brennero, sono stati considerati in funzione dei valori limite dei materiali in termini tensionali, pari al valore limite di progetto,  $f_{cd}$  o  $f_{yd}$ . La soglia di attenzione viene considerata pari allo 0.77 del valore limite dello spritz e dell'acciaio adottato.

Nel seguito sono riportati valori soglia di attenzione e di allarme.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	53 di 66

Tabella 9-2. Soglie di attenzione ed allarme per le deformazioni delle centine

	Soglia di attenzione [ $\mu\epsilon$ ]	Soglia di allarme [ $\mu\epsilon$ ]
Deformazione centine acciaio S275	960	1245
Deformazione centine acciaio S335	1240	1610

Tabella 9-3. Soglie di attenzione ed allarme per le tensioni delle centine

	Soglia di attenzione [MPa]	Soglia di allarme [MPa]
Tensioni centine acciaio S275	200	260
Tensioni centine acciaio S335	260	338

Lo stato tenso-deformativo dei rivestimenti e la sua evoluzione nel tempo viene misurato con barrette estensimetriche a corda vibrante collegati ad una centralina di misura. Nel seguito sono riportati valori soglia di attenzione e di allarme.

Per sezioni armate si adottano i seguenti limiti:

- Soglia di attenzione in compressione nel calcestruzzo:  $0.77 * f_{cd}$
- Soglia di allarme in compressione nel calcestruzzo:  $f_{cd}$
- Soglia di attenzione in trazione nell'acciaio:  $0.77 * f_{yd}$
- Soglia di allarme in trazione nell'acciaio:  $f_{yd}$

Per sezioni non armate si adottano i seguenti limiti:

- Soglia di attenzione in compressione nel calcestruzzo:  $0.77 * f_{cd}$
- Soglia di allarme in compressione nel calcestruzzo:  $f_{cd}$
- Soglia di attenzione in trazione nel calcestruzzo:  $0.77 * f_{ctd}$
- Soglia di allarme in trazione nel calcestruzzo:  $f_{ctd}$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:					<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	54 di 66

## 10. CAMPI DI APPLICAZIONE E VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO

Di seguito saranno definiti gli ambiti di applicabilità delle singole sezioni tipo dal punto di vista dei riscontri geologici, geomeccanici ed idrogeologici, coperture in gioco e, più in generale, del comportamento dell'ammasso allo scavo.

Il GSI che caratterizzerà la qualità d'ammasso dovrà essere determinato secondo le metodologie ritenute più idonee alla formazione geologica incontrata valutando, se presente, l'anisotropia dell'ammasso per poi tenerne conto nella definizione del modello geotecnico (i.e. approccio analitico per ammasso continuo litoide o secondo Hoek&Marinos 2001 per ammasso con struttura complessa o flyshoide). Si tenga presente che una correlazione diretta fra GSI e sezione tipo da applicare può portare ad errori di valutazione in contesti eterogenei e complessi. Pertanto, il parametro GSI deve essere inteso come uno dei molteplici parametri caratteristici concorrenti alla determinazione degli interventi costituenti le sezioni tipo e non deve essere correlato in modo diretto ad uno specifico comportamento deformativo.

### 10.1 SEZIONE TIPO AOBIS

La sezione AOBIS è prevista all'interno all'interno dei Porfiroid (unità p), con buone proprietà geomeccaniche e GSI maggiori di 45. Le coperture sono variabili dai 30 m fino a 150m. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a  $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.4$ . In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze che si attestano su valori massimi attesi inferiori ai 1/2 centimetri. Le sezioni in oggetto prevedono rinforzi radiali atti a evitare il distacco di blocchi di roccia conseguenti alle operazioni di scavo. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

### 10.2 SEZIONE TIPO A1L

La sezione A1 è prevista all'interno dei Porfiroidi (unità p) moderatamente fratturati, con GSI tra 40 e 45. Le coperture sono variabili dai 30 m fino a 150m. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a  $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.3 - 0.4$ . In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze che si attestano su valori massimi attesi inferiori ai 3/4 centimetri. Il fronte di scavo risulta stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: caduta blocchi, distacco lastre, squeezing basso, convergenze inferiori a 5cm. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	55 di 66

### 10.3 SEZIONE TIPO A1

La sezione A1 è prevista all'interno dei Porfiroidi (unità p) mediamente fratturi, con GSI tra 35 e 40. Le coperture sono variabili dai 30 m fino a 150m. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a  $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.30$ . Fronte e cavo stabile / stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe A/B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: convergenze attese inferiori a 4/5 cm, squeezing basso, differenti litologie. La sezione in oggetto prevede la posa in opera di centine metalliche, così da contenere le convergenze radiali dell'ammasso. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

### 10.4 SEZIONE TIPO B1L

La sezione B1L è prevista all'interno dei Porfiroidi (unità p) nelle zone di faglia, con GSI tra 30 e 35 con coperture inferiori a 150 m. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a  $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.20 - 0.25$ . Fronte di scavo stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: deformazioni, squeezing medio, spinte dissimetriche, venute d'acqua rischio medio. In tali contesti, in virtù della presenza di zone alterate risulta necessario intervenire mediante la messa in opera sistematica di interventi al contorno in avanzamento ed al fronte, mediante autoperforanti. Tali interventi si rendono anche necessari al fine di contenere le plasticizzazioni che si sviluppano oltre il fronte di scavo, garantendo il controllo deformativo della galleria. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

### 10.5 SEZIONE TIPO B1

La sezione B1 è prevista all'interno dei Porfiroidi (unità p) nelle zone di faglia, con GSI tra 20 e 30 con coperture inferiori a 150 m. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a  $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.20$ . Fronte di scavo stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: deformazioni, squeezing medio, spinte dissimetriche, venute d'acqua rischio medio. In tali contesti, in virtù della presenza di zone alterate risulta necessario intervenire mediante la messa in opera sistematica di interventi al contorno in avanzamento ed al fronte, mediante autoperforanti. Tali interventi si rendono anche necessari al fine di contenere le plasticizzazioni che si sviluppano oltre il fronte di scavo, garantendo il controllo deformativo della galleria. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:					<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
<b>GALLERIE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	56 di 66

sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

## 10.6 SEZIONE TIPO A2 ALLARGATA

La sezione A2 allargata è adottata in corrispondenza dell'innesto con la Finestra Chiusa nelle Filladi a granato BSS-a. L'applicazione è prevista per copertura elevate (590 m) e condizioni di ammasso buone, con GSI compresi tra 60 e 70. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

## 10.7 CAMERONI

### 10.7.1 Cameroni I0; I1; I2; I3; C0 tipo1; C1 tipo1; C2; C3; gallerie LTt, LMt ed LTs

Le sezioni tipo per i Cameroni I0; I1; I2; I3; C0 tipo1; C1 tipo1; C2; C3 e gallerie LTt, LMt ed LTs sono situati nell'unità delle *Filladi ricche in quarzo (unità BSSa)* con intercalazine dei porfiroidi (*p*) a struttura scistosa tra le pk ca. 21+303 e 22+192. In corrispondenza di tali progressive chilometriche le coperture sono comprese tra ca. 520 e 600 m e le condizioni di ammasso buone, con GSI compresi tra 60 e 70.

In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze inferiori ai 5 cm. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

### 10.7.2 Cameroni C0 tipo2; C1 tipo2; C2 con interventi al contorno ed al fronte

I cameroni C0 tipo2, C1 tipo2, C2 con interventi al contorno ed al fronte sono previsti come alternativa rispettivamente ai cameroni C0 tipo1, C1 tipo1 e C2 standard. Le incertezze riguardanti il contesto geologico in cui è prevista la realizzazione dei cameroni C0, C1 e C2 ha portato allo studio di sezioni tipo differenti. Queste sezioni tipo sono infatti previste nel caso in cui la formazione delle *Filladi ricche in quarzo (BSSa)* risulti particolarmente alterata, detensionata e fratturata a seguito di attività tettoniche. In queste condizioni l'unità è caratterizzata da un valore di GSI pari a 40 corrispondente alla faglia 8, indicata con previsione incerta [98]. In queste condizioni il fronte di scavo risulta instabile ed è necessario eseguire interventi sistematici di consolidamento in avanzamento. Risulta inoltre necessaria un'azione di precontenimento delle deformazioni al fine di limitare il detensionamento dell'ammasso e lo sviluppo di deformazioni plastiche, mediante l'utilizzo di interventi di consolidamento al contorno.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	57 di 66

In funzione del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.9. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

## 10.8 SINTESI DEI CAMPI DI APPLICAZIONE

Sezione tipo	Unità geotecnica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze [cm]	Elementi tettonici	Fratturazione
A0bis	p	30÷150	>45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/bassa; fronte stabile; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.4$
A1L	p	30÷150	40÷45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/alta; fronte stabile/stabile a breve termine; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.3 - 0.4$
A1	p	30÷150	35÷40	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione media, fronte stabile a breve termine, rischio squeezing basso possibili spinte asimmetriche; transizione litologica. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$
B1L	p	< 150	30÷35	< 10	Zone di taglio	Roccia massiccia con densità di fratturazione alta fronte stabile a breve termine; rischio squeezing moderato; transizione litologica; possibili spinte asimmetriche. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.20 - 0.25$ . Previsione di applicazione anche all'imbocco con basse coperture e medio/alta fratturazione.
B1	p - faglia	< 150	20÷30	< 10	Zone di faglia	Elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche. Rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.20$

Tabella 10.1. Campi di applicazione delle sezioni tipo per galleria di linea

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	58 di 66

Sezione tipo	Unità geotecnica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze [cm]	Elementi tettonici	Fratturazione
I0	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
I1	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
I2	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
I3	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C0 tipo 1	BSSa	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C0 tipo 2	BSSa faglia	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
C1 tipo 1	BSSa	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C1 tipo 2	BSSa faglia	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
C2	BSSa	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C2 interventi sistematici al contorno e al fronte	BSSa faglia	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
C3	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
LTt	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
A2 ALL	BSS	Tutte le coperture	>60	< 10	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 59 di 66

Sezione tipo	Unità geotecnica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze [cm]	Elementi tettonici	Fratturazione
<b>LMs</b>	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
<b>LTs</b>	BSSa	Tutte le coperture	>60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa

Tabella 10.2. Campi di applicazione delle sezioni tipo per cameroni e altre opere

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
GALLERIE	Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	60 di 66

## 10.9 SINTESI DELLE VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO

Nelle tabelle seguenti vengono riassunte per ciascuna sezione tipo le relative variabilità in termini di prerivestimenti, interventi di preconsolidamento/presostegno e distanze di getto.

Sezione tipo	VARIABILITA' PRERIVESTIMENTI			
	Tipo	Passo		
		Variabilità assoluta (m)		
		Min	Rif. tavole	Max
A0bis	-	-	-	-
A1L	-	-	-	-
A1	2IPN 180	1,20	1,40	1,60
B1L	2IPN 180	1,00	1,20	1,40
B1	2IPN 180	0,80	1,00	1,20
I0	HEB180	0,80	1,00	1,20
I1	HEB200	0,80	1,00	1,20
I2	HEB200	0,80	1,00	1,20
I3	HEB220	0,80	1,00	1,20
C0 tipo 1	HEB180	0,80	1,00	1,20
C0 tipo 2	HEB220	0,80	1,00	1,20
C1 tipo 1	HEB200	0,80	1,00	1,20
C1 tipo 2	HEB220	0,80	1,00	1,20
C2	HEB200	0,80	1,00	1,20
C3	HEB220	0,80	1,00	1,20
LTt	HEB180	1,20	1,40	1,60
LTs	HEB180	1,20	1,40	1,60
LMs	2IPN180	0,80	1,00	1,20
A2 ALL	HEB 180	1,00	1,20	1,40

*Nei casi di variabilità minima e massima sul passo centina e, qualora il passo non sia multiplo del campo, l'ultima centina dovrà essere posizionata ad un passo tale da chiudere alla lunghezza del campo prevista in progetto.*

Tabella 10.3 Variabilità sezioni tipo in termini di prerivestimenti

Nella tabella seguente vengono riassunte per ciascuna sezione tipo le relative variabilità in termini di ancoraggi radiali, al contorno ed al fronte. Le informazioni relative al numero ed al passo (ancoraggi radiali) e sovrapposizione minima (ancoraggi al contorno ed al fronte) sono forniti in modo indicativo; eventuali adattamenti sulla lunghezza, passo e sovrapposizione potranno essere eseguiti in base al riscontro degli scavi nel rispetto dei range espressi in m/ml sotto riportati.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
GALLERIE	Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B 61 di 66

Sezione tipo	Ancoraggi radiali [m/ml]			Ancoraggi al contorno [m/ml]			Ancoraggi al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
<b>A0bis</b>	Nr. 7/8	Nr. 9/10 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	Nr. 11/12	-	-	-	-	-	-
<b>A1L</b>	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	-	-	-	-	-	-
<b>A1</b>	Nr. 11/12	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 17/18	-	-	-	-	-	-
<b>B1L</b>	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.2x1.5 m	-	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.2x1.5 m	nr. 14 sovrapp. 4.8 m	nr. 18 sovrapp. 4.8 m	nr. 22 sovrapp. 4.8 m	nr. 19 sovrapp. 5.4 m	nr. 24 sovrapp. 5.4 m	nr. 29 sovrapp. 5.4 m
<b>B1</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>I0</b>	Nr. 10/10 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 12/13 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 14/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>I1</b>	Nr. 10/11 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 16/17 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>I2</b>	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 17/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>I3</b>	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 18/19 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 22/23 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>C0 tipo1</b>	Nr. 10/10 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 12/13 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 14/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>						
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
GALLERIE	Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 62 di 66	

Sezione tipo	Ancoraggi radiali [m/ml]			Ancoraggi al contorno [m/ml]			Ancoraggi al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
<b>C0 tipo2</b>	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	nr. 16 passo. 3 m	nr. 20 passo. 3 m	nr. 24 passo. 3 m	nr. 18 sovrapp. 6.00 m	nr. 23 sovrapp. 6.00 m	nr. 28 sovrapp. 6.00 m
<b>C1 tipo1</b>	Nr. 10/11 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 16/17 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>C1 tipo2</b>	Nr. 12/13 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 15/16 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 18/19 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	nr. 18 passo. 3 m	nr. 22 passo. 3 m	nr. 26 passo. 3 m	nr. 23 sovrapp. 6.00 m	nr. 29 sovrapp. 6.00 m	nr. 35 sovrapp. 6.00 m
<b>C2 1)</b>	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 16/17 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>C3</b>	Nr. 15/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 23/24 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
<b>LTt<sup>2)</sup></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LMS<sup>2)</sup></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LTS<sup>2)</sup></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>A2 ALL</b>	Nr. 11/12 L=6.0m Passo (long x trasv) 1.2x1.0 m	Nr. 14/15 L=6.0m Passo (long x trasv) 1.2x1.0 m	Nr. 17/18 L=6.0m Passo (long x trasv) 1.2x1.0 m						

<sup>1)</sup> Nelle tratte esterne alla zone di faglia, con GSI >60 non sono previsti interventi al fronte ed al contorno.

<sup>2)</sup> In corrispondenza dei setti a spessore ridotto, previsti interventi di rinforzo e cucitura con quantitativi di ancoraggi radiali al metro lineare superiori rispetto alla sezione tipo standard rappresentata nelle tavole.

Tabella 10.4 Variabilità sezioni tipo in termini di ancoraggi radiali, al contorno e al fronte.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI  REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA  LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA  TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA <b>IBOU</b>	LOTTO <b>1BEZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0200001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO. <b>63 di 66</b>

Sezione tipo	Ombrello di infilaggi [m/ml]			Barre in VTR al contorno [m/ml]			Barre in VTR al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
B1	30	35.3	40	-	-	-	35	45.0	55
	<i>nr. 20 sovrapp. 3.5 m</i>	<i>nr. 25 sovrapp. 3.5 m</i>	<i>nr. 30 sovrapp. 3.5 m</i>	-	-	-	<i>nr. 16 sovrapp. 5.0 m</i>	<i>nr. 20 sovrapp. 5.0 m</i>	<i>nr. 24 sovrapp. 5.0 m</i>

Tabella 10.5 Variabilità sezioni tipo in termini di ombrello di infilaggi e barre in VTR.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	64 di 66

## 11. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E TECNOLOGIE ALTERNATIVE

La progettazione delle sezioni tipo è stata condotta conformemente ai dati disponibili al momento della stesura del presente elaborato; si basa pertanto sui risultati delle indagini eseguite in sede di PD e PE. Qualora in fase di scavo dovessero verificarsi condizioni geomeccaniche/geotecniche e/o idrogeologiche (stress tettonici, rapporto tra tensioni verticali ed orizzontali nel terreno, etc.) diverse da quanto ipotizzato in fase di progettazione, sarà necessario rivedere gli interventi alla luce delle nuove evidenze, prestando particolare attenzione alle caratteristiche dei rivestimenti definitivi.

Inoltre, qualora durante gli scavi di avanzamento dovessero manifestarsi problematiche locali (quali splaccaggi del fronte e/o della calotta, situazioni geologiche puntuali, etc) sarebbe opportuno intensificare gli interventi di consolidamento delle sezioni tipo. La valutazione delle modifiche necessarie sarà compiuta dal progettista in funzione di quanto osservato e registrato nel corso degli scavi. Qualsiasi variazione degli interventi, sarà conforme con i dettami contrattuali e normativi.

Nel seguito si illustrano le principali prescrizioni e tecnologie alternative da adottare durante la realizzazione dell'opera.

### 11.1 PROCEDURE DI FERMO FRONTE

In previsione di fermi prolungati delle attività di scavo il ciclo delle lavorazioni dovrà necessariamente terminare con i consolidamenti (qualora presenti) appena eseguiti (eventualmente incrementati se necessario), con il fronte sagomato a forma concava e protetto da uno strato di spritz-beton e la posa di centine e spritz-beton a ridosso del fronte stesso.

Ogniqualevolta si preveda un fermo fronte superiore alle 48 ore (assenza di lavorazioni) andranno realizzate misure di estrusione topografica al fronte, mediante l'installazione di 9 basi di misura costituite da supporti di dimensioni adeguate, vincolati alla superficie del fronte, ai quali fissare target riflettenti. Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti superficiali del fronte di scavo in senso longitudinale. Il numero minimo di letture da eseguire è il seguente:

- n. 1 lettura al termine degli interventi di consolidamento (se presenti);
- n. 1 lettura al giorno (minimo, da valutare in base al contesto deformativo e all'entità del fermo)
- n. 1 lettura immediatamente prima di riprendere gli scavi.

Al termine di ogni fase di scavo occorrerà sempre effettuare un'accurata attività di disaggio al fronte ed al contorno del cavo al fine di prevenire possibili distacchi di materiali; al fine di preservare lo scavo dal contatto con l'aria sul fronte ed sul contorno dovrà essere applicato uno strato di spritz-beton le cui modalità e spessore di applicazione sono definiti nel POS.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0200001	B	65 di 66

## 11.2 PRE-SPRITZ AL FRONTE E CONTORNO DURANTE LA FASE DI SCAVO – FUNZIONE E SUA APPLICAZIONE

Per tutte le sezioni tipo di scavo, al termine dello sfondo e prima di porre in opera gli interventi di prima fase dovrà essere eseguito un accurato disaggio di tutte le porzioni instabili e si dovrà procedere alla posa in opera dello spritz beton di protezione fibrorinforzato sulle superfici fresche di scavo, ove necessario (fronte e contorno del cavo). L'applicazione dello spritz beton fibrorinforzato di protezione ad ogni sfondo è deputato a svolgere la funzione di protezione del fronte e del contorno dall'umidità dell'aria e di trattenuta del materiale minuto (non ha funzione strutturale e quindi il suo spessore non è dimensionabile). L'entità e la valutazione sulla necessità di applicare lo strato di pre-spritz (non strutturale) è da porsi a carico dell'impresa esecutrice dei lavori. Il pre-spritz, potrà essere inglobato e far parte integrante del priverestimento progettuale.

## 11.3 CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN RELAZIONE ALLE FASI OPERATIVE

In accordo con il Capitolato delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 A si prevede una resistenza minima fck di 10 MPa per il transito sul calcestruzzo d'arco rovescio e una resistenza minima fck di 10-12 MPa per il disarmo del getto di calotta.

Per quanto riguarda il calcestruzzo di calotta, fermo restando la resistenza caratteristica richiesta da progetto, si prescrive che il disarmo del getto non avvenga prima che il calcestruzzo stesso abbia raggiunto una resistenza di almeno 10-12 MPa ([103], Capitolato delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 A).

## 11.4 TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO

Le geometrie di consolidamento presentate negli elaborati grafici di progetto devono intendersi come geometrie "medie"; in presenza di anomalie localizzate su parte del fronte, o per esigenze locali di messa in sicurezza, non è esclusa la possibilità di una variazione "puntuale" delle quantità o delle geometrie dei consolidamenti. Pur rimanendo invariato il numero totale degli interventi, nello specifico potranno aversi zone del fronte con differenti densità di intervento in funzione delle caratteristiche geomeccaniche "puntuali" di ciascuna zona. Gli interventi di consolidamento precedentemente elencati dovranno essere dimensionati in modo da "cucire" la superficie di contatto tra le diverse formazioni, ovvero si dovrà prestare particolare attenzione nella definizione degli angoli di perforazione e delle lunghezze degli elementi. Detta operazione verrà definita nel dettaglio in corso d'opera, sulla base delle conoscenze geologiche ed idrogeologiche acquisite nel corso dello scavo, nonché in base ai rilievi dei fronti effettuati.

## 11.5 TECNOLOGIE ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE

In corso d'opera si potrà valutare la possibilità di variare la metodologia di perforazione (a secco) utilizzando un opportuno fluido di perforazione (miscela cementizia, acqua additivata con agente schiumogeno, ...) in funzione delle caratteristiche dell'ammasso e previa esecuzione di adeguate prove in sito, atte a garantire:

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>GALLERIE</b> Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0200001	REV. B	FOGLIO. 66 di 66

- ai fini del consolidamento del terreno, caratteristiche funzionali e di resistenza non inferiori a quanto fornito seguendo le attuali prescrizioni;
- l'assenza di problemi connessi alla "sensibilità" dei terreni interessati dalle perforazioni;
- condizioni di inghisaggio analoghe a quelle ottenute con la perforazione a secco.

La lunghezza dei consolidamenti al fronte e al contorno potrà essere diversa da quanto riportato nei relativi elaborati: andrà di conseguenza valutata la necessità di adeguare le geometrie di esecuzione previste in progetto.

### 11.6 TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER BULLONATURE RADIALI

Nell'ambito delle tecnologie da applicare per la realizzazione della galleria naturale è previsto per l'esecuzione del prerivestimento l'utilizzo di bullonatura radiale tramite chiodi ad ancoraggio continuo cementati alle pareti del preforo.

In alternativa alle bullonature tramite chiodi cementati, in funzione delle esigenze in corso d'opera, potranno utilizzarsi bullonature tipo Swellex ad ancoraggio continuo per attrito, avendo cura di fornire tutti gli elementi tecnici a supporto del rispetto dell'equiprestazionalità in termini di resistenza allo sfilamento e rottura dell'elemento.