

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

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

PROGETTO ESECUTIVO

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

RELAZIONE

08 - GALLERIE

A-ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

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

I B O U 1 B E Z Z R H G N O O O O 0 0 1 B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F.Amadini	15/01/2022	C.lasello	15/01/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	19/01/2022	GRUPPO DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO P. Cucino 20/07/2022 ISCRIZIONE ALBO N° 2216 30/07/2022
B	Emissione a seguito di commenti Committenza	F.Amadini	18/07/2022	C.lasiello	19/07/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 2 di 68

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	5
2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	6
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI	7
3.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI	7
3.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)	7
4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI	7
4.2 DOCUMENTI CORRELATI	7
5. ALLEGATI.....	8
6. DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO	8
6.1 ABBREVIAZIONI	8
7. METODOLOGIA DI PROGETTO.....	9
8. INTERFERENZE.....	11
8.1 INTERFERENZA DELLE GALLERIE DI INTERCONNESSIONE DI PONTE GARDENA CON IL VIADOTTO BELPRATO DELL'AUTOSTRADA A22.....	11
8.2 INTERFERENZA CON LA LINEA STORICA ESISTENTE	12
8.3 INTERFERENZA CON I TRALICCI DELLA TERNA	12
8.4 INTERFERENZA DELLA FINESTRA FORCH CON L'AUTOSTRADA A22, CON LA LINEA FERROVIARIA DEL BRENNERO E CON LA S.S.12 DEL BRENNERO.....	13
8.5 INTERFERENZA DELLA FINESTRA FUNES CON L'AUTOSTRADA A22 E LA STRADA SP 27.....	13
8.6 INTERFERENZA DELLA FINESTRA FUNES CON METANODOTTO SNAM.....	14
9. ASPETTI GENERALI	14
9.1 IL TRACCIAMENTO DI PROGETTO.....	14
10. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO.....	15
10.1 CONFIGURAZIONE E SVILUPPO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO	16
10.1.1 Il sistema galleria Scaleres - Tratto tra Fortezza e l'imbocco Sud	16
10.1.2 La Galleria naturale di linea Scaleres	17
10.1.3 Il posto di comunicazione di Forch.....	17
10.1.4 La Finestra Forch	18

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN000001	REV. B	FOGLIO. 3 di 68

10.1.5	Nodo tecnologico di Albes.....	20
10.1.6	Il sistema Galleria Gardena - Tratto tra l’imbocco Nord e Ponte Gardena	21
10.1.7	La Galleria naturale di linea Gardena	21
10.1.8	Le gallerie naturali di Interconnessione di Ponte Gardena	22
10.1.9	Il posto di comunicazione doppia di Chiusa	23
10.1.10	La Finestra Funes.....	23
10.1.11	La Finestra Chiusa.....	24
10.1.12	I cunicoli trasversali di sicurezza	24
10.1.13	Le altre opere funzionali al sistema	25
10.2	SEZIONI DI INTRADOSSO	25
10.2.1	Gallerie naturali di linea	25
10.2.2	Gallerie naturali di interconnessione	29
10.2.3	Gallerie artificiali	30
10.2.4	Cameroni per le Interconnessioni	33
10.2.5	Cameroni per i Posti di Comunicazione	33
10.2.6	Cunicoli trasversali di esodo.....	34
10.2.7	Nicchie.....	34
10.2.8	Cunicoli trasversali tecnologici.....	34
10.2.9	Le altre opere funzionali alla realizzazione delle gallerie di linea	35
10.2.10	Finestra Forch.....	35
10.2.11	Nodo tecnologico di Albes	37
10.2.12	Finestra di Chiusa	37
10.2.13	Finestra Funes	38
10.3	ASPETTI CONNESSI ALLA IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE GALLERIE E ALLO SMALTIMENTO DELLE ACQUE INTERCETTATE DURANTE LO SCAVO E DI PIATTAFORMA.....	39
10.3.1	Premessa	39
10.3.2	Smaltimento acque di infiltrazione in fase di esercizio.....	39
10.3.3	Smaltimento acque di piattaforma in fase di esercizio.....	40
10.3.4	Raccolta acque pregiate (prescrizione N° 140)	41
10.4	DISCONNESSIONE FUMI	41
11.	METODOLOGIA DI LAVORO.....	43

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	4 di 68

12. FASE CONOSCITIVA	44
12.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	44
13. FASE DI DIAGNOSI	48
13.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO.....	48
13.1.1 Definizione delle tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo.....	50
13.2 RISCHI POTENZIALI CONNESSI CON LA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE	51
14. FASE DI TERAPIA	52
14.1 METODOLOGIA DI SCAVO	52
14.1.1 Criteri di scelta del sistema di scavo.....	52
14.1.2 Metodo di scavo tradizionale	55
14.1.3 Metodo di scavo meccanizzato delle gallerie.....	56
14.2 DEFINIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI TBM-S DA IMPIEGARE	56
14.3 SOLUZIONI PROGETTUALI E COSTRUTTIVE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IN FASE DI SCAVO.....	58
14.3.1 Instabilità del fronte e del cavo.....	58
14.3.2 Grandi deformazioni (squeezing)	59
14.3.3 Rotture fragili (spalling).....	60
14.3.4 Spinte dissimmetriche.....	60
14.3.5 Mitigazione e controllo delle interferenze con le risorse idriche: venute d'acqua, isterilimento sorgenti e corsi d'acqua	60
14.3.6 Risentimenti su infrastrutture sottoattraversate	63
14.4 DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO ED AVANZAMENTO.....	63
14.4.1 Sezione tipo di avanzamento per scavo in tradizionale: gallerie di linea e finestre.....	63
14.4.2 Sezioni di scavo e consolidamento per i cameroni di montaggio TBM, di interconnessione e di comunicazione P/D.....	64
14.4.3 Sezione tipo di avanzamento per scavo meccanizzato	66
14.5 IL MONITORAGGIO PER LA FASE REALIZZATIVA.....	67
15. CONCLUSIONI	68

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 68</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	5 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	5 di 68													
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo																		

1. PREMESSA

La presente relazione sintetizza gli aspetti principali della Progettazione Esecutiva delle opere civili in sotterraneo riguardanti il 1° lotto prioritario "Fortezza-Ponte Gardena", ubicato nel territorio della Provincia Autonoma di Bolzano (attraversando 8 comuni: Fortezza, Varna, Bressanone, Velturmo, Funes, Chiusa, Laion e Ponte Gardena), nell'ambito del quadruplicamento della linea Verona-Fortezza di accesso Sud alla galleria del Brennero.

La lunghezza totale del tracciato a doppio binario nel Lotto 1 tratta "Fortezza-Ponte Gardena" è di circa 22,5 km e si sviluppa in massima parte in sotterraneo mediante due gallerie naturali denominate Scaleres (15,4 km) e Gardena (6,2 km), aventi lunghezza complessiva di circa 21,6 km ed intervallate da un breve tratto allo scoperto in attraversamento della Valle dell'Isarco. E' prevista inoltre la realizzazione di due gallerie di Interconnessione con la linea storica a Ponte Gardena Nord, anch'esse in sotterraneo.

La velocità di tracciato è di 225 km/h, la pendenza massima longitudinale in linea è del 12,50 %.

La progettazione delle opere in sotterraneo è stata sviluppata sulla base del Progetto Definitivo del 2019 e delle prescrizioni contenute nella Delibera CIPE n. 8/2017 e che sono state recepite in fase di progettazione esecutiva.

APPALTATORE:  CONSORZIODOLOMITI	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA “FORTEZZA – PONTE GARDENA” PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 6 di 68

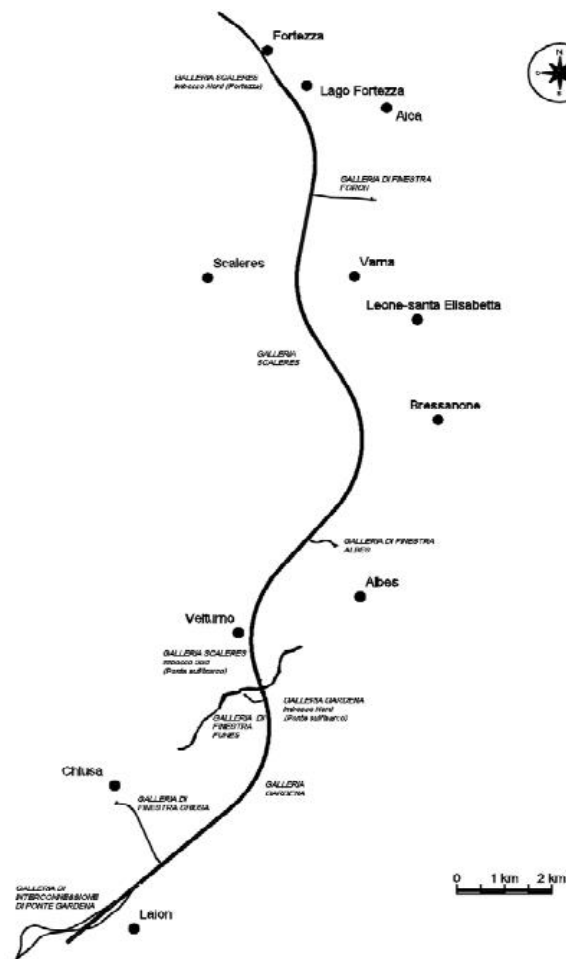


Figura 1-1 Tracciato Lotto 1

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Scopo del documento è illustrare i risultati della progettazione esecutiva delle opere in sotterraneo della linea Verona - Fortezza, nella tratta Ponte Gardena-Fortezza (1° lotto), sviluppata recependo le specifiche tecnico funzionali presenti nel progetto definitivo emesso nel 2019. Gli obiettivi della progettazione esecutiva per le opere in sotterraneo sono i seguenti:

- Sviluppo della geometria e delle caratteristiche tecniche delle opere;
- Aggiornamento della classificazione di terreni/rocce interessati dalla realizzazione delle gallerie;
- Sviluppo delle problematiche connesse al comportamento dei terreni/rocce in fase di scavo in funzione del quadro geologico, idrogeologico e geotecnico;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 7 di 68

- Sviluppo delle modalità realizzative (tradizionale e/o meccanizzato) e delle sezioni tipo di scavo;
- Sviluppo ed aggiornamento dei tempi e dei costi di costruzione delle opere.

Nei successivi paragrafi, dopo aver illustrato la metodologia di lavoro, sono sviluppati i temi legati alla progettazione delle gallerie, con particolare riferimento alle problematiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche, agli aspetti realizzativi e ai requisiti in termini di sicurezza.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";

Rif. [2] Italferr, Giugno 2020, "Progettazione Esecutiva Lotto I Fortezza Ponte Gardena"

3.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

Rif. [3] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997

Rif. [4] ITA, "Guidelines for the design of tunnels", 1988

3.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)

Rif. [5] RFI Direzione Investimenti Ingegneria Civile, documento RFI-DIN-IC MA GA GN 00 001 B "Manuale di progettazione gallerie", 2019.

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

I documenti utilizzati come input per il presente documento, sono i seguenti:

Rif. [6] Prescrizioni CIPE Delibera n.8/2017 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 131 del 08.06.2017.

Rif. [7] Autostrada del Brennero - Documentazione riguardante il viadotto Belprato 2 (Schoenau) – Caratteristiche costruttive e rilievi. Novembre 2011.

Rif. [8] Autostrada del Brennero - P1 Rapporto 2012 – Relazione preliminare. Misure di spostamento di alcune pile del viadotto Belprato 2 (Schoenau). Marzo 2012.

Rif. [9] Autostrada del Brennero - Documentazione riguardante il viadotto Belprato Novale luglio 2012. Disegno e calcoli della struttura del viadotto Belprato (Novale).

4.2 DOCUMENTI CORRELATI

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 8 di 68

Rif. [10] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.).

Rif. [11] Lunardi P. (2015). Il controllo dell'estrusione del nucleo di terreno al fronte d'avanzamento di una galleria come strumento di stabilizzazione per la cavità - Muir Wood Lecture at the ITA/AITES World Tunnel Congress on "Promoting tunnelling in SEE Region". Dubrovnik.

Rif. [12] Lunardi P. (1998). Conception et exécution des tunnels: rôle et résultats de la recherche expérimentale - Revue Francaise de Geotechnique no.84.

Rif. [13] Paratie Plus2 017, Teoria – “Metodo Paratie Plus per la valutazione dei cedimenti verticali” – cap.6 Paratie Plus 2017 – teoria, Milano, Ceas, 2016.

Rif. [14] Bentley, Plaxis Manual V21, release 2020

Rif. [15] Peck R.B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. SOA Report 7th Int. Conf. SMFE Mexico City, State of the Art Volume.

Rif. [16] Burland J.B. (1997). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. Earthquake Geotechnical Engineering, Ishihara (ed.). Balkema, Rotterdam.

Rif. [17] Boscarding M.D., Cording E.G. (1989). Building response to excavation-induced settlement. Jnl. Geo. Engrg. ASCE, 115.

Rif. [18] Boscarding M.D., Cording E.G. (1989). Building response to excavation-induced settlement. Jnl. Geo. Engrg. ASCE, 115.

Rif. [19] Potts, D.M. e Addenbrooke, T.I. (1997). A structure's influence on tunnelling-induced ground movements. Proc. Instn. Civ. Engrs. Geotech. Engineering.

5. ALLEGATI

Non sono presenti allegati.

6. DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono utilmente completati e arricchiti dagli elaborati grafici specialistici allegati al progetto.

6.1 ABBREVIAZIONI

- A.C.: Alta Capacità
- A.DE.CO. - RS: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli
- AFTES: Association Francaise des Tunnels et de l'Espace Souterrain
- AITES: Association Internationale des Travaux en Soterrain
- A22: Autostrada del Brennero
- BMR: Basic Mass Rating

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 9 di 68

- BBT: Tunnel di base del Brennero
- B.D.: binario dispari
- B.P.: binario pari
- c.a.: cemento armato
- cls. : calcestruzzo
- CIPE: Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica
- DAUB: Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen u.V - German Tunnelling Committee (ITA/AITES)
- EPB: Earth Pressure Balance Support
- F.S.: Ferrovie dello Stato Italiane
- GA: galleria artificiale
- GIS: geographical international system
- GN: galleria naturale
- GSI: Geological Strength Index
- ITA: International Tunnelling Association
- OBB: Oesterreichische Bundesbahnen
- P.C.: Posto di comunicazione
- P.D.: Progetto Definitivo
- p.f.: piano ferro
- P.M.O.: Profilo Minimo degli Ostacoli
- P.P. : Progetto Preliminare
- PVC: Polivinilcloruro
- R.F.I.: Rete Ferroviaria Italiana
- RMR: Rock mass rating
- s.l.m.: sul livello del mare
- SIG: Società Italiana Gallerie
- S.P.: Strada Provinciale
- SPT: Standard Penetration Test
- S.S.: Strada Statale
- S.T.I.: Specifiche tecniche di interoperabilità
- TBM: Tunnel Boring Machine
- TM: Tunnelling Machines
- TBM-DS: Tunnel Boring Machine Doppio Scudato
- T.E.: trazione elettrica
- U.O.: Unità Operativa
- VTR: vetroresina
- 3D: tridimensionale

7. METODOLOGIA DI PROGETTO

La progettazione delle opere in sotterraneo, condotta secondo il metodo ADECO-RS (Rif. [63]), è stata articolata nelle seguenti fasi:

- acquisizione degli elementi geologici e geotecnici (fase Conoscitiva),
- analisi del comportamento dell'ammasso allo scavo (fase di Diagnosi),
- scelta delle modalità realizzative e definizione delle sezioni tipo di scavo ed avanzamento (fase di Terapia).

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	10 di 68	

Le scelte messe a punto in sede di progettazione definitiva si sono basate su quanto sviluppato nella precedente fase Progettuale (Progetto Definitivo 2019), sull'analisi dei dati e dei requisiti di base e della documentazione relativa agli studi condotti nel corso della Fase Conoscitiva.

Durante la Fase Conoscitiva è stata eseguita, ai fini della progettazione dell'opera, una campagna di indagini geognostiche di tipo diretto ed indiretto integrata da rilievi geologici, idrogeologici e geomorfologiche accompagnata da prove di laboratorio su campioni. Le risultanze dell'attuale campagna geognostica sono state integrate con le risultanze della precedente fase progettuale definitiva. Il quadro geologico, idrogeologico e geotecnico risultante ha permesso di definire in particolare i seguenti aspetti:

- eventuali modifiche alla litologia degli ammassi rocciosi e la loro successione stratigrafica lungo il tracciato delle gallerie;
- la morfologia presente nell'area interessata dai lavori, con particolare riferimento alle zone di imbocco;
- il quadro idrogeologico di riferimento;
- le principali caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi attraversati e il loro comportamento allo scavo.

La progettazione geotecnica e strutturale delle opere in sotterraneo è stata sviluppata nel rispetto della normativa vigente e in accordo con le prescrizioni e le raccomandazioni elencate nel paragrafo 3.4 "Documenti di riferimento per la progettazione delle gallerie".

Gli aspetti tecnico-applicativi sono stati sviluppati anche sulla base della documentazione raccolta e degli approfondimenti derivanti da alcuni sopralluoghi eseguiti in sito, in particolare nelle aree di imbocco.

I risultati dello studio geologico sono stati esaminati ed interpretati allo scopo di individuare le principali problematiche progettuali legate alla realizzazione delle singole opere (fase di Diagnosi), individuando tra le soluzioni tecniche possibili, le migliori ai fini del rispetto dell'impatto sul territorio e dei requisiti di sicurezza, sia in fase esecutiva che di esercizio (fase di Terapia).

Sono stati, pertanto, definiti i metodi di scavo e le sezioni tipo di avanzamento più idonee per le varie tratte, individuando, in funzione delle caratteristiche geotecniche e geomorfologiche dei materiali, dei fenomeni deformativi attesi e delle interferenze lungo il tracciato, anche la tipologia di interventi di consolidamento propedeutici allo scavo.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 11 di 68

8. INTERFERENZE

Le principali interferenze che si riscontrano nell'ambito della realizzazione delle opere del Lotto 1 riguardano infrastrutture ferroviarie e stradali. Nel presente capitolo si elencano le principali interferenze e le soluzioni tecniche adottate per il superamento delle medesime. Procedendo da Sud verso Nord:

- interferenza delle gallerie di interconnessione di Ponte Gardena B.D. e B.P. con il rilevato e con il viadotto Belprato dell'autostrada A22;
- Interferenza con la linea storica, linea ferroviaria esistente Verona – Bolzano (oggetto del sottoattraversamento)
- Interferenza con i tralicci della Terna nell'ambito dell'uscita della TBM, binario pari, della GA08.
- interferenza della Finestra Funes con l'autostrada A22 e la strada SP 241;
- interferenza della finestra Forch con l'autostrada A22, con la linea ferroviaria del Brennero e con la S.S.12 del Brennero.

8.1 Interferenza delle gallerie di interconnessione di ponte gardena con il viadotto belprato dell'autostrada a22

Il tracciato del binario pari sottopassa al km 2+400 circa la pila n. 13 del viadotto Belprato dell'Autostrada A22 ad una distanza di circa 11 m, misurata tra l'estradosso della galleria e il piano di fondazione. Nel tratto di galleria che sottopassa la pila, si prevede una estesa campagna di monitoraggio sotterraneo e di superficie atta a prevenire danni alle pile del viadotto Belprato. Rispetto agli interventi previsti nel progetto definitivo, pur essendo le condizioni di bordo nettamente migliorate grazie ad una conoscenza più specifica del contatto tra la roccia ed i depositi nella zona oggetto di studio, sono stati previsti interventi a salvaguardia della fondazione per evitare cedimenti durante il passaggio della TBM.

La galleria si allontana dal tracciato autostradale all'altezza della pila n.14 del viadotto: la distanza minima in pianta tra la fondazione della pila e la galleria è di circa 3,5 m. Anche in questo caso, come per la pila 13, le condizioni geologiche attualizzate hanno portato un miglioramento dal punto di vista dell'interazione suolo struttura. Tuttavia, per evitare problemi durante lo scavo della galleria in TBM, si è previsto una paratia in micropali a protezione della pila 14 come previsto in progettazione definitiva.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 12 di 68

L'interferenza del tracciato del binario dispari con l'Autostrada A22 è rappresentata dal sottoattraversamento del rilevato posto a valle del Viadotto Belprato intorno al km 3+150 circa, a ridosso della spalla Sud, con copertura media di 16 m rispetto al piano di rotolamento stradale. Anche in questo caso, come per le pile del viadotto Belprato, sono stati previsti degli interventi di consolidamento del rilevato per evitare possibili cedimenti in fase di scavo della galleria.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.

8.2 INTERFERENZA CON LA LINEA STORICA ESISTENTE

L'interferenza con la linea storica, linea ferroviaria esistente Verona Bolzano, si instaura alla progressiva 2+500 solamente sul binario pari nella zona della stazione di Ponte Gardena. Rispetto alla progettazione definitiva che prevedeva una deviazione della linea ferroviaria di circa 941 m, il progetto esecutivo prevede un sottoattraversamento della linea storica realizzato con scavo meccanizzato in pressione (EPB) la cui copertura è di circa 5 m tra l'estradosso della TBM ed il piano campagna, sede del rilevato ferroviario. Le analisi svolte, e riportate nell'elaborato specifico hanno permesso di progettare una soluzione che, mediante l'esecuzione di un ponte provvisorio, Ponte tipo VERONA, sia capace di limitare i cedimenti della sede ferroviaria al di sotto dei limiti imposti dalle raccomandazioni di RFI, riguardanti lo sghembo e le deformazioni longitudinali delle rotaie. Considerando l'importanza della linea storica, circa 340 treni/giorno, è stato progettato un sistema di monitoraggio 24h/7giorni in grado di leggere i minimi movimenti della sede ferroviaria ed agire direttamente sulle traversine provvisorie dei binari per riportare il binario in condizioni di esercizio. Si rimanda agli elaborati di riferimento.

8.3 INTERFERENZA CON I TRALICCI DELLA TERNA

Nei pressi dell'uscita della TBM binario pari, a Ponte Gardena, nei pressi della progressiva 2+600 la galleria attraversa due tralicci della Terna con tensione di 138 kV. Rispetto al progetto definitivo, il tracciato è stato leggermente ricalibrato e, soprattutto, si è previsto l'incremento dello scavo in TBM per poter controllare meglio i cedimenti della sede ferroviaria esistente rispetto ad uno scavo a cielo aperto.

Le analisi svolte hanno portato a prevedere degli interventi sui plinti di fondazione dei tralicci per limitare i cedimenti massimi e, quindi modificare la curvatura dei cavi tra gli elettrodotti. Gli interventi si ritengono

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	13 di 68

sovradimensionati per poter meglio irrigidire la fondazione durante il passaggio della EPB (scavo meccanizzato in pressione)

Anche in questo caso, vista l'importanza degli elementi dell'interferenza si è previsto un monitoraggio esaustivo per controllare i cedimenti durante il passaggio della macchina.

Si rimanda agli elaborati di riferimento.

8.4 Interferenza della finestra forch con l'autostrada a22, con la linea ferroviaria del brennero e con la s.s.12 del brennero

Il tracciato della Finestra costruttiva di Forch sottopassa la sede dell'autostrada A22 intorno alla progressiva 0+400, con una copertura, ad estradosso calotta, pari a circa 15m e la sede della Ferrovia del Brennero intorno al km 0+465 con copertura pari 20 m circa. La finestra verrà realizzata in scavo meccanizzato (EPB), cambiando quindi la metodologia di scavo rispetto a quanto previsto in progetto definitivo.

Per il sottoattraversamento in sicurezza di tali interferenze e in considerazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati, il cambio di metodologia di scavo ha permesso una rivisitazione degli interventi. Le analisi svolte hanno permesso di dimostrare che la sola introduzione della pressione al fronte è capace di limitare i cedimenti al di sotto della soglia di attenzione. Tuttavia, le caratteristiche granulari dei terreni da scavare hanno portato a prevedere degli interventi, legati al monitoraggio previo al sottoattraversamento, dalla macchina per limitare il volume perso dovuto allo scavo mediante iniezioni dallo scudo nella zona tra l'estradosso del concio ed il terreno. Si rimanda agli elaborati specifici.

La Finestra Forch è adibita anche al transito dei materiali di scavo provenienti dalla Galleria Scaleres al fine del loro collocamento nei depositi individuati in Val Riga.

La S.S.12 del Brennero viene sottopassata a circa 30 m dall'imbocco, intorno al km 0+195, con una copertura di 16m circa. Per il sottoattraversamento in sicurezza di tale interferenza si prevedono interventi analoghi a quelli previsti per l'interferenza con l'autostrada e la linea ferrovia esistente.

8.5 Interferenza della finestra funes con l'autostrada a22 e la strada sp 27

La finestra di Funes, rispetto alla progettazione definitiva, verrà eseguita in TBM ed il conseguente passaggio al di sotto dell'A22 è stato trattato come gli altri sottoattraversamenti. La Finestra Funes interferisce, in corrispondenza dell'imbocco, con la SP 27 e con l'Autostrada A22. L'interferenza con la

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	14 di 68

strada provinciale SP 27, in corrispondenza del tratto in artificiale, viene risolta prevedendo una deviazione per fasi della viabilità. Per il sottoattraversamento dell’A22, invece, si prevede un trattamento a campana orizzontale attorno alla galleria eseguito dal portale di imbocco e, contemporaneamente, l’intervento al di sotto del rilevato autostradale mediante iniezioni cementizie e compensation grouting. Per i dettagli, si rimanda agli elaborati di riferimento.

8.6 Interferenza della finestra funes con metanodotto snam

La Finestra Funes interferisce, in corrispondenza dell’imbocco, con il metanodotto gestito da SNAM oltre che alla viabilità sopra citata. L’interferenza con il metanodotto è stata già risolta da SNAM posizionando il nuovo tubo alla quota necessaria per non prevedere interferenza alcuna con le lavorazioni all’imbocco. Per i dettagli, si rimanda all’elaborato di riferimento della GA06.

9. ASPETTI GENERALI

9.1 IL TRACCIAMENTO DI PROGETTO

Il Lotto 1, oggetto del presente Progetto Definitivo, interamente ubicato nel territorio della Provincia Autonoma di Bolzano, ha inizio in asse al fabbricato viaggiatori della Stazione di Fortezza e termina a Sud della Stazione di Ponte Gardena. Rispetto al progetto definitivo ed alle precedenti emissioni del progetto esecutivo, l'asse ferroviario nella galleria Scaleres in prossimità della pk 9+570 (posizione dei sondaggi S21/10 e S21/10A) è stato traslato di circa 340 metri verso Ovest, più all’interno della montagna, dove si ha una maggior confidenza di posizionarsi al di fuori del deposito fluvio-glaciale, considerato una formazione geologica critica per lo scavo meccanizzato della galleria a queste profondità ed in tali condizioni idrauliche. Il tracciato del lotto in oggetto si sviluppa quasi interamente in sotterraneo, per mezzo di due gallerie naturali a doppia canna denominate Scaleres, di 15,4 km circa, e Gardena (pari a 5.8 km per il B.P. e 5,5 km per il B.D. circa), separate da un Viadotto sull’Isarco di sviluppo pari a 240 m circa. Dalla Stazione di Fortezza, dove i nuovi binari affiancano la linea esistente, il tracciato procede verso Sud e dopo un breve tratto in trincea entra in galleria (Galleria Scaleres) al km 0+490,14 B.P./0+489,48 B.D. e prosegue in destra dell’Isarco fino al ponte sull’Isarco alla progressiva km 15+715.93 B.P./15+701.28 B.D. circa in prossimità di Velturmo. Superato il Viadotto Isarco, il tracciato rientra nuovamente in sotterraneo (Galleria Gardena) in sinistra Isarco al km 15+948.99 B.P./15+969.34 B.D e prosegue sino alle radici delle Interconnessioni di

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	15 di 68

Ponte Gardena al km 21+803.48 B.P./21+468.29 B.D. La galleria Gardena del Lotto 1 rappresenta una porzione di una galleria ben più lunga che si svilupperà in prosecuzione a Sud, uscendo presso l'abitato di Bronzolo, e che rientra nell'ambito dei futuri lotti di completamento dell'accesso Sud alla Galleria di Base del Brennero. Il collegamento della Galleria Gardena alla rete esistente è previsto tramite due rami di interconnessione in gran parte in sotterraneo, di lunghezza rispettivamente 2,3 km circa per il B.P. e 3.2 km circa per il B.D, che, partendo dalle radici delle interconnessioni, sboccheranno in corrispondenza della stazione di Ponte Gardena. La velocità di tracciato costante è di 225 km/h, la pendenza massima longitudinale in linea è del 12,50 ‰

10. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

Il presente progetto comprende le seguenti opere principali:

- GN01 - Galleria di linea Scaleres, a doppia canna a singolo binario, di 15,4 km circa per ciascuna canna;
- GN02 - Galleria di linea Gardena, a doppia canna a singolo binario, di 5.8 km circa per il B.P. e 5,5 km circa per il B.D.;
- GN03 - Finestra Forch di 1,4 km circa;
- GN04 – Nodo tecnologico di Albes;
- GN05 – Finestra Chiusa di 1,8 km circa;
- GN06 - Finestra Funes di 0,5 km circa;
- GN07 - Gallerie di interconnessione di Ponte Gardena, a singolo binario, di 2,3 km circa per il B.P. e 3.2 km circa per il B.D.

Le finestre sono previste come attacchi intermedi per la costruzione delle opere, mentre in fase di esercizio svolgono le funzioni di manutenzione e soccorso.

Nella seguente figura è riportato lo schematico del sistema delle gallerie che caratterizzano il Lotto 1.

Lo sviluppo complessivo di tutte le opere sotterranee del Lotto 1, considerando anche i cunicoli trasversali di collegamento e le altre opere funzionali al sistema (locali tecnici) è di 56 km circa.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 16 di 68

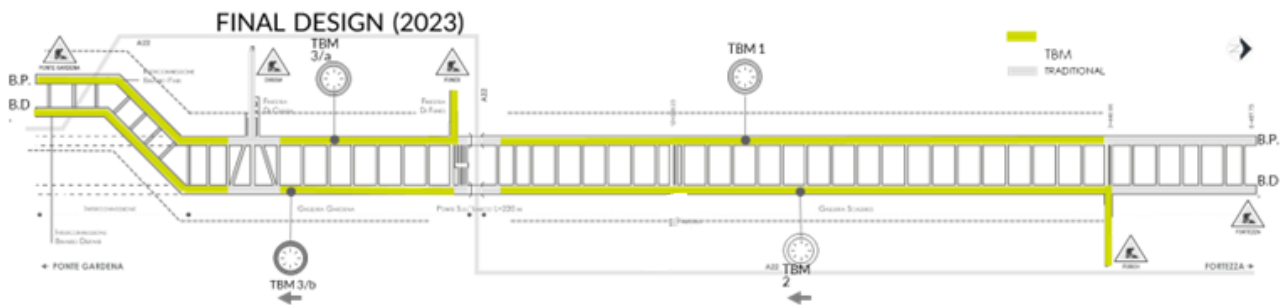


Figura 10-1 – Schematico sistema gallerie Lotto 1

10.1 CONFIGURAZIONE E SVILUPPO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

Per garantire adeguati requisiti di sicurezza in esercizio, la configurazione delle gallerie naturali Scaleres e Gardena è costituita da un sistema a due canne parallele a singolo binario, con interasse di 40 m, collegate tra loro ogni 500 metri (distanza massima), al fine di rispettare la normativa europea STI “Sicurezza nelle gallerie ferroviaria”, da cunicoli di sicurezza trasversali. Per le gallerie di linea sono previsti 47 passaggi trasversali (32 nella Galleria Scaleres e 15 nella Galleria Gardena, di cui tre collegamenti ubicati nel tratto di FFP Ponte Isarco che ricade in galleria).

Anche le gallerie di interconnessione di Ponte Gardena sono collegate tra loro ogni 500 metri (distanza massima) con cunicoli di sicurezza trasversali: sono previsti 6 passaggi trasversali.

Sono, inoltre, previsti 3 by pass tecnologici, di cui due ubicati nella Galleria Scaleres ed uno nella Galleria Gardena. Nel successivo paragrafo si descrivono le principali opere che caratterizzano i due sistemi di galleria Scaleres e Gardena.

10.1.1 Il sistema galleria Scaleres - Tratto tra Fortezza e l’imbocco Sud

Nella seguente tabella si riportano le principali opere sotterranee che fanno parte del sistema galleria Scaleres che si incontrano seguendo il tracciato da Nord a Sud:

<i>Galleria di linea Scaleres</i>	Galleria con configurazione a doppia canna/singolo binario della lunghezza di 15,4 km circa
<i>Finestra Forch</i>	Galleria costruttiva di circa 1,4 km che si innesta in corrispondenza della canna dispari della Galleria Scaleres ed è propedeutica ai lavori di scavo della galleria di linea. In esercizio, la finestra verrà utilizzata come uscita di emergenza.
<i>Posto di</i>	Sistema di comunicazione costituito da una galleria a singolo binario e da due cameroni di

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	17 di 68

<i>Comunicazione</i>	connessione
<i>Nodo tecnologico di Albes</i>	Nodo tecnologico di Albes previsto per albergare gli impianti NTBN/PPD e di segnalamento
<i>Cunicoli trasversali di collegamento</i>	By-pass di esodo previsti sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocati ad intervalli di 500 m al massimo
<i>Altre opere funzionali al sistema</i>	Locali tecnici sotterranei ubicati in prossimità della zona di innesto delle finestre con le gallerie di linea, cameroni di manovra zona di innesto, by-pass tecnici, nicchioni tecnici.

Tabella 1 Principali opere sotterranee del sistema galleria Scaleres - Tratto Fortezza-Imbocco Sud

10.1.2 La Galleria naturale di linea Scaleres

La galleria Scaleres si sviluppa con configurazione a doppia canna, singolo binario con interasse tra le canne pari a 40 m. La galleria, da realizzarsi con metodo di scavo TBM per un tratto di lunghezza pari a 11900 m B.P e 11603 m B.D e con metodo di scavo in tradizionale per 3288 m B.P e 3537 m B.D.; il tratto in galleria artificiale sarà di 47.9 m B.P e 52.9 m B.D., con imbocco nord (lato Fortezza) 41.5 m e lato Gardena, 6.35 m B.P. e 11.4 m B.D.. Dal punto di vista altimetrico il tracciato della galleria è caratterizzato da una livelletta monopendente (pendenza massima del 12,50‰ circa) in discesa verso le progressive crescenti e presenta la copertura massima di 780 m circa intorno alla progressiva km 7+250. Lungo il tracciato è presente un Posto di Comunicazione (P.C.) pari/dispari posto a Sud dell'innesto della Finestra Forch con la galleria di linea.

10.1.3 Il posto di comunicazione di Forch

Questa singola comunicazione ha inizio al km 3+546 B.P. e termina al km 3+937.87 B.D. Il P.C. è costituito da due cameroni, uno per ciascuna canna, collegati tra loro da una galleria a semplice binario della lunghezza di circa 90 m. Tali cameroni, che misurano lunghezze di oltre circa 140 m per il B.D. e circa 100 m per il B.P., prevedono sezioni di intradosso a doppio binario con interasse variabile.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 18 di 68

10.1.4 La Finestra Forch

La Finestra Forch è una galleria costruttiva che si innesta in corrispondenza della canna dispari della Galleria Scaleres al km 3+446.929 (sul binario pari) ed è propedeutica ai lavori di scavo della galleria di linea. In esercizio, la finestra verrà utilizzata come uscita di emergenza.

L'opera in sotterraneo verrà realizzata interamente con metodo di scavo in TBM e, successivamente viene demolito parte del rivestimento in conci per poter eseguire il camerone di manovra. Per quanto riguarda l'imbocco della finestra, le opere provvisoriale e definitive verranno realizzate entro l'area di cava Forch, nella quale l'attività di estrazione si fermerà a quota 675 m s.l.m.. Il fronte di attacco della galleria naturale sarà ubicato sul fronte di cava ad ovest, sul quale verrà realizzato un rilevato provvisorio di approccio in misto cementato, volto al miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni all'imbocco sia per la stabilità delle opere provvisoriale, sia successivamente per lo scavo in pressione mediante EPB. Dal momento che dalla Finestra Forch avverranno le operazioni di smarino e di approvvigionamento dei fronti di scavo della Galleria Scaleres, si procederà alla realizzazione della galleria artificiale ed al suo ritombamento solo dopo aver completate le tratte di scavo in naturale della Galleria Scaleres afferenti al cantiere presso l'area Forch. In fase definitiva, poiché la quota di progetto della futura galleria artificiale sarà sempre superiore alla quota del piano di cava (675m s.l.m.), è prevista la realizzazione di un rilevato al di sopra del quale verrà posta in opera la galleria artificiale fino ad arrivare alla quota di sbocco del portale, posta a 690.10 m s.l.m.. Una volta completati i getti della galleria artificiale (sviluppo 132.5m) e del portale (sviluppo 12m), si procederà all'ultimazione del ritombamento e, quindi, al completamento del riempimento dell'area di cava. Il tracciato della finestra presenta un punto di minimo altimetrico al km 0+488.95, dal momento che la quota del piano ferro all'innesto è 722.95 m s.l.m., invece la quota all'imbocco in naturale della finestra, determinata dall'area di cava, è 690.10 m s.l.m.. Pertanto, l'unica possibilità di non interferire con l'Autostrada A22 (piano stradale a quota 682m s.l.m. circa) e la Ferrovia del Brennero (piano del ferro a quota 687m s.l.m. circa) è sottopassare entrambe le infrastrutture in naturale ad una quota di progetto che, pertanto, determina una corda molle con quota 659.86 m s.l.m. Al fine di ridurre le portate recapitate nel punto di minimo, si prevederà di impermeabilizzare la finestra su tutto il perimetro, pertanto, le sole acque che confluiranno verso la corda molle saranno quelle di piattaforma. Per la raccolta di tale acqua, verrà realizzata all'interno della sagoma della galleria meccanizzata, una vasca di accumulo, in cui verranno collocate le pompe per il recapito delle acque di piattaforma verso l'imbocco della finestra, attraverso una

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	19 di 68

tubazione collocata nel marciapiede della finestra. Il manufatto di raccolta delle acque a piano campagna verrà ubicato nel piazzale antistante il portale della finestra. Al fine di evitare che ulteriori acque confluiscano in galleria dal piazzale esterno, in corrispondenza del tratto finale la galleria artificiale presenta una leggera pendenza verso l'esterno.

Il tracciato planimetrico della Finestra Forch è costituito da un unico tratto rettilineo che dall'innesto con la Galleria Scaleres, dopo le sezioni di collegamento e la camera di manovra all'innesto, termina con il fronte d'attacco in naturale nell'area di Forch dopo un tratto di sviluppo pari a 1138.82m.

Dal punto di vista altimetrico, la galleria naturale inizia dalla pk 0+146.50 con una pendenza decrescente del 5% studiata per il posizionamento della sella di montaggio e partenza della TBM.

Tra le pk 0+171.28 e 0+238.24 il tracciato presenta un raccordo verticale con raggio altimetrico di 1500 m compatibile con la macchina selezionata e il progetto geometrico dell'anello universale.

Il tracciato prosegue con una pendenza decrescente del 9,5 % fino alla pk 0+347.71 dove inizia un altro raccordo verticale, avente sempre raggio altimetrico di 1500 m fino alla progressiva 0+644.08.

Questo lungo raccordo verticale permette di sottopassare le interferenze presenti lungo il tracciato, quali l'autostrada A22 e la ferrovia del Brennero.

Il tracciato prosegue con una pendenza crescente pari al 10.33 % fino alla pk 1+130.11 dove inizia l'ultimo raccordo altimetrico che conduce alla quota di innesto con le gallerie di linea.

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

- Da pk. 0+25.00 a pk. 0+146.50 (L= 121.50 m) galleria artificiale;
- Da pk. 0+146.50 a pk. 1+440.17 (L=1293.67 m) galleria naturale scavo meccanizzato.
- Da pk 1+336,82 a pk 1+429,37 (L=92,55 m) galleria di innesto.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 20 di 68

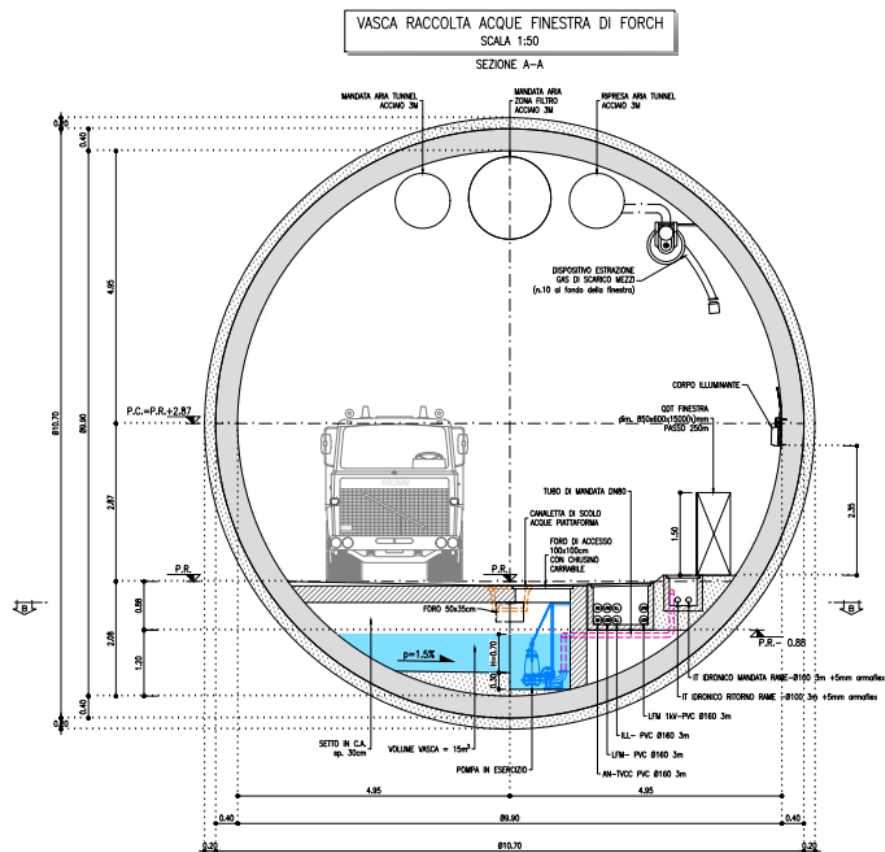


Figura 10-2 Carpenteria vasca di raccolta acque punto di minimo Finestra Forch

10.1.5 Nodo tecnologico di Albes

La Finestra di Albes prevista in progettazione è stata sostituita per un nodo tecnologico costituito da 4 by-pass la cui funzione è quella di albergare gli impianti NTBN, PPD, MT/BT, gestore d'area e gli eventuali impianti di segnalamento. Dal punto di vista delle opere civili si tratta di

- a) By-pass tecnologico situato alla progressiva 11+839.246 BD
- b) By-pass tecnologico situato alla progressiva 11+873.184 BD
- c) By pass NTBN con sezione tipo in galleria di linea per necessità impiantistiche alla progressiva 11+909.995 BD
- d) By pass PPD con sezione tipo in galleria di linea per necessità impiantistiche alla progressiva 11+949.985 BD

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	21 di 68

10.1.6 Il sistema Galleria Gardena - Tratto tra l'imbocco Nord e Ponte Gardena

Nella seguente tabella si riportano le principali opere in sotterraneo che si incontrano seguendo il tracciato del sistema galleria Gardena da Nord verso Sud:

<i>Galleria di linea Gardena</i>	Galleria con configurazione a doppia canna/singolo binario lunghezza di 5.8 km circa per il B.P. e di 5,5 km circa per il B.D
<i>Galleria di sfollamento FFP Ponte Isarco</i>	Galleria pedonale di sfollamento, di lunghezza pari a 0.2 km circa; sono previsti 3 cunicoli trasversali per il collegamento alla canna pari e dispari della galleria di linea.
<i>Finestra di Funes</i>	Galleria costruttiva del binario pari della Galleria Gardena, di lunghezza di 0,5 km circa. In esercizio, la finestra verrà utilizzata come uscita di emergenza.
<i>Finestra di Chiusa</i>	Galleria costruttiva per l'attacco intermedio dello scavo della galleria Gardena della lunghezza di 1,8 km circa.
<i>Posto di Comunicazione doppia</i>	Doppio sistema di comunicazione, ciascuno composto da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione.
<i>Cameroni di interconnessione</i>	Sezioni allargate per la predisposizione dei deviatori necessari per la realizzazione delle interconnessioni b.p. e b.d. di Ponte Gardena
<i>Gallerie di Interconnessione</i>	Due gallerie a singolo binario della lunghezza 2,2 km circa per il ramo pari e 2,9 km circa per il ramo dispari, che sovrappassa la linea.
<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>	Camere parallele alle finestre per locali tecnici, cameroni di manovra al termine delle finestre, by- pass tecnici, nicchioni tecnici.
<i>Altre opere funzionali alla galleria</i>	Camere di Lancio (LMs), per la ri-partenza della TBM per il solo Binario Dispari.

10.1.7 La Galleria naturale di linea Gardena

La Galleria Gardena si sviluppa con configurazione a doppia canna, singolo binario, con interasse tra le canne pari a 40 m. Con riferimento al binario dispari, la galleria ha una lunghezza complessiva di circa 5783,04 m, di cui 5770,5 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. Per la realizzazione della Galleria Gardena è previsto il metodo di scavo meccanizzato ed in tradizionale. Dal punto di vista altimetrico il tracciato della galleria è caratterizzato da una livelletta monopendente (pendenza massima del 12,50%) in discesa verso le progressive crescenti e presenta la copertura massima di 600 m circa intorno ai km 18+900, 20+300 e 20+800. Tra l'imbocco Sud della Galleria

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 22 di 68

Scaleres e l'imbocco Nord della Galleria Gardena è ubicato un punto antincendio, denominato "FFP Ponte Isarco", ubicato in parte sul Viadotto Isarco, in parte nel tratto iniziale della Galleria Gardena. La configurazione dell'area di sicurezza in galleria prevede la realizzazione di una galleria pedonale di lunghezza complessiva pari a circa 203 m, di cui un tratto di 127 m c.a. collocato centralmente tra le due canne, ed un tratto di 76 m c.a. per il collegamento della galleria pedonale stessa con la Finestra Funes. Il tratto parallelo alle due canne è collegato ad esse mediante tre by-pass. Procedendo verso Sud, nella parte finale del tracciato della Galleria Gardena, tramite due cameroni, avviene lo sfiocco dei due binari pari e dispari delle Interconnessioni di Ponte Gardena. I due cameroni di interconnessione presentano uno sviluppo rispettivamente di circa 245,5 m per il B.P. e 241,9 m per il B.D. e prevedono ampie sezioni a doppio binario con interasse variabile. 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. Il sistema galleria Gardena è completato da due finestre costruttive: le Finestre Funes e Chiusa, che si innestano rispettivamente al km 16+337,985 ed al km 21+012,823 del binario dispari.

10.1.8 Le gallerie naturali di Interconnessione di Ponte Gardena

Le due gallerie di interconnessione a singolo binario, da realizzarsi con metodo di scavo meccanizzato, si diramano in direzione Sud-Ovest dalla Galleria di linea Gardena tramite cameroni di diramazione ed escono in superficie in prossimità della Stazione di Ponte Gardena.

L'interconnessione dispari sovrappassa il tracciato del futuro collegamento sotterraneo tra le gallerie di linea A.C., al Km 1+620 in corrispondenza del b.d. e al km 1+690 in corrispondenza del b.p., con una differenza di quota tra i p.f. pari a 13 m c.a. in entrambi i casi. La pendenza massima di tracciato sia dell'Interconnessione di b.p. che di b.d. è pari a 12.5‰. Proseguendo verso Sud, il tracciato sottopassa il rilevato dell'Autostrada del Brennero, posto a ridosso della spalla Sud del viadotto "Belprato", con copertura di 16 m circa rispetto al piano stradale ed esce allo scoperto al km 3+188,16 circa a Sud della Stazione di Ponte Gardena. La galleria di Interconnessione binario dispari, pertanto, si sviluppa per circa 2935 m in naturale e per circa 40 m in artificiale con copertura massima di circa 600 m intorno al km 0+800.

La galleria di interconnessione pari si sviluppa in naturale per circa 2535 m e poi in artificiale per 230 m circa. La copertura massima raggiunge 580 m circa intorno al km 0+500.. Il tracciato sottopassa al km 2+400

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">23 di 68</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	23 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	23 di 68													
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo																		

circa la pila 13 del viadotto Belprato ad una distanza di circa 11 m, misurata tra l'estradosso della galleria e il piano di fondazione. Lo sbocco all'aperto del tracciato della canna pari richiede che la TBM sotto attraversi la linea storica del Brennero, che sarà mantenuta in esercizio. Il sottoattraversamento della linea avverrà alla pk. 2+500 circa. Dal punto di vista altimetrico, si segnala la presenza di un punto di minimo altimetrico nel profilo longitudinale dell'Interconnessione pari al km 2+530 circa, in corrispondenza del tratto in TBM; questo minimo idraulico viene risolto mediante un pozzo in cui verranno immagazzinate e separate le acque nere da quelle bianche. Nella galleria artificiale è prevista anche un'uscita di emergenza. Al fine di rispettare la normativa europea STI, per la Sicurezza nelle gallerie ferroviarie, è prevista la realizzazione di by-pass pedonali di collegamento tra le due gallerie di interconnessione con passo non superiore a 500 metri, di lunghezza variabile in relazione alla distanza tra le due canne ed aventi le dimensioni interne rispondenti ai requisiti della STI/SRT 2015.

10.1.9 Il posto di comunicazione doppia di Chiusa

Lungo il tracciato sono presenti due posti di comunicazioni (P.C.) pari/dispari e dispari/pari posti rispettivamente a nord e a sud della camera di innesto della Finestra Chiusa con la galleria di linea. Questa doppia comunicazione ha inizio al km 20+451,87 B.D. e termina al km 21+574,34 B.D.. Ciascun P.C. è costituito da due cameroni, uno per ciascuna canna, collegati tra loro da una galleria a semplice binario della lunghezza di circa 118 m. Tali cameroni, che misurano lunghezze anche di oltre 200 m, prevedono sezioni a doppio binario con interasse variabile.

10.1.10 La Finestra Funes

La Finestra Funes è una galleria costruttiva che si innesta al km 16+439.86 del binario pari della Galleria Gardena ed è propedeutica ai lavori di scavo della galleria di linea. In esercizio, la finestra verrà utilizzata come uscita di emergenza. L'opera in sotterraneo prevede un tratto in meccanizzato di circa 600m di lunghezza che si innesterà sul binario pari per poi continuare fino all'uscita della TBM a Ponte Gardena, ed un tratto in tradizionale che seguirà fino ad innestarsi sul tracciato del binario pari di linea in prossimità del camerone di manovra alla pk 16+155.48. In corrispondenza delle opere di imbocco, oltre all'interferenza con il rilevato autostradale sottopassato in naturale, è presente anche l'interferenza con la strada provinciale SP 27 e il gasdotto di SNAM, già risolto in sede di progettazione esecutiva. La sede stradale è ubicata su un rilevato realizzato a ridosso di quello autostradale, le scarpate di entrambi sono

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 24 di 68

rinforzate con terre armate. La copertura della sede stradale rispetto l'estradosso della galleria è pari a circa 3m e, pertanto, non è adeguata al sottoattraversamento in naturale. Per risolvere l'interferenza, quindi, si ricorrerà alla realizzazione per fasi delle opere provvisoriale e definitive di imbocco, deviando provvisoriamente la strada provinciale con uno spostamento piano-altimetrico del tracciato verso il piede del rilevato autostradale. Dal punto di vista altimetrico il tratto in meccanizzato avrà una pendenza del 10 % circa mentre il ramo in tradizionale avrà una pendenza del 11.5 % circa.

10.1.11 La Finestra Chiusa

La Finestra Chiusa è una discenderia costruttiva (altimetria monopendente decrescente dall'imbocco verso l'innesto con la galleria di linea) prevista per lo scavo di un tratto della Galleria Gardena, con la quale si innesta al km 20+800 del b.p. e, successivamente, al km 20+848.35 b.d.. In esercizio, la finestra verrà utilizzata come uscita/accesso di emergenza. In fase costruttiva, questa finestra ha la funzione di sostenere le esigenze logistiche di cantiere durante la costruzione del tratto di galleria Gardena compreso tra il posto di comunicazione (PC) di Chiusa Nord ed i cameroni di interconnessione a Sud. L'opera in sotterraneo verrà realizzata interamente con metodo di scavo in tradizionale a piena sezione. Per quanto riguarda le opere di imbocco della finestra, la modifica rispetto a quanto previsto nel Progetto Definitivo 2013 consiste nello spostamento delle stesse lato Nord di circa 60 m. Viene preservata l'area di rispetto del metanodotto collocato in vicinanza dell'opera in sotterraneo, garantendo una fascia di rispetto di 8 m in destra ed in sinistra dello stesso, provvedendo alla protezione dello stesso in corrispondenza del tratto limitato interferito in fase di cantiere e di esercizio della finestra dalla viabilità di accesso all'imbocco della stessa. La finestra ha uno sviluppo complessivo di 1876 m circa ripartiti in 21,14 m di galleria artificiale e 1763 m di galleria naturale (con pendenza massima del 6% circa) oltre il tratto di innesto.

10.1.12I cunicoli trasversali di sicurezza

I cunicoli trasversali o by-pass sono collocati con passo di 500 m al massimo e svolgono le seguenti funzioni:

- Collegamento tra il binario dispari ed il pari delle gallerie di linea
- Collegamento tra il binario dispari ed il pari delle gallerie di interconnessione
- Via di fuga e soccorso in caso di emergenza

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 25 di 68

I cunicoli trasversali svolgono la funzione di via di esodo, per raggiungere la canna attigua della galleria di linea o di interconnessione. Su entrambi i lati i cunicoli sono dotati di porte di fuga a tenuta di pressione e di sistema di ventilazione.

I by-pass di esodo delle Interconnessioni di Ponte Gardena presentano lunghezze molto estese, determinate dalla distanza tra i rami di interconnessione, raggiungendo uno sviluppo anche superiore a 400 m.

10.1.13 Le altre opere funzionali al sistema

Locali tecnici sotterranei ubicati nel tratto che precede la zona di innesto delle Finestre Forch e Chiusa con le gallerie di linea. Questi locali presentano la stessa sezione di intradosso F1 Forch e Chiusa.

- By-pass tecnici in numero di tre, di dimensioni leggermente superiori ai cunicoli trasversali di collegamento. Due sono collocati nella Galleria Scaleres rispettivamente ai km 6+500 B.D e 9+470 B.D., e uno nella Galleria Gardena al km 18+435 B.D.
- Due nicchie tecnologiche in corrispondenza di ogni by pass di esodo, rispettivamente una sul binario pari ed una sul binario dispari.
- Nicchie tecnologiche per T.E..

10.2 SEZIONI DI INTRADOSSO

Il complesso delle opere sotterranee del Lotto 1 comporta l'adozione di numerose sezioni tipo di intradosso sinteticamente descritte nei paragrafi a seguire.

10.2.1 Gallerie naturali di linea

Le sezioni d'intradosso per i tratti realizzati con metodologia di scavo tradizionale, presentano il raggio della calotta pari a 3,5 metri e piano dei centri posto a 2,44 metri sul p.f. Le sezioni d'intradosso per i tratti realizzati con scavo meccanizzato presentano il raggio pari a 4,20 metri per le Gallerie di linea con piano dei centri posto a 2,7 metri sul p.f.

Le tolleranze costruttive nelle due sezioni in tradizionale ed in meccanizzato sono rispettivamente pari a 5 cm e 10 cm sul raggio. Onde consentire un'ottimizzazione degli spazi all'interno delle sezioni, l'asse del

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 26 di 68

binario è posizionato con un disassamento rispetto all'asse della galleria rispettivamente, pari a 30 cm per lo scavo meccanizzato e 20 cm per lo scavo tradizionale; dal lato opposto è inserito lo stradello di servizio.

Le sezioni trasversali sono state progettate, in ottemperanza alle specifiche di base, per:

- consentire velocità massime di 225 km/h;
- consentire il transito del Gabarit di tipo C con il relativo Profilo Minimo degli Ostacoli (Figura 10-2) calcolato secondo le regole sia delle OBB che delle FS;
- l'alimentazione a 2x25 kV c.a.;
- l'adozione dell'armamento di tipo non tradizionale (su piastra).

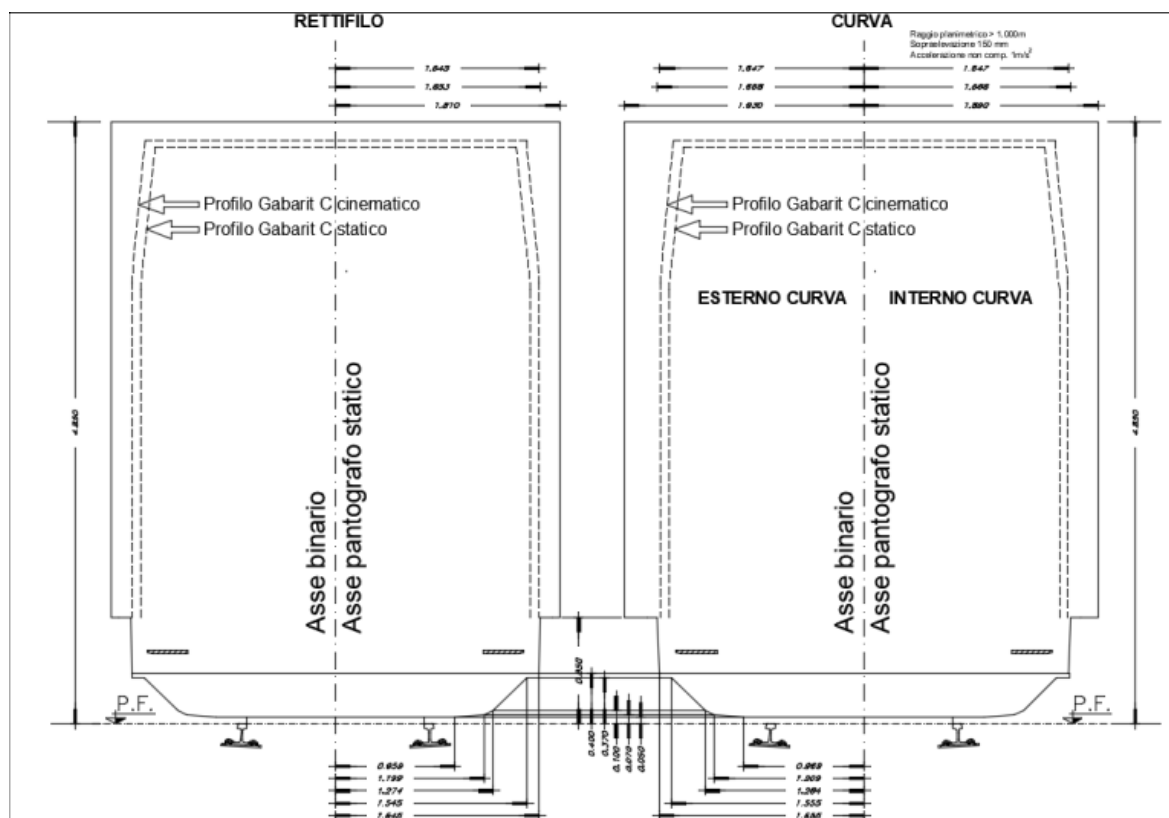


Figura 10-3 Profilo minimo ostacoli

Come da specifica di base, la posizione dello spigolo dello stradello di servizio è variabile all'interno della sezione in funzione della configurazione dell'armamento dovendo comunque garantire una quota del calpestio, misurata sul piano di rotolamento, di 25 cm ed una distanza dello spigolo dall'interno della più

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 27 di 68

vicina rotaia di 90 cm. Con il criterio sopradDETTO, la quota è pari a 25 cm sul p.f. nella configurazione retta, mentre risulta di 16 e 48 cm in un tratto in curva nella configurazione di sopraelevazione massima (15 cm), rispettivamente all'interno o all'esterno del binario. La larghezza dello stradello varia in funzione dell'andamento planimetrico del tracciato, del raggio d'intradosso dei piedritti e della tolleranza costruttiva. Le dimensioni trasversali della vasca dell'armamento sono, rispettivamente, pari a 322x63 cm per lo scavo meccanizzato e 352x63 per lo scavo tradizionale, comprensivi degli spazi laterali liberi per la necessaria messa in opera e manutenzione della rotaia, rispettivamente, pari a 30/32 cm per lo scavo meccanizzato 60/32 per lo scavo tradizionale. Tale spazio consente, inoltre, la raccolta delle acque di piattaforma. È prevista l'adozione delle sezioni d'intradosso nello scavo con il metodo tradizionale per le gallerie di linea e per i brevi tratti di galleria a singolo binario da realizzarsi nella comunicazione Pari/Dispari della Galleria Scaleres e Galleria Gardena. Solo in quest'ultimo caso la sezione sarà priva di disassamento e sarà dotata su entrambi i lati di stradelli per assicurare la continuità di transito ai manutentori e per l'eventuale esodo dei passeggeri. Tutte le sezioni, sia in scavo tradizionale che in scavo meccanizzato, sono dotate di corrimano conforme alle normative

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 28 di 68

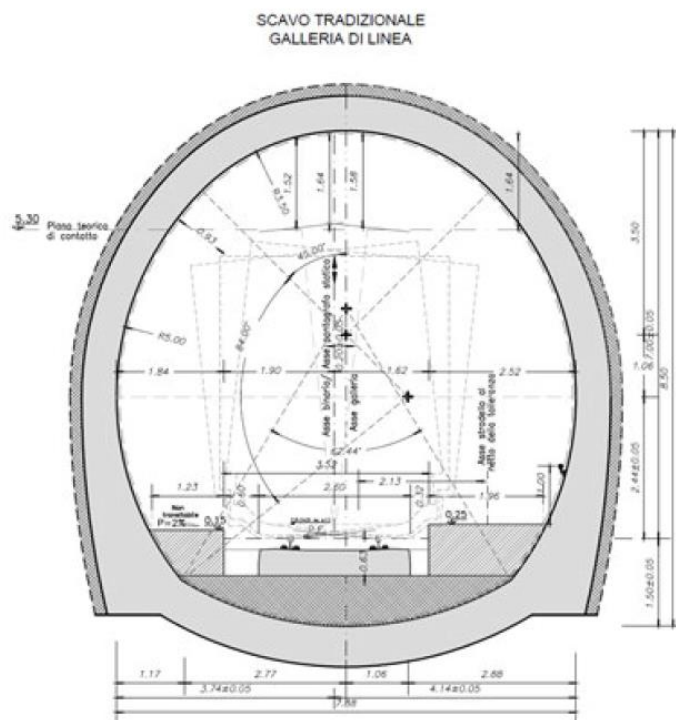


Figura 10-4 Gallerie di linea - Sezione tipo di intradosso galleria a semplice binario per scavo tradizionale.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IBOU	1BEZZ	RH	GN0000001	B	29 di 68

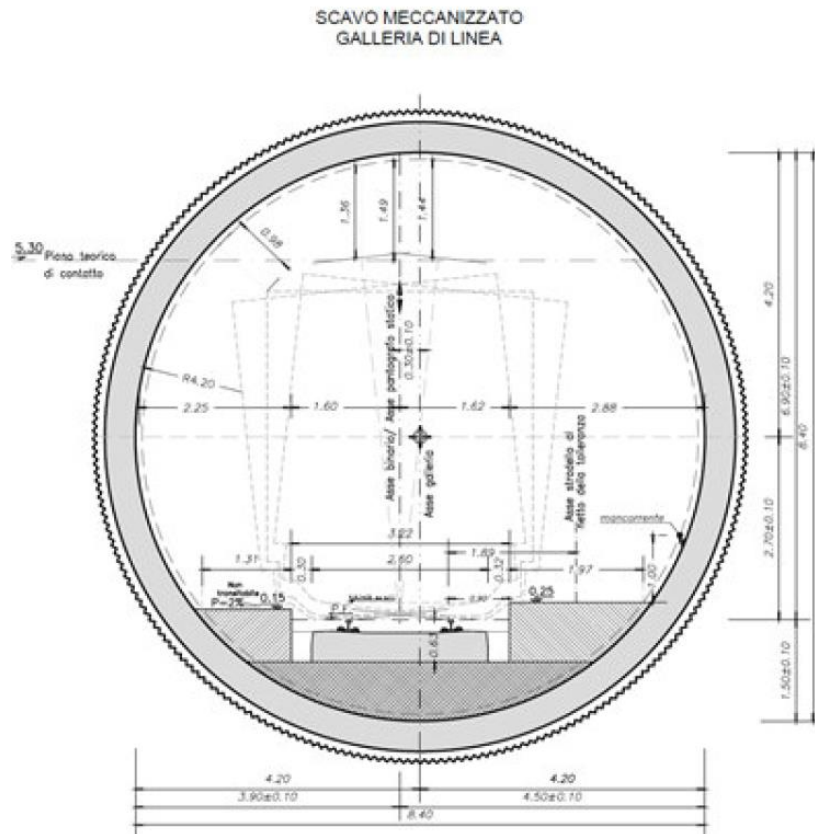


Figura 10-5 Gallerie di linea - Sezione tipo di intradosso galleria a semplice binario per scavo meccanizzato.

10.2.2 Gallerie naturali di interconnessione

Il tratto in naturale delle gallerie di interconnessione è realizzato interamente con metodo di scavo meccanizzato. La sezione d'intradosso presenta raggio pari a 4,2 metri con piano dei centri è posto a 2,7 metri sul p.f. La tolleranza costruttiva nella sezione in meccanizzato è pari a 10 cm sul raggio. Onde consentire un'ottimizzazione degli spazi all'interno delle sezioni, l'asse del binario è sempre posizionato con un disassamento di 30 cm rispetto all'asse della galleria e dal lato opposto è inserito lo stradello di servizio.

La sezione trasversale delle gallerie di interconnessione è stata progettata, in ottemperanza alle specifiche di base, per:

- consentire velocità massime di 100 km/h;
- consentire il transito del Gabarit di tipo C con il relativo Profilo Minimo degli Ostacoli (Figura 10.2) calcolato secondo le regole sia delle OBB che delle FS;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	30 di 68

- l'alimentazione a 2x25 kV c.a. e a 3 kV cc.;
- l'adozione dell'armamento di tipo non tradizionale (su piastra).

Come da specifica di base la posizione dello spigolo dello stradello di servizio è variabile all'interno della sezione in funzione della configurazione dell'armamento dovendo comunque garantire una quota del calpestio, misurata sul piano di rotolamento, di 25 cm ed una distanza dello spigolo dall'interno della più vicina rotaia di 90 cm. Con il criterio sopraddetto, la quota è pari a 25 cm sul p.f. nella configurazione retta, mentre risulta di 16 e 48 cm in un tratto in curva nella configurazione di sopraelevazione massima (15 cm), rispettivamente all'interno o all'esterno del binario.

La larghezza dello stradello varia in funzione dell'andamento planimetrico del tracciato, del raggio d'intradosso dei piedritti e della tolleranza costruttiva. Le dimensioni trasversali della vasca dell'armamento sono pari a 322x63 cm, comprensivi degli spazi laterali liberi per la necessaria messa in opera e manutenzione della rotaia, pari a 30/32 cm. Tale spazio consente, inoltre, la raccolta delle acque di piattaforma. La sezione è dotata di corrimano conforme alle normative.

10.2.3 Gallerie artificiali

In corrispondenza degli imbocchi delle gallerie naturali di linea e di interconnessione è prevista la realizzazione di tratti di galleria artificiale in c.a., che verranno successivamente ricoperti, permettendo la riconfigurazione geometrica locale dei versanti.

La maggior parte di tali opere ha lo stesso profilo d'intradosso dei contigui tratti di gallerie naturali, mentre gli spessori esterni sono determinati dalla presenza delle opere di contenimento laterali e/o dal profilo della scarpata. La geometria longitudinale dei portali d'imbocco è prevista a becco di flauto diritto o rovescio.

Fanno eccezione il portale Nord della Galleria Scaleres e la galleria artificiale delle interconnessioni di Ponte Gardena.

Per il primo, in accordo alla prescrizione CIPE sul progetto preliminare, è prevista una copertura architettonica a guscio, che dovrà essere sviluppata nella fase di progettazione esecutiva in coordinamento

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000001</td> <td>B</td> <td>31 di 68</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	31 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	31 di 68								

con la progettazione del Portale Sud della Galleria di Base del Brennero, previo specifico affidamento da parte della Committenza.

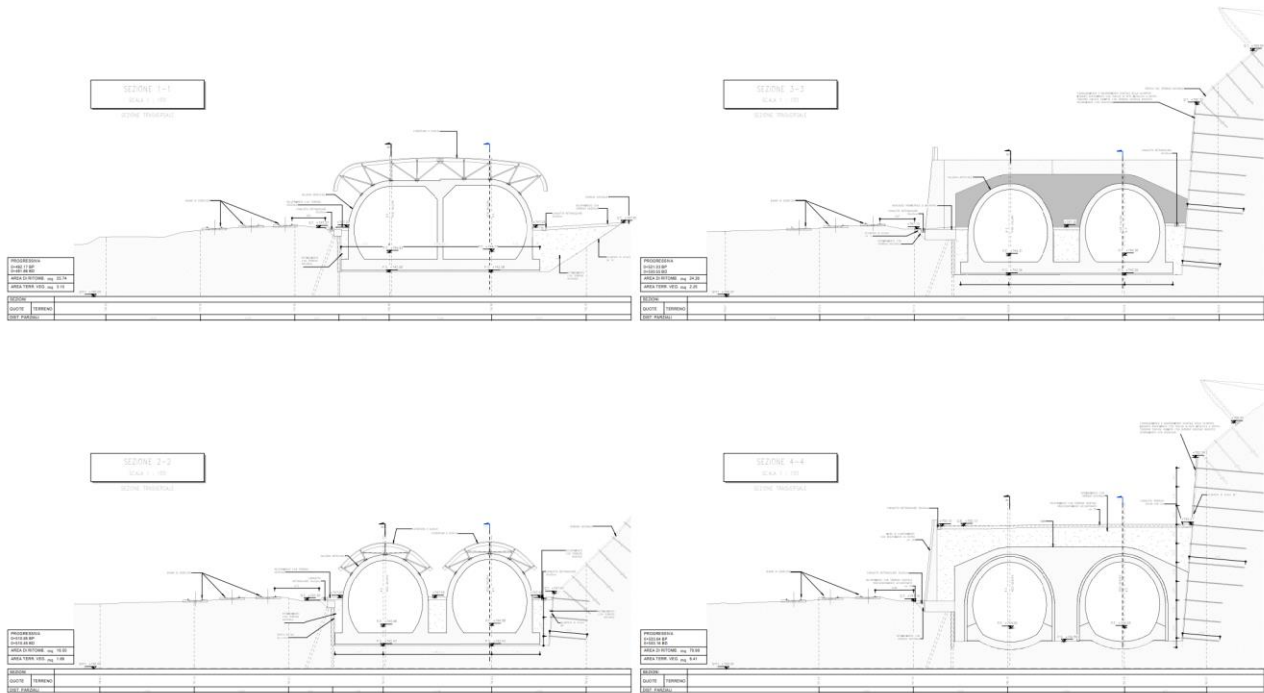


Figura 10-6 Portale Nord Galleria Scaleres -Sezioni

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	32 di 68

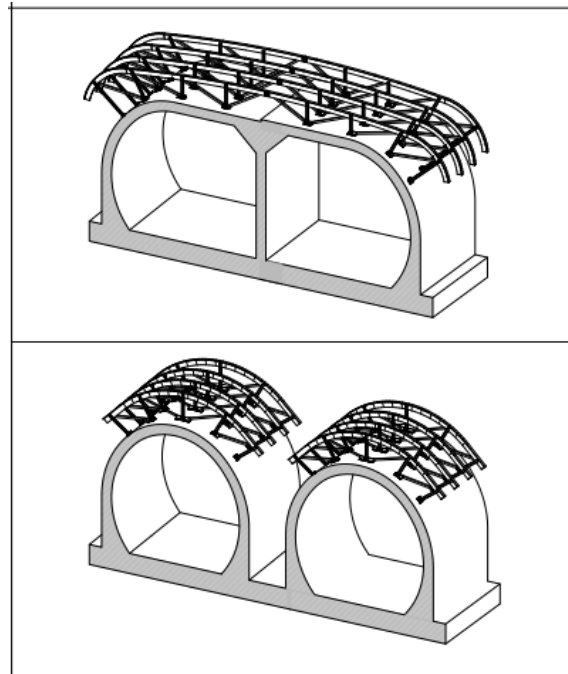


Figura 10-7 - Portale Nord Galleria Scaleres 3D

Nel caso dell'interconnessione binario dispari di Ponte Gardena, la geometria della galleria artificiale è a forma scatolare per consentire il ripristino della strada di servizio utilizzata sia dalle Ferrovie che dalla società Autostrada del Brennero. Per il binario pari, la configurazione della galleria artificiale è stata studiata per permettere lo smontaggio della TBM in condizioni di sicurezza con l'adiacente rilevato ferroviario in esercizio.

Il sistema di impermeabilizzazione delle tratte in artificiale è costituito da una guaina impermeabile messa in opera sopra a struttura in c.a. e protetta da un doppio strato di tessuto non tessuto. La guaina al piede viene risvoltata in modo tale da costituire una base per il tubo drenante che ha la funzione anche di convogliare le acque all'esterno del tratto di artificiale. Il raccordo con il sistema di impermeabilizzazione della galleria naturale avviene per termosaldatura avendo cura di risvoltare i teli in corrispondenza della sovrapposizione e di proteggere il raccordo con una cappa in calcestruzzo. Per la sistemazione finale, il ritombamento dovrà ricoprire interamente, oltre agli scavi d'approccio, le strutture di sostegno provvisionali, raccordando il versante a monte e a valle dell'imbocco con pendenze adeguate.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO			
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 33 di 68

10.2.4 Cameroni per le Interconnessioni

Per la realizzazione delle Interconnessioni di Ponte Gardena sono previsti cameroni di diramazione del binario di interconnessione dal binario di corsa (uno per il binario pari ed uno per il dispari) tramite l'applicazione di sezioni trasversali gradualmente crescenti con l'allontanamento della diramazione dalla galleria di linea.

10.2.5 Cameroni per i Posti di Comunicazione

Il tracciato prevede la realizzazione di un Posto di Comunicazione doppio nella Galleria Gardena, denominato P.C. Chiusa, collocato a Nord e a Sud della zona di innesto della finestra di Chiusa con la galleria di linea ed un posto di comunicazione nella galleria Scaleres, denominato P.C. Forch collocato a Sud della zona di innesto della finestra di Forch. Per permettere l'attuazione di queste geometrie del tracciato è prevista la costruzione di cameroni con diverse sezioni trasversali di differente ampiezza e lunghezza.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	34 di 68

10.2.6 Cunicoli trasversali di esodo

Al fine di rispettare la normativa europea STI per la Sicurezza nelle gallerie ferroviarie, è prevista la realizzazione di by-pass pedonali di collegamento aventi interasse non superiore a 500 m, tra le due canne delle Gallerie Scaleres e Gardena e tra i rami di b.p. e b.d. delle Interconnessioni di ponte Gardena. Lo sviluppo dei collegamenti è variabile in relazione alla distanza tra le due canne.

La sezione d'intradosso dei by-pass ha un raggio di 2,35 m in calotta e garantisce una larghezza al piano di calpestio pari a 3,0 m ed un'altezza in chiave calotta pari a 3,0 m. I by-pass sono collegati alla galleria di linea attraverso zone filtro, per impedire l'ingresso di fumi nel caso di treno incendiato nella canna opposta. Non sono presenti impianti e tecnologie all'interno dei by pass di esodo, ad eccezione di quanto necessario per il funzionamento della zona filtro. Le tecnologie necessarie per il funzionamento dell'impianto di ventilazione per il controllo fumi sono collocate in una nicchia realizzata in adiacenza al by pass.

10.2.7 Nicchie

Non sono previste le nicchie di ricovero personale nelle gallerie sia di linea che di interconnessione.

Sono previste per la trazione elettrica nicchie realizzate in scavo tradizionale. Sono inoltre previste nicchie tecnologiche ogni 500 m in scavo tradizionale in corrispondenza dei by pass di esodo. Le dimensioni interne, lo scavo ed i consolidamenti e la carpenteria delle nicchie, sia nel caso la loro realizzazione ricada nel tratto di scavo meccanizzato, che nel tratto di scavo tradizionale, sono riportate negli elaborati di progetto.

10.2.8 Cunicoli trasversali tecnologici

Sono previsti numero tre by pass tecnologici, ubicati alle progressive km 6+500, km 9+500 e km 18+600 (progressive riferite al binario dispari). La sezione d'intradosso dei by-pass tecnologici ha un raggio di 2,60 m in calotta; la larghezza al piano di calpestio è pari a 4,50 m.

Per i dettagli grafici si rimanda agli elaborati di progetto.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					PROGETTO ESECUTIVO
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 35 di 68

10.2.9 Le altre opere funzionali alla realizzazione delle gallerie di linea

Sono le opere necessarie alla partenza ed arrivo delle TBM per le gallerie di Interconnessione, come rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

10.2.10 Finestra Forch

La sezione di intradosso che caratterizza la finestra di Forch è circolare a doppia corsia, ed è dimensionata per le esigenze della gestione logistica dei cantieri per lo scavo in meccanizzato delle gallerie di linea. Le ampie dimensioni consentono il trasporto dei pezzi speciali delle TBM di Scaleres (cuscinetto principale, testa fresante, carri del back-up).

La Finestra Forch ha la funzione di sostenere flussi dei trasporti per la costruzione della porzione Nord della galleria Scaleres, nel tratto compreso tra la zona di innesto della finestra e Fortezza e la porzione Sud dall'innesto sino ai cameroni di smontaggio previsti a Scaleres Sud. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata per ragioni logistiche di cantiere (posto manovra dei mezzi). Per questa ragione la galleria artificiale di Forch, invece, rispetta la sagoma minima da manuale di progettazione RFI.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	36 di 68
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo							

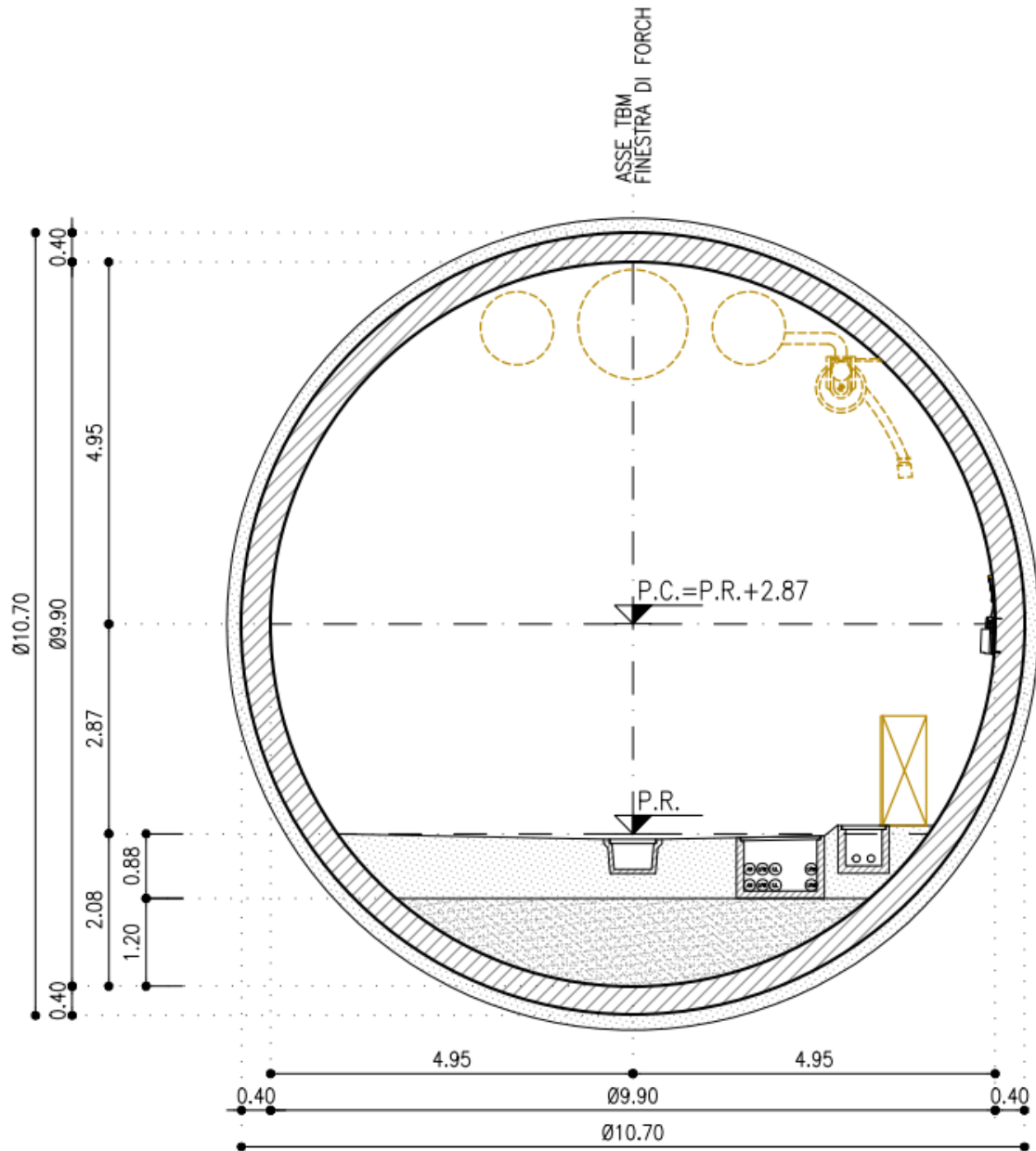


Figura 10-8 Sezione trasversale finestra Forch

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 37 di 68

10.2.11 Nodo tecnologico di Albes

Il nodo tecnologico di Albes presenta, come già descritto anteriormente, 4 by-pass adibiti ad albergare gli impianti NTBN/PPD, MB/BT e di segnalamento. Le sezioni di scavo saranno due:

- By-pass tecnologico
- Galleria di linea per i by-pass NTBN/PPD per esigenze impiantistiche

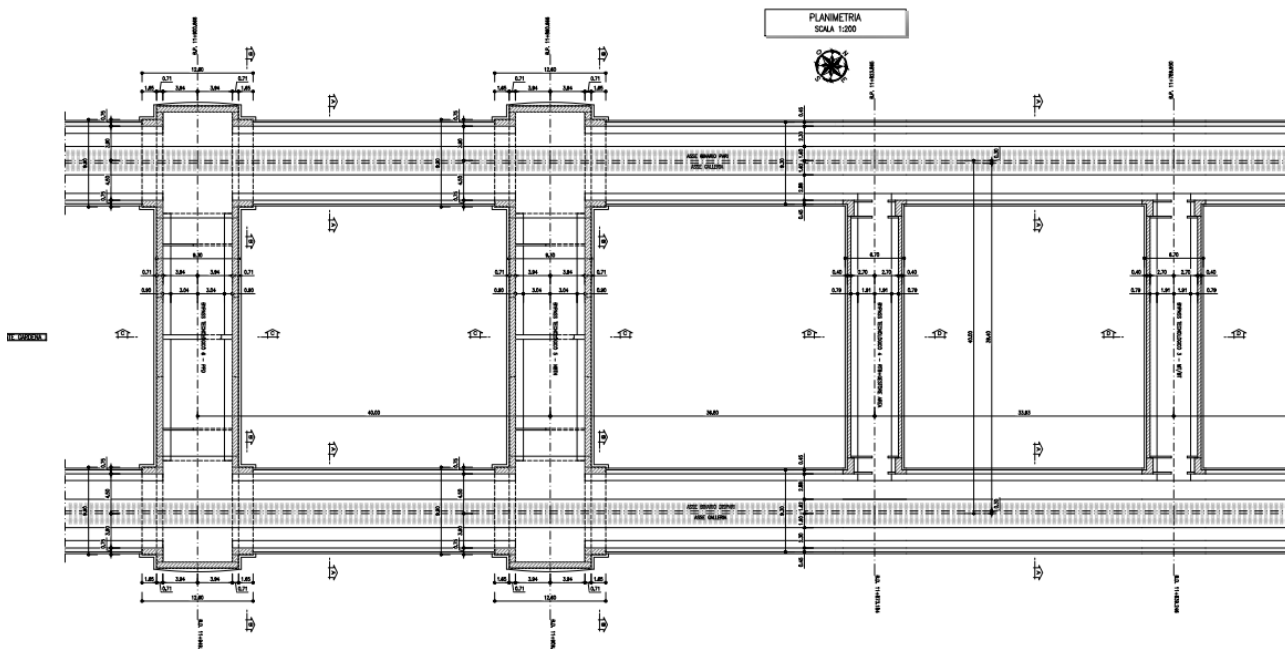


Figura 10-9 Planimetria nodo tecnologico di Albes

10.2.12 Finestra di Chiusa

La Finestra di Chiusa, da realizzarsi con metodo di scavo tradizionale, è funzionale alla realizzazione di una porzione della galleria Gardena. Tale finestra costruttiva si innesta nelle gallerie di linea ai km 20+958 B.P./21+013 B.D. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata per ragioni logistiche di cantiere. La finestra ha uno sviluppo complessivo di 1.876 m circa ripartiti in 21,14 m di galleria artificiale e 1.763 m di galleria naturale (con pendenza massima del 6% circa) oltre il tratto di innesto.

Avendo anticipato lo scavo meccanizzato all' innesto con la Finestra di Funes, la finestra di Chiusa perde la sua funzione logistica prevista in progetto definitivo.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	RH	GN0000001	B	38 di 68
08 - GALLERIE							
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo							

Nella zona di innesto la sezione trasversale di entrambe le finestre è ampliata per ragioni logistiche di cantiere (posto manovra dei mezzi. In fase di esercizio, considerata la funzione di uscita/accesso carrabile assunta dalla finestra, la dimensione trasversale interna (15m) di tale sezione ed il suo sviluppo longitudinale (15m) consentiranno l'inversione di marcia dei mezzi di soccorso. Nel tratto che precede la zona di innesto è prevista la realizzazione di locali tecnici.

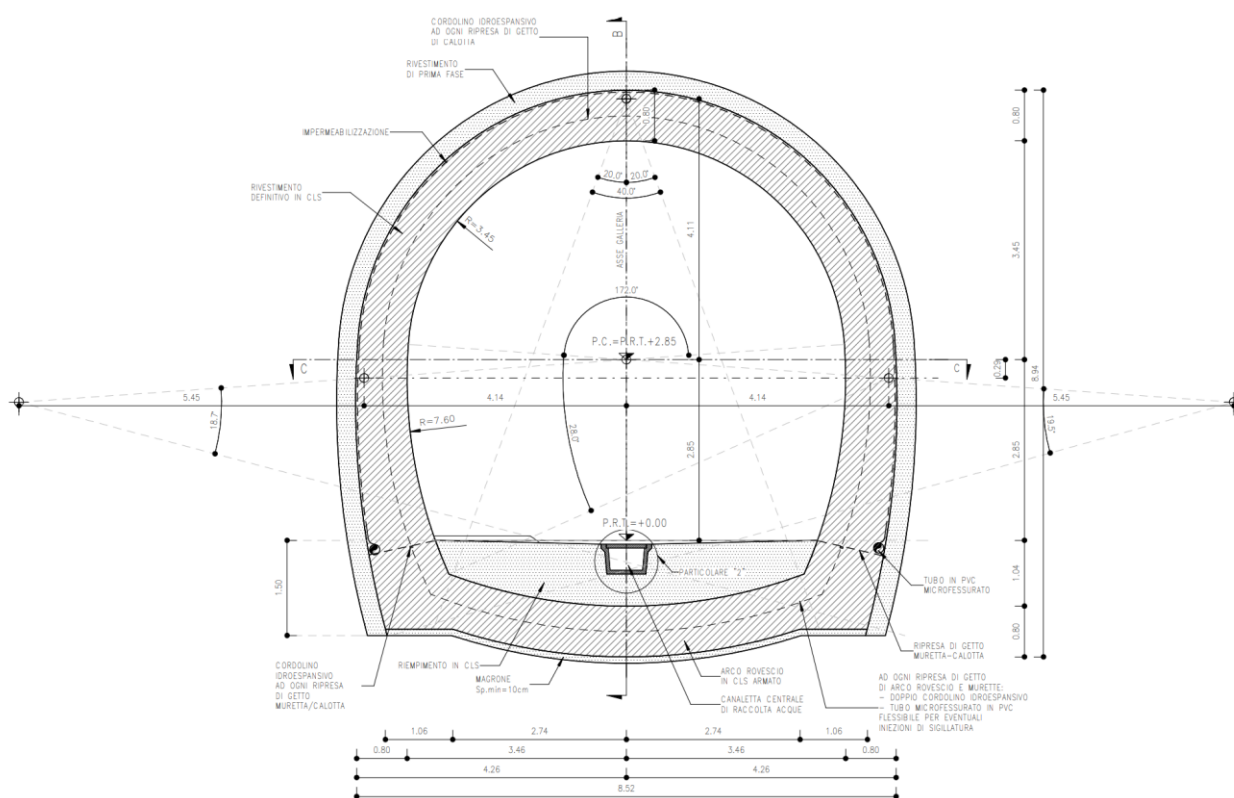


Figura 10-10 - Sezione tipo finestra di Chiusa

10.2.13 Finestra Funes

La Finestra Funes si scaverà in meccanizzato fino ad innestarsi sulla galleria di linea. Planimetricamente la finestra presenta un raggio di 300 m. Dal punto di vista altimetrico la finestra ha una pendenza minima dello 0.5% al di sotto dell'A22 e della Sp27 e, successivamente una pendenza costante al 10% circa. Alla p.k. 0+290.80 della finestra si prevede l'innesto del tradizionale della finestra per poter incrociare il binario pari in prossimità del camerone di manovra come previsto in progettazione definitiva.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	39 di 68

La sezione in meccanizzato sarà quella prevista per le gallerie di linea con diametro dello scavo di 9.68m, diametro esterno conci 9.30 m ed interno 8.40 m.

Per lo scavo in tradizionale, si prevede l'impiego di sezioni prevalentemente di tipo A. Per i dettagli, si rimanda agli elaborati di riferimento.

10.3 ASPETTI CONNESSI ALLA IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE GALLERIE E ALLO SMALTIMENTO DELLE ACQUE INTERCETTATE DURANTE LO SCAVO E DI PIATTAFORMA.

10.3.1 Premessa

Il sistema di smaltimento prevede la separazione tra le eventuali acque provenienti dall'ammasso e quelle provenienti dalla piattaforma ferroviaria.

Nei tratti scavati in tradizionale, tra il rivestimento provvisorio e quello definitivo, è prevista la posa in opera del manto impermeabile, costituito da un telo in PVC su supporto di tessuto non tessuto. Le eventuali acque intercettate dall'impermeabilizzazione verranno smaltite da tubazioni microfessurate ubicate al piede del manto in PVC, protette dal tessuto non tessuto che, a loro volta, saranno collegate con tubazioni trasversali in PVC ai collettori posti a quota inferiore negli stradelli pedonale e di servizio.

Nei tratti scavati in meccanizzato, nei quali il rivestimento è costituito da anelli in conci prefabbricati direttamente montati dalla TBM scudata, l'impermeabilizzazione della galleria è assicurata tramite guarnizioni di tenuta idraulica posti al contorno di ciascun concio che costituisce l'anello. Tuttavia, qualora si manifestassero condizioni di carico idraulico eccezionali, non sostenibili dal rivestimento prefabbricato, si renderà necessario ricorrere all'impiego di sistemi di captazione delle acque operando un drenaggio del terreno attraverso fori predisposti nel rivestimento prefabbricato, che raccolgono l'acqua e la convogliano con tubi laterali ai collettori collocati negli stradelli pedonale e di servizio.

10.3.2 Smaltimento acque di infiltrazione in fase di esercizio

Nei tratti in tradizionale la galleria sarà impermeabilizzata con un telo in PVC, su supporto di tessuto non tessuto. Questo sistema permette di convogliare l'eventuale acqua intercettata durante lo scavo all'interno

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	40 di 68

di due tubi laterali che sversano nei pozzetti del collettore centrale di raccolta posto a quota inferiore e pertanto evita qualsiasi interazione con le acque di piattaforma. Lo stesso sistema può essere applicato anche nel tratto in meccanizzato qualora si riscontrino carichi idraulici eccessivi non compatibili con il rivestimento prefabbricato.

I pozzetti sono ubicati ogni 50 m e sono ispezionabili per consentire la manutenzione degli stessi.

Lo smaltimento dell'acqua di infiltrazione avviene per gravità. Nel caso della galleria di Interconnessione pari di Ponte Gardena, per la presenza di una corda molle, è prevista un pozzo di minimo idraulico alla pk 2+530

Anche il tracciato della Finestra Forch presenta un punto di minimo altimetrico al km 0+488.95, dal momento che la quota del piano ferro all'innesto è 722.95 m s.l.m., invece la quota all'imbocco in naturale della finestra, determinata dall'area di cava, è 690.10 m s.l.m.. Per la raccolta di tale acque, verrà realizzata in arco rovescio una vasca di accumulo, in cui verranno collocate le pompe per il recapito delle acque verso l'imbocco della finestra, attraverso una tubazione collocate nel marciapiede della finestra. Il manufatto di raccolta delle acque a piano campagna verrà ubicato nel piazzale antistante il portale della finestra. Al fine di evitare che ulteriori acque confluiscano in galleria dal piazzale esterno, in corrispondenza del tratto finale la galleria artificiale presenta una leggera pendenza verso l'esterno.

10.3.3 Smaltimento acque di piattaforma in fase di esercizio

In fase di esercizio lo schema della direzione dei flussi delle acque intercettate durante lo scavo e di piattaforma è rappresentato negli elaborati di progetto. Per la galleria Scaleres lo smaltimento avviene completamente per gravità.

Per la Galleria Gardena e per le Interconnessioni di Ponte Gardena lo smaltimento avviene per gravità, ad eccezione del tratto finale dell'interconnessione binario pari, dove al km 2+530 è presente una corda molle che comporta la necessità di realizzare un impianto di sollevamento e smaltimento sia delle acque di infiltrazione che di piattaforma.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 41 di 68

10.3.4 Raccolta acque pregiate (prescrizione N° 140)

Seguendo quanto riportato nel RV-0000000157, è prevista la possibilità di incontrare acque pregiate lungo lo scavo delle gallerie di linea. Le acque verranno analizzate in fase di scavo secondo quanto riportato negli elaborati corrispondenti e la raccolta di queste acque avverrà mediante due tubi da 160 mm, così come evidenziato in figura per lo scavo in meccanizzato (la stessa quota verrà usata per le gallerie in tradizionale)

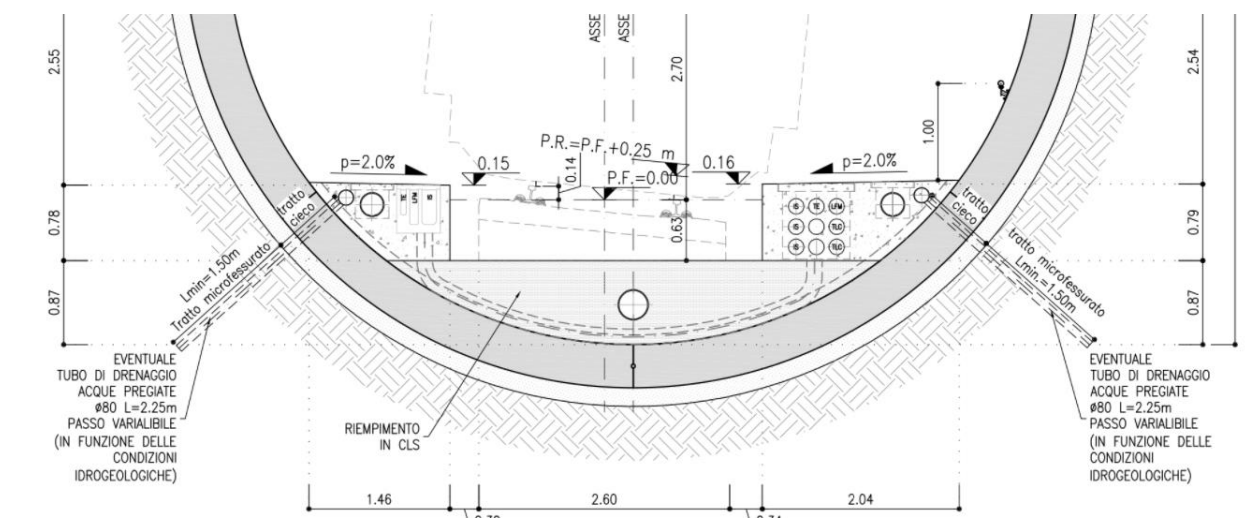


Figura 10-11 Posizione tubo acque pregiate ottemperanza prescrizioni

10.4 DISCONNESSIONE FUMI

Per la risoluzione del problema di disconnessione dei fumi nelle gallerie di comunicazione (Posti di Comunicazione di Chiusa e Forch) è previsto l'utilizzo di porte di disconnessione con caratteristiche REI 120, analogamente a quanto previsto in altri collegamenti internazionali già realizzati o in corso di realizzazione (gallerie di base del San Gottardo e del Lötschberg) al fine di evitare un possibile ricircolo di fumi dalla canna incidentata a quella da destinare a luogo sicuro, garantendo in tal modo un esodo protetto dei viaggiatori.

Per quanto riguarda la confluenza delle gallerie in corrispondenza dei cameroni di interconnessione, la disposizione dei cunicoli trasversali di collegamento garantisce la sicurezza dell'esodo.

Tali soluzioni hanno consentito di evitare la realizzazione di pozzi per l'estrazione fumi, della profondità di parecchie centinaia di metri (500 m per l'interconnessione di Fortezza), che avrebbe comportato notevoli

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sottoterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 42 di 68

criticità per le difficoltà realizzative, l’impatto ambientale e la manutenzione, e conseguente sensibile incremento dei costi.

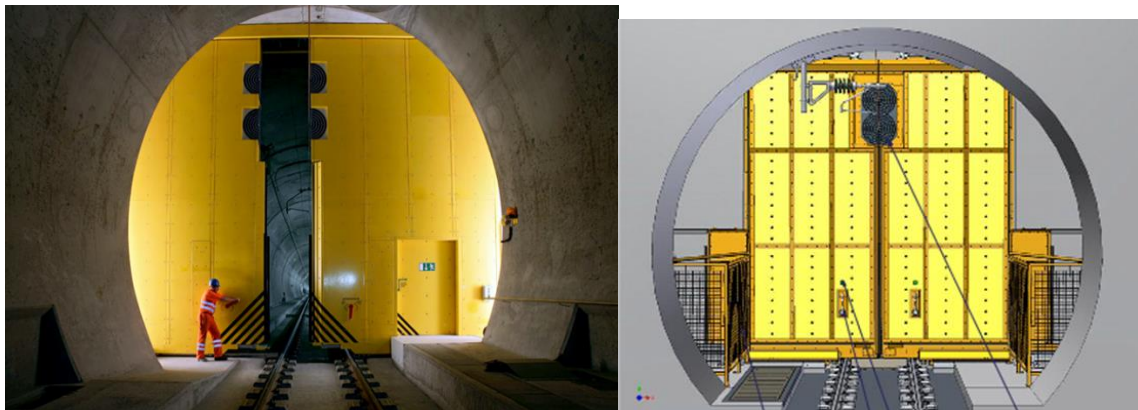


Figura 10-12 Porte scorrevoli disconnessione fumi

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <tr> <td data-bbox="703 315 831 387">COMMESSA IB0U</td> <td data-bbox="831 315 959 387">LOTTO 1BEZZ</td> <td data-bbox="959 315 1086 387">CODIFICA RH</td> <td data-bbox="1086 315 1214 387">DOCUMENTO GN0000001</td> <td data-bbox="1214 315 1342 387">REV. B</td> <td data-bbox="1342 315 1437 387">FOGLIO. 43 di 68</td> </tr> </table>					
COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 43 di 68							

11. METODOLOGIA DI LAVORO

La progettazione delle opere in sotterraneo, condotta secondo l'approccio ADECO-RS (Rif. [63]), si è articolata nelle seguenti fasi:

- fase conoscitiva: finalizzata allo studio e all'analisi del contesto geologico e geotecnico in cui sarà realizzata la galleria; i risultati dello studio geologico sono descritti nella specifica Relazione Geologica e Idrogeologica a cui si rimanda per l'illustrazione del modello geologico; la sintesi dello studio geotecnico con la definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei parametri di progetto per ciascuna opera in sotterraneo è illustrata nell'elaborato "Relazione geotecnica e di calcolo" dedicato a ciascuna galleria;
- fase di diagnosi: si esegue la valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione per la determinazione delle categorie di comportamento e la suddivisione del tracciato in zone a comportamento omogeneo; i risultati di tale fase sono esplicitati negli elaborati "Relazione geotecnica e di calcolo" e "Profilo geotecnico" dedicati a ciascuna galleria;
- fase di terapia: sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, individuazione dei metodi e modalità di scavo e gli eventuali interventi di stabilizzazione per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza. Le soluzioni progettuali sono quindi analizzate per verificarne efficacia ed adeguatezza: metodi e risultati delle analisi condotte per la verifica della stabilità globale della cavità, per il dimensionamento/verifica degli eventuali interventi di stabilizzazione e dei rivestimenti, nelle diverse fasi costruttive e in condizioni di esercizio sono illustrati nell'elaborato "Relazione geotecnica e di calcolo" dedicato a ciascuna galleria.
- fase di verifica e messa a punto: il progetto è completato dal piano di monitoraggio da predisporre ed attuare nella fase realizzativa. Nel piano di monitoraggio sono individuati i valori delle grandezze fisiche a cui riferirsi in corso d'opera per controllare la risposta deformativa dell'ammasso al procedere dello scavo, verificare la rispondenza con le previsioni progettuali e mettere a punto le soluzioni progettuali nell'ambito delle variabilità previste in progetto. Nel caso di scavo con metodo tradizionale sono inoltre definiti i criteri generali per l'applicazione delle sezioni tipo e la gestione delle variabilità in funzione dei risultati del monitoraggio in corso d'opera.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO											
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <tr> <td data-bbox="703 315 831 387">COMMESSA IBOU</td> <td data-bbox="831 315 959 387">LOTTO 1BEZZ</td> <td data-bbox="959 315 1086 387">CODIFICA RH</td> <td data-bbox="1086 315 1214 387">DOCUMENTO GN0000001</td> <td data-bbox="1214 315 1342 387">REV. B</td> <td data-bbox="1342 315 1439 387">FOGLIO. 44 di 68</td> </tr> </table>					
COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 44 di 68							

12. FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo interessato dalle opere in sotterraneo.

12.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Di seguito è riportata una breve descrizione delle principali caratteristiche litologiche, stratigrafiche e strutturali delle formazioni che interessano la linea. Per approfondimenti sullo studio geologico si rimanda agli specifici elaborati progettuali, in particolare, all'inquadramento geologico e geotecnico

L'areale interessato dal tracciato del Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena (Quadruplicamento della linea Fortezza – Verona, accesso sud alla galleria di base del Brennero, asse ferroviario Monaco – Verona) insiste su parte del bacino idrografico del Fiume Isarco e di alcuni suoi tributari. Le principali opere previste sono la galleria Scaleres, in destra idrografica Isarco e la galleria Gardena, in sinistra, separate un breve tratto in viadotto in corrispondenza dell'Isarco all'altezza della val di Funes. L'attuale progetto prevede inoltre le gallerie relative alle finestre di Forch, Funes e Chiusa e le gallerie di interconnessione di Ponte Gardena.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sottoterraneo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0000001	B	45 di 68

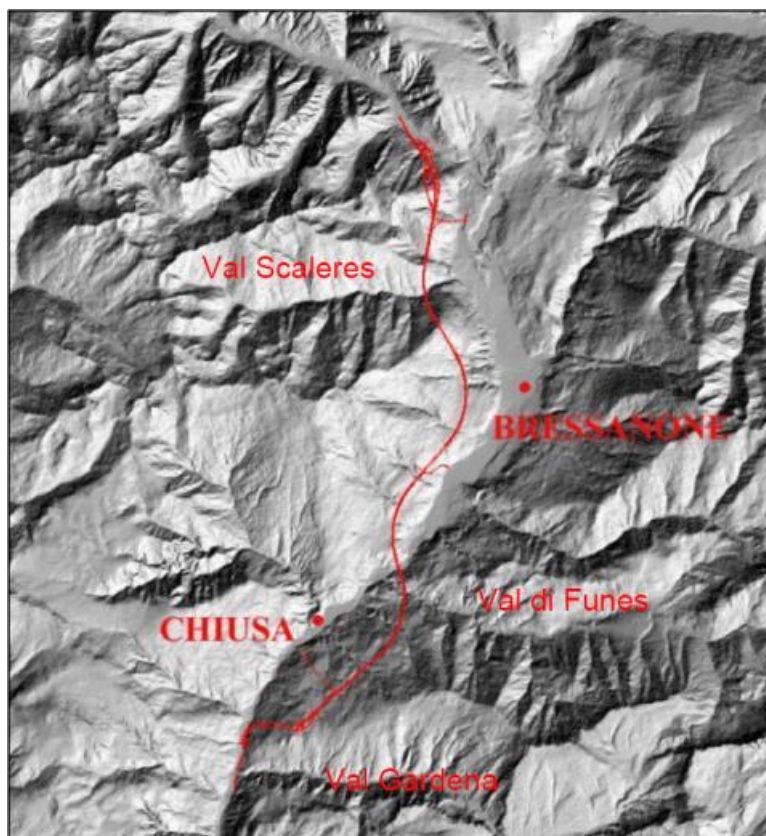


Figura 12-1 Modello digitale del territorio, in rosso il tracciato del lotto 1.

L'area interessata dal presente lavoro si colloca nel segmento alpino a sud del lineamento Insubrico, il quale rappresenta il sistema tettonico che separa il cuneo orogenico nord-vergente dal Sud Alpino (sud-vergente). L'area indagata si sviluppa a sud di tale lineamento, nel dominio delle Alpi meridionali caratterizzato da un basamento ercinico e da successioni vulcaniche e sedimentarie di età Permo-mesozoica

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 46 di 68

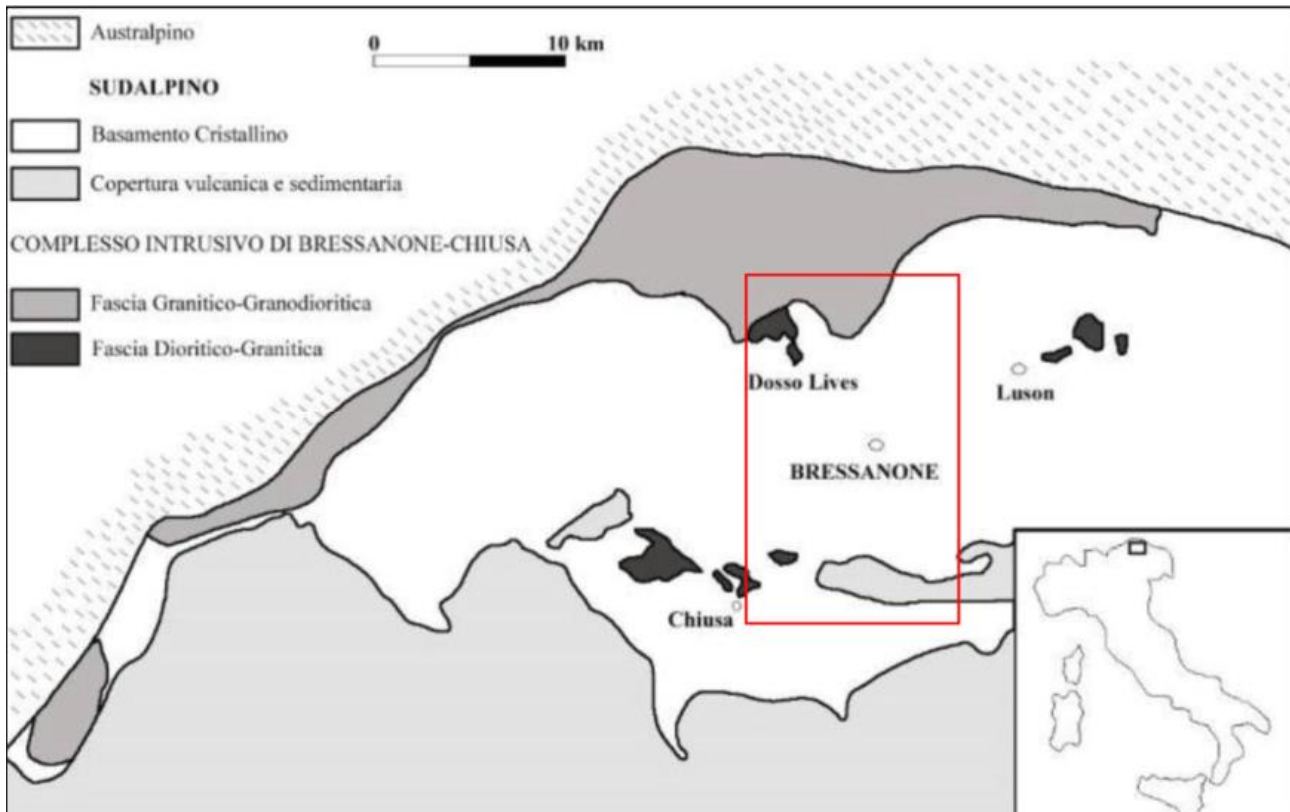


Figura 12-2 Inquadramento geologico semplificato dell'area indagata (da Bargossi et alii, 1998).

Nel settore in studio è presente un basamento metamorfico composto dalle litologie prevalentemente filladiche del Gruppo di Bressanone (Fillade Quarzifera di Bressanone Auct.), il quale è associato ad intercalazioni di porfiroidi (unità meta-vulcaniche acide). Analisi petrografiche (Visonà et al., in stampa) hanno sottolineato come alcune litologie coinvolte nello studio abbiano raggiunto il picco metamorfico durante l'orogenesi Ercinica (età pre-Permiana), mentre in età Alpina (tardo Cenozoico) non si sono rilevati eventi di metamorfismo regionale ma esclusivamente legati a circolazione di fluidi idrotermali. Durante il Permiano hanno preso posto importanti corpi intrusivo/vulcanici (Dioriti di Chiusa, Granito di Bressanone); questi estesi plutoni hanno imposto una fase di metamorfismo termico conservato nelle filladi incassanti, modificate nelle zone di contatto in cornubianiti. A sud della Val Gardena, fuori dall'area di studio ed in parte della val di Funes, sono mappate le estese coperture vulcano-sedimentarie del Gruppo Vulcanico Atesino; quest'ultime assieme ai corpi intrusivi di Chiusa e Bressanone non denotano nessun tipo di metamorfismo riconducibile all'orogenesi Ercinica, e forniscono ulteriori informazioni su come l'evento tettonico Alpino non abbia raggiunto condizioni P-T necessarie per lo sviluppo di facies metamorfiche.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">47 di 68</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	47 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	47 di 68													
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo																		

Il substrato roccioso è spesso coperto dai depositi Quaternari superficiali (Pleistocene Sup – Olocene) che schematicamente si possono raggruppare in: depositi colluviali nei tratti di fondovalle delle aste vallive principali [Val Isarco Val di Funes] e alla base dei versanti affacciati su queste valli, depositi alluvionali, depositi glaciali/fluvio- glaciali e depositi lacustri attribuibili alle fasi glaciali-interglaciali susseguites a partire dal medio Pleistocene.

Il basamento cristallino del sudalpino costituisce la maggior parte del volume roccioso interessato dalle opere in progetto. Questo è costituito da una potente sequenza di rocce filladiche, quarzo/filladiche che in determinate porzioni sono intervallate da lenti ricche in grafite e da porfiroidi (metavulcaniti acide). Sassi e Zirpoli (1989) hanno definito la sequenza sedimentaria protolite del basamento cristallino nella zona del Comelico, nel territorio del Cadore in provincia di Belluno. La caratterizzazione geotecnica per la progettazione definitiva di opere in sotterraneo è finalizzata all'individuazione delle problematiche geotecniche che la natura e le caratteristiche dei terreni pongono nella definizione delle soluzioni progettuali, all'individuazione delle criticità associate alle condizioni idrauliche del sottosuolo, all'esame delle condizioni di stabilità generale dell'area, prima e dopo la realizzazione delle opere in progetto. Ai fini della caratterizzazione geotecnica delle formazioni interessate dalle opere all'aperto e in sotterraneo, sono stati utilizzati i dati provenienti dalle diverse campagne di indagini geognostiche, sia pregresse che riferite all'attuale fase progettuale. L'ubicazione dei sondaggi è rappresentata sui profili geotecnici di progetto; le relative stratigrafie ed i risultati delle prove eseguite sono allegati agli elaborati specialistici. L'analisi e l'interpretazione di tutti i dati e le informazioni ad oggi disponibili hanno portato ad individuare formazioni assimilabili dal punto di vista geotecnico.

Il modello geotecnico del sottosuolo, sintesi della fase di caratterizzazione riportata nelle relazioni geotecniche e di calcolo e nei profili geotecnici.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	48 di 68

13. FASE DI DIAGNOSI

Nella fase di diagnosi, sulla base del modello geotecnico scaturito dagli studi e dalle indagini effettuati nella fase conoscitiva, si procede alla previsione della risposta tensio-deformativa dell'ammasso allo scavo, in assenza di interventi di stabilizzazione. La valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo è condotta con riferimento alle tre categorie di comportamento fondamentali individuate nel metodo ADECO-RS, di seguito brevemente richiamate, sulla base delle quali il tracciato sotterraneo è suddiviso in tratte a comportamento deformativo omogeneo.

I risultati dell'analisi del comportamento deformativo consentono di individuare gli interventi di precontenimento e/o di contenimento più idonei a garantire condizioni di stabilità della galleria in fase di scavo e a lungo termine

13.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO

Secondo l'approccio ADECO-RS la previsione dell'evoluzione dello stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile attraverso l'analisi dei fenomeni deformativi, che forniscono indicazioni sul comportamento della cavità nei riguardi della stabilità a breve e a lungo termine. Dati sperimentali e analisi teoriche hanno dimostrato che il comportamento della cavità è significativamente condizionato, oltre che dalle caratteristiche geometriche della galleria stessa e dai carichi litostatici, anche dalle caratteristiche di resistenza e di rigidità del nucleo d'avanzamento, inteso come il volume di terreno a monte del fronte di scavo. Se il nucleo non è costituito da materiale sufficientemente rigido e resistente da mantenere in campo elastico il proprio comportamento tensio-deformativo, si sviluppano fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento, a cui consegue l'evoluzione verso condizioni di instabilità del fronte e del cavo. Se, invece, il comportamento del nucleo d'avanzamento si mantiene in campo elastico, il nucleo stesso svolge un'azione di precontenimento del cavo, che si mantiene a sua volta in condizioni elastiche, conservando le caratteristiche di massima resistenza del materiale attraversato e quindi configurazioni di stabilità.

Sulla base di tali considerazioni, il comportamento del nucleo-fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente ricondotto alle seguenti tre categorie:

Categoria A: nucleo-fronte stabile

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 49 di 68

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità non supera le caratteristiche di resistenza dell'ammasso; in tal caso le deformazioni sono prevalentemente elastiche, di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente con la distanza dal fronte. Il fronte di scavo e il cavo stabile sono stabili e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di stabilizzazione, se non localizzati e in misura ridotta. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

Categoria B: nucleo-fronte stabile a breve termine

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità, a seguito delle operazioni di scavo, raggiunge la resistenza dell'ammasso. I fenomeni deformativi tensioni sono di tipo elasto-plastico, di maggiore entità rispetto al caso precedente. Nell'ammasso può prodursi una eventuale riduzione delle caratteristiche di resistenza con decadimento verso i parametri residui. La risposta tensio-deformativa può essere opportunamente controllata con adeguati interventi di preconsolidamento del fronte e/o di consolidamento al contorno del cavo. In tal modo si fornisce l'opportuno contenimento all'ammasso perché mantenga un comportamento stabile. Nel caso non si prevedano interventi, lo stato tensio-deformativo può evolvere verso situazioni di instabilità del cavo in fase di realizzazione. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

Categoria C: nucleo-fronte instabile

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui, superata la resistenza del terreno, i fenomeni deformativi evolvono molto rapidamente in campo plastico, producendo la progressiva instabilità del fronte di scavo e un incremento dell'estensione della zona dell'ammasso decompressa ed plasticizzata al contorno della cavità, con rapido decadimento delle caratteristiche meccaniche del materiale. L'espansione della fascia di materiale decompresso al contorno del cavo deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo, mediante interventi di preconsolidamento in avanzamento che consentono di creare artificialmente l'effetto arco per far evolvere la risposta tensio-deformativa verso configurazioni di stabilità.

Per la determinazione delle categorie di comportamento è stato utilizzato principalmente il metodo delle linee caratteristiche.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	50 di 68

Tali valutazioni quantitative, unitamente a considerazioni in merito all'affidabilità e rappresentatività dei dati di ingresso, alle condizioni idrauliche al contorno, e alle variabilità attese lungo il tracciato, hanno condotto alla definizione della categoria di comportamento.

13.1.1 Definizione delle tratte a comportamento tensio-deformativo omogeneo

Sulla base dei risultati delle analisi sopra descritte, il tracciato è stato suddiviso in tratte a comportamento tensio- deformativo omogeneo. Si riporta di seguito una sintesi delle gallerie di linea e si rimanda per i dettagli agli elaborati "Relazione geotecnica e di calcolo" e "Profili geotecnici" specifici per ciascuna galleria.

Galleria Scaleres

Nei Graniti di Bressanone il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A). Tale comportamento è prevedibile localmente anche nelle zone più fratturate e nell'attraversamento delle zone di faglia, dove la risposta dell'ammasso allo scavo è prevalentemente di tipo B (stabile a breve termine). Eventuali instabilità del cavo sono legate alla suscettibilità intrinseca del granito al fenomeno dello spalling. Nelle Filladi di Bressanone (BSS, BSSa) il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A), con un comportamento stabile a breve termine (B) nell'attraversamento di zone maggiormente fratturate ad elevate coperture e delle zone di faglia; nell'attraversamento di fasce tettonizzate caratterizzate da maggiore danneggiamento può prevedersi un comportamento deformativo allo scavo di categoria "C" (instabile). Nelle Dioriti di Bressanone, il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A), con possibile comportamento stabile a breve termine (B) nell'attraversamento di una fascia tettonizzata.

Galleria Gardena

La galleria si sviluppa interamente nelle Filladi di Bressanone (BSSa, BSSc). Il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A), con possibili situazioni locali in cui il fronte può presentarsi stabile a breve termine (B), ad esempio in corrispondenza delle zone più fratturate. Nell'attraversamento di zone di faglia, sono possibili situazioni locali in cui il fronte può risultare instabile: è previsto un comportamento deformativo allo scavo di categoria "C" (instabile). Condizioni di instabilità si potrebbero

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 51 di 68

avere soprattutto nell'attraversamento delle Filladi grafitose (BSSc) sotto alte coperture, in cui sono stati riscontrati livelli di grafite, con maggiore probabilità che si manifestino fenomeni di *squeezing*.

Interconnessioni di Ponte Gardena

Le gallerie si sviluppano pressoché interamente nelle Filladi di Bressanone (BSSa, BSSb). Il comportamento dell'ammasso allo scavo è stabile (A), ma nell'attraversamento di faglie/zone di danneggiamento il fronte può presentarsi stabile a breve termine (B). Nelle tratte al piede del versante in cui le gallerie attraversano depositi detritici e alluvionali si prevede un comportamento instabile (C).

Il riepilogo dettagliato della previsione di comportamento del fronte è riportato, per tratte omogenee, nei Profili geotecnici.

13.2 RISCHI POTENZIALI CONNESSI CON LA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE

Sulla base delle indicazioni provenienti dalla fase conoscitiva (studio geologico-idrogeologico e studio geotecnico) e dei risultati delle analisi sul comportamento tensio-deformativo dell'ammasso durante lo scavo, si sono evidenziati i potenziali rischi connessi con la realizzazione delle gallerie in scavo tradizionale e in scavo meccanizzato:

	Rischi	Condizioni Geotecniche
1	Instabilità dl fronte e del cavo	- zone con bassa copertura in presenza di materiali scadente caratteristiche meccaniche - zone tettonizzate e con superfici di taglio - zone di transizione litologica
2	Grandi deformazioni (squeezing)	- filladi carboniose in cui si prevedono grande deformazioni (maggiori del 4%) filladi carboniose per coperture superiori a 500 m
3	Rotture Fragili (Spalling)	Graniti per coperture superiori a 450 m
4	Stati tensionali dissimmetrici	zone con discontinuità sub-parallele all'asse della galleria zone con coefficienti di spinta a riposo >1
5	Presenza di trovanti/blocchi	depositi fluvio glaciali Finestra di Forch e GA08 depositi alluvionali recenti imbocco Funes
6	Venute d'acqua	Zone con elevato grado di fratturazione
7	Interferenza con sorgenti /corsi d'acqua superficiali	Zone con elevato grado di fratturazione
8	Interferenze	A22, linea storica, Tralicci Terna

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IBOU	1BEZZ	RH	GN0000001	B	52 di 68

La strategie di gestione del rischio in fase realizzativa sono descritte nel capitolo dedicato alla definizione delle soluzioni progettuali (fase di Terapia – cap.14).

14. FASE DI TERAPIA

Nella fase di terapia, sulla base delle indicazioni provenienti dalla fase conoscitiva e dall'analisi del comportamento deformativo allo scavo (fase di diagnosi), si individuano le modalità di scavo e gli interventi necessari per garantire la stabilità del cavo a breve e a lungo termine.

14.1 METODOLOGIA DI SCAVO

14.1.1 Criteri di scelta del sistema di scavo

La scelta dei metodi di scavo più appropriati per la realizzazione delle gallerie naturali Scaleres e Gardena deriva in primo luogo dall'analisi del tracciato plano-altimetrico, dall'inquadramento geologico-idrogeologico, dalla previsione della risposta deformativa allo scavo (determinazione della categoria di comportamento) e dalla configurazione delle gallerie (singolo binario a doppia canna).

I principali criteri considerati sono:

- Esigenza di operare nelle migliori condizioni di sicurezza, sia in fase realizzativa (per l'ambiente e per gli addetti ai lavori), sia in fase di esercizio;
- Superamento di zone potenzialmente critiche dal punto di vista geologico ed idrogeologico (fasce tettonizzate);
- Contenimento del fronte di scavo per evitare possibili instabilità del fronte medesimo legate alle condizioni geotecniche ed idrogeologiche degli ammassi attraversati;
- Minimizzazione dell'impatto sul territorio in termini di perturbazioni e disagi arrecati in superficie durante le fasi operative di realizzazione.

Oltre a questi criteri ne sono stati considerati altri, in particolare quelli programmatici dovuti alla necessità di evitare eventuali sfasamenti temporali tra la realizzazione del Lotto 1 e della galleria di Base del Brennero, da cui consegue la definizione di un sistema logistico ed organizzativo adeguato e l'apertura di diversi fronti di scavo. Ne deriva un compromesso che prevede sui tracciati delle gallerie di linea e di interconnessione l'utilizzo dello scavo tradizionale per il 20% circa e dello scavo meccanizzato per l'80% circa. Per le due gallerie di linea, comprese le gallerie di interconnessione, si prevede l'applicazione

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 53 di 68

di sistemi di scavo in tradizionale e meccanizzato secondo la distribuzione di seguito definita per ciascuna galleria e schematicamente rappresentato nella figura sottostante.

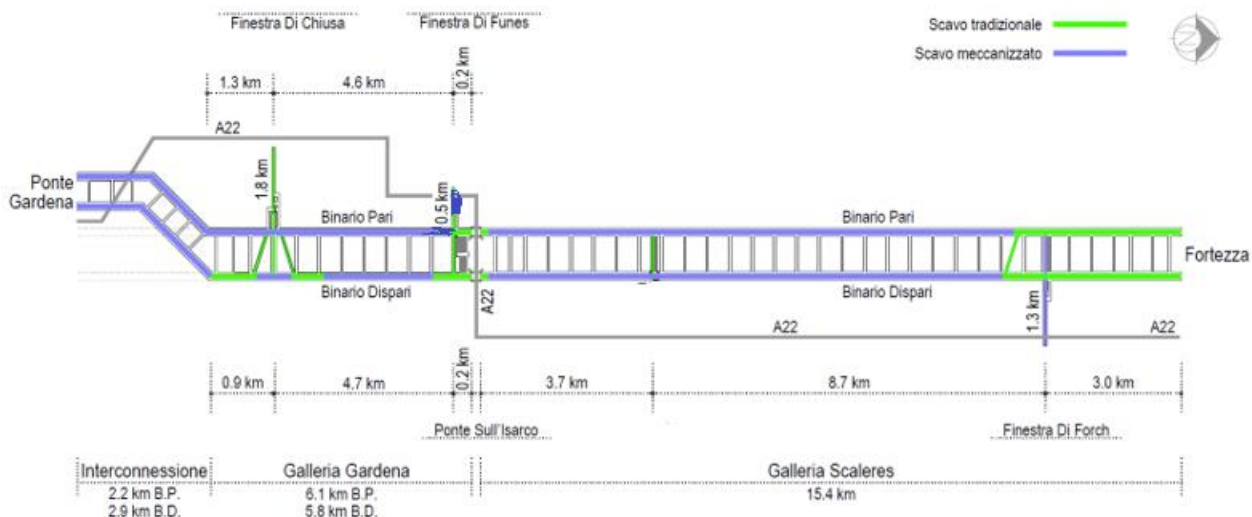


Figura 14-1 - Sistemi di scavo

Per la galleria Scaleres si prevede la realizzazione di due tratte in scavo tradizionale ed una tratta in scavo meccanizzato. Il tratto in meccanizzato della galleria Scaleres si sviluppa, con riferimento al binario pari, per circa 12.09 km, a monte della finestra di Forch e, negli ultimi metri prima dell'imbocco di Scaleres Sud.

Lo scavo meccanizzato attraversa le Filladi quarzifere di Bressanone (BSS, BSSa), dotate generalmente di buone caratteristiche geotecniche, sebbene siano presenti zone di faglia, con distribuzione sia dispersa che concentrata in alcune tratte, che impongono l'uso di particolari accorgimenti per il superamento delle stesse con TBM-S.

Le gallerie dell'Interconnessione e Gardena sono previste con scavo meccanizzato. Anch'esse si sviluppano quasi interamente nelle Filladi quarzifere di Bressanone (BSSa, BSSb) con tratti di minori importanza nei porfidi e nelle filladi carboniose.

Per la galleria Gardena si prevede di realizzare lo scavo con metodo tradizionale nella zona della finestra di Funes, come pure per le finestre costruttive ad eccezione di Forch.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	54 di 68	

14.1.1.1. Metodi di scavo nella Galleria Scaleres

La Galleria Scaleres prevede una sola finestra costruttiva intermedia, la finestra di Forch con metodo di scavo meccanizzato e tradizionale.

La prima tratta si sviluppa dall'innesto della Finestra di Forch con le gallerie di linea sino agli imbocchi Nord a Fortezza. L'avanzamento si sviluppa per circa 2,9 km ed è previsto in scavo tradizionale nelle Filladi quarzifere di Bressanone (BSS, BSSa) e nei Graniti di Bressanone.

La seconda tratta si sviluppa a Sud dell'innesto della finestra di Forch, passando in prossimità del nodo tecnologico di Albes, che verrà scavato successivamente, per circa 11.9 Km fino ai cameroni di smontaggio della TBM, situati a circa 80 m dall'imbocco; la tratta sarà scavata nelle Filladi quarzifere di Bressanone (BSS, BSSa).

14.1.1.2. Metodi di scavo nella Galleria Gardena

La Galleria Gardena è stata prevista in scavo tradizionale fino a poco dopo la finestra di Funes. Dal ramo primario della finestra di Funes è previsto il passaggio della TBM attraverso l'intersezione fino alla pk 15+439.86 del binario pari, mentre per il binario dispari è previsto un camerone di lancio della EPB e il successivo tratto in meccanizzato fino alla pk 20+287.30; la TBM verrà tralata fino alla 20+511.31 BD e da lì scaverà in TBM fino alla 21+199.39. Successivamente ci sarà una seconda traslazione per poter iniziare a scavare la galleria interconnessione binario dispari.

Nonostante le caratteristiche geotecniche degli ammassi rocciosi attraversati (costituiti prevalentemente da filladi quarzifere di Bressanone - BSSa, BSSb), si prestino ad essere scavate con TBM a piena sezione, l'impiego di questo sistema non appare vantaggioso in termini di organizzazione logistica e durata dei lavori per rispettare i tempi di costruzione previsti per la presenza dei cameroni del Posto di Comunicazione e di Interconnessione caratterizzati da ampie sezioni di scavo a geometria variabile.

Per le gallerie di interconnessione, invece, è prevista la continuazione dello scavo meccanizzato in continuità con la galleria Gardena mediante una TBM dual mode. Tale scelta deriva dalla necessità di sottopassare in sicurezza l'autostrada A22 (rilevato e fondazioni del viadotto Belprato), utilizzando una TBM con fronte in pressione.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">55 di 68</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	55 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	55 di 68													
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo																		

14.1.2 Metodo di scavo tradizionale

In merito alle modalità di avanzamento delle gallerie si è prevista l'adozione dello scavo a piena sezione, mediante esplosivo o martellone o escavatore o fresa puntuale, in funzione delle caratteristiche geotecniche degli ammassi attraversati e del loro comportamento allo scavo.

Nell'attraversamento di zone fratturate o di depositi incoerenti si adotteranno interventi di precontenimento del fronte e/o del contorno. Gli interventi di precontenimento al fronte in ammassi fratturati ed alterati, e in presenza di comportamento spingente, sono realizzati con barre auto perforanti in acciaio.

Il rivestimento di prima fase è costituito da uno strato di spritz-beton e centine metalliche, talvolta anche bulloni metallici (tipo Swellex) in funzione del grado di separazione strutturale e dei carichi previsti sui rivestimenti.

I rivestimenti definitivi sono previsti in calcestruzzo non armato o armato, in funzione del contesto geotecnico attraversato (ad esempio: attraversamento di faglie, spinte dissimmetriche).

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 prevede la posa in opera dell'impermeabilizzazione sull'intero perimetro della sezione di scavo.

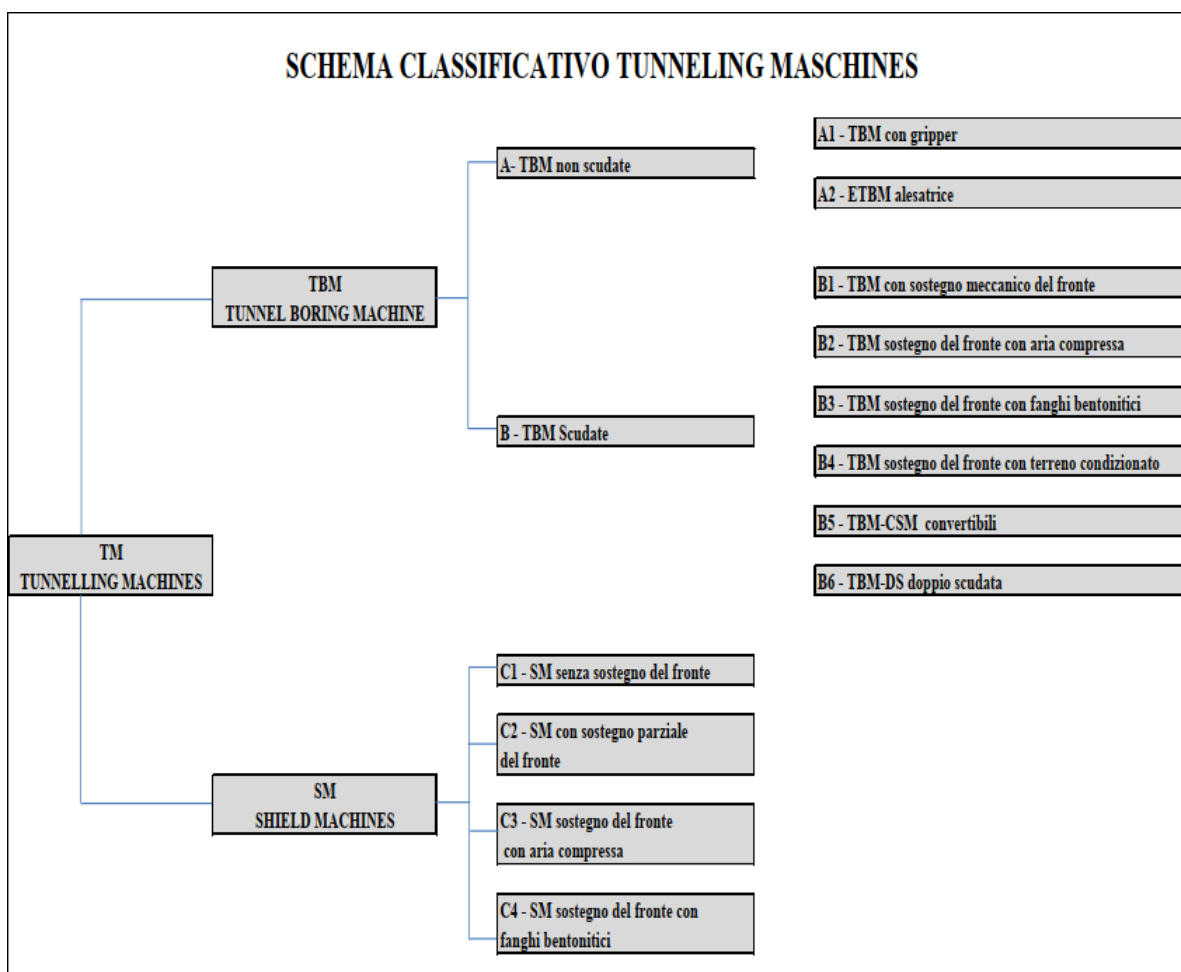
Le diverse soluzioni progettuali, in termini di tipologia, geometria ed intensità degli interventi di precontenimento e di sostegno dello scavo definiscono le "sezioni di scavo e consolidamento", descritte negli elaborati "Relazione geotecnica e di calcolo" specifica per ciascuna galleria e nei connessi elaborati grafici.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	56 di 68

14.1.3 Metodo di scavo meccanizzato delle gallerie

14.1.3.1. Principali suddivisioni delle TBM in relazione al campo di impiego previsto

Nel seguente schema si riportano, sinteticamente, le varie tipologie delle Tunnelling Machines (TM) suddivise per famiglie tipologiche in relazione al campo d'impiego previsto (condizioni geologiche e caratteristiche geotecniche- geomeccaniche, condizioni progettuali).



14.2 DEFINIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI TBM-S DA IMPIEGARE

Per le tratte previste in meccanizzato sono state valutate alcune tipologie di TBM individuando, con riferimento allo schema di classificazione delle Tunnelling Machines, quelle ritenute più valide in base alle fasi conoscitiva e diagnosi. La scelta si è orientata sull'impiego di TBM monoscudate, con contrasto sul rivestimento definitivo costituito da anelli in conci prefabbricati con guarnizioni perimetrali di tenuta idraulica. Il mantello, o scudo, dovrà avere un'adeguata conicità, che sarà definita in sede di

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	57 di 68

progettazione esecutiva delle TBM, per rimediare all'eventuale fenomeno della convergenza al fine di evitare il rischio di intrappolamento.

E' stato escluso l'impiego di macchine aperte con contrasto tramite gripper (TBM-G, tipologia A1), potenzialmente adatte nei Graniti di Bressanone, ma ritenute meno affidabili nelle Filladi quarzifere di Bressanone che presentano parametri geomeccanici variabili e differenti risposte tensio-deformative allo scavo. Inoltre, il sistema, in assenza di scudo protettivo, offre minori garanzie di sicurezza agli operatori rispetto ad una TBM scudata. Infine, la posa del rivestimento definitivo avviene in un secondo momento, lontano dal fronte di scavo, comportando una complessa organizzazione logistica che determinerebbe incrementi di tempi e costi rispetto al sistema con TBM scudata.

Pertanto, come anticipato al par. 14.1, per la Galleria Scaleres è stato stabilito il ricorso ad una TBM monoscudata da roccia (tipologia B1), invece per le Gallerie di Interconnessione e Gardena si è scelta la TBM-EPB/ Dual mode (tipologia B4) che permette di lavorare sia in formazioni rocciose come TBM da roccia (modalità aperta), sia in terreni instabili come EPB (Earth Pressure Balance, modalità chiusa, sostegno del fronte con terreno condizionato), munita di adeguata testa fresante per lo scavo in terreni lapidei e sciolti. La scelta di operare con una macchina EPB-S deriva, soprattutto, dalla necessità di sottopassare in sicurezza, in presenza di ridotte coperture, le fondazioni del viadotto autostradale "Belprato" ed il rilevato dell'Autostrada A22, la ferrovia storica e i tralicci di Terna.

Il ciclo di lavoro per entrambe le macchine è identico e comprende:

- Scavo e avanzamento per una lunghezza pari alla corsa effettiva dei martinetti di spinta; contemporaneamente si effettua il riempimento dell'intercapedine a tergo del rivestimento e l'allontanamento del materiale abbattuto.
- Posa del nuovo anello di rivestimento.
- Ripresa dell'avanzamento.

Le macchine dovranno essere attrezzate per eseguire sia eventuali fori di prospezione in avanzamento, sia eventuali drenaggi ed iniezioni di consolidamento dei terreni, per il superamento delle fasce tettonizzate, mediante fori predisposti sia sulla testa fresante, sia sul contorno del mantello.

Il principio operativo dell'EPB si basa sull'utilizzo del sostegno attivo del fronte di scavo con il medesimo materiale scavato, transitante nella "camera di scavo" posta dietro la testa fresante, che viene mantenuto in pressione attraverso un diaframma posteriore dai martinetti di spinta ed un sistema di

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 58 di 68

evacuazione dalla stessa camera di scavo per mezzo di una coclea. Il materiale nella camera di scavo viene opportunamente condizionato con agenti fluidificanti per conferire plasticità allo smarino e ridurre gli attriti, oltre ad impermeabilizzare il fronte di scavo.

I risultati delle indagini geognostiche e le caratteristiche geotecniche dei terreni incontrati dallo scavo della galleria sono riportati nei seguenti documenti di progetto cui si rimanda:

- Relazione geotecnica Galleria Scaleres IB0U1BEZZGEGN0000001A
- Relazione geotecnica Galleria Gardena e Interconnessioni IB0U1BEZZGEGN0000002A
- Galleria Scaleres - Profilo geotecnico - tav. 1-8 IB0U1BEZZF6GN0100001-8
- Galleria Gardena - Profilo geotecnico - tav. 1-3 IB0U1BEZZF6GN0200001-3
- Gallerie di interconnessione – BP - Profilo geotecnico - tav. 1-2 IB0U1BEZZF6GN0700001-2
- Gallerie di interconnessione – BD - Profilo geotecnico - tav. 1-2 IB0U1BEZZF6GN0700003-4
- Gallerie di interconnessione - by-pass - Profilo geotecnico - tav. 1-3 IB0U1BEZZF7GN0700001-3

14.3 SOLUZIONI PROGETTUALI E COSTRUTTIVE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IN FASE DI SCAVO

Di seguito si descrivono le soluzioni progettuali e le strategie di gestione dei potenziali rischi (cfr. § 12.3) che possono presentarsi nella realizzazione delle gallerie, sia con metodo di scavo tradizionale, sia con scavo meccanizzato.

14.3.1 Instabilità del fronte e del cavo

Tale fenomeno potrebbe interessare i tratti di galleria con basse coperture, in prossimità degli imbocchi, nell'attraversamento di zone tettonizzate e di transizione litologica.

Lo scavo sotto basse coperture in materiali di scadenti caratteristiche meccaniche interessa le zone di imbocco della Finestra Funes e della Finestra Chiusa, nelle quali è previsto lo scavo con metodo tradizionale. In tali condizioni l'avanzamento avverrà con l'esecuzione di interventi di preconsolidamento al fronte e al contorno in modo da poter controllare lo sviluppo dei fenomeni deformativi connessi con lo scavo e prevenire lo sviluppo di fenomeni di instabilità.

Per l'attraversamento di zone tettonizzate e intensamente fratturate, nel caso di scavo tradizionale è prevista l'adozione di avanzamenti con sfondi di lunghezza limitata, preceduti da interventi di

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 59 di 68

consolidamento al fronte e/o al contorno del cavo, in relazione al grado di fratturazione dell'ammasso e all'entità dei fenomeni deformativi attesi (applicazione delle sezioni di scavo e consolidamento B1 e C2v, cfr. § 12.3). In particolare, per la sezione C2v, si prevede l'iniezione del consolidamento al contorno a pressione e volume controllati o mediante la cementazione del foro, sulla base dell'effettivo stato di fratturazione riscontrato in avanzamento nelle relative tratte di applicazione. È prevista, inoltre, la messa in opera di drenaggi in avanzamento nel caso di venute d'acqua diffuse. Per le gallerie scavate con TBM viene messo a punto un sistema di previsione delle condizioni geologiche in avanzamento per anticipare la presenza di tali fasce tettonizzate, in modo da fermare la TBM ad una distanza di sicurezza adeguata e, da quella posizione procedere, se necessario, con un sistematico drenaggio e interventi di consolidamento in avanzamento. Pertanto, saranno realizzati sondaggi in avanzamento eseguiti dallo scudo provvisto di feritoie e tubi guida per il passaggio dell'attrezzatura di perforazione o di trattamento del terreno al contorno del fronte di scavo.

14.3.2 Grandi deformazioni (squeezing)

Dalle prove di creep realizzate in laboratorio ed effettuate per le zone delle filladi carbonionse si ritiene che il fenomeno di squeezing sia molto ridotto essendo, invece più comune lo scavo di una roccia di caratteristiche scadenti ad elevata profondità. Tuttavia se si dovessero registrare, durante le fasi di scavo, deformazioni tali da indicare grandi deformazioni che potrebbero portare ad elevati carichi radiali dell'ammasso sullo scudo o all'effettivo blocco della macchina di scavo scudata con conseguente intrappolamento della stessa, si tengono in considerazione i seguenti aspetti:

- Utilizzo scudi metallici fortemente tronconici e caratterizzati da un rapporto fra la lunghezza dello scudo ed il diametro di scavo prossimo a 1;
- incremento del diametro di scavo della macchina mediante un sovrascavo allo scopo di aumentare il "gap" radiale fra scudo metallico e profilo di scavo;
- opportuno sistema di spinta ed avanzamento della macchina. Tale sistema di spinta dovrà essere dimensionato per garantire, oltre alla spinta necessaria all'avanzamento ed alla penetrazione al fronte di scavo, il superamento dell'attrito provocato dall'eventuale carico radiale dell'ammasso sullo scudo;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	60 di 68

- possibilità di iniettare bentonite od iniezioni poliuretaniche da appositi fori presenti entro lo scudo per ridurre l'attrito fra lo scudo e l'ammasso roccioso;
- possibilità di eseguire consolidamenti in avanzamento dalla TBM per migliorare le caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso in scavo.

14.3.3 Rotture fragili (spalling)

I fenomeni di decompressione violenta (spalling/rockburst) lungo il tracciato del Lotto 1 hanno bassa probabilità di occorrenza.

14.3.4 Spinte dissimmetriche

Lungo il tracciato delle gallerie, si rileva la presenza di lineamenti tettonici aventi direzione sub-parallela al tracciato, oppure, caratterizzati da basso angolo di immersione. Tali situazioni geostrukturali potrebbero condurre ad una condizione in cui la risposta tensio-deformativa dell'ammasso allo scavo sia fortemente dissimmetrica. La progettazione esecutiva ha tenuto in conto tale elemento nella interazione suolo struttura presente negli elaborati di calcolo.

14.3.5 Mitigazione e controllo delle interferenze con le risorse idriche: venute d'acqua, isterilimento sorgenti e corsi d'acqua

In generale, considerate le caratteristiche litologiche e strutturali delle formazioni attraversate, l'assetto idrogeologico profondo, e le coperture delle gallerie in progetto, la probabilità che le opere in sotterraneo possano influenzare l'equilibrio idrologico sotterraneo e di superficie, producendo l'impoverimento delle risorse idriche, è significativa solo per alcune tratte del tracciato del Lotto 1, in corrispondenza di zone di faglia e di lineamenti tettonici attraverso i quali è ipotizzabile che avvenga il flusso idrico sotterraneo e che vi possa essere una comunicazione tra deflusso superficiale e profondo. Ad ogni modo, l'eventuale impatto idrogeologico e l'eventuale rischio di impoverimento delle risorse idriche a seguito dello scavo delle opere in sotterraneo possono essere affrontati e mitigati con le seguenti soluzioni progettuali e costruttive:

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">61 di 68</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	61 di 68
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	61 di 68													
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo																		

- Nell'attraversamento di zone non fratturate o parzialmente fratturate non sono attesi particolari problemi di interferenza con il regime idraulico sotterraneo e superficiale. In tali condizioni possono infatti prevedersi deboli manifestazioni idriche (stillicidi, venute d'acqua localizzate), pertanto l'eventuale drenaggio non ha ripercussioni significative sull'equilibrio idrologico sotterraneo ed è comunque limitato alla sola fase di scavo. Per gallerie realizzate con metodo tradizionale, tutte le sezioni tipo di scavo e consolidamento prevedono l'esecuzione, a tergo del rivestimento definitivo di calotta, dell'impermeabilizzazione. Per gallerie realizzate con scavo meccanizzato, il montaggio del rivestimento in conci prefabbricati con guarnizioni di tenuta idraulica garantisce l'impermeabilità della galleria e le condizioni idrauliche ante-operam.
- Nell'attraversamento di zone molto fratturate (zone tettonizzate, zone di faglia, zone di deformazioni gravitative profonde) in presenza di una circolazione idrica diffusa e/o con elevati battenti idraulici, è possibile attendersi manifestazioni idrauliche più significative durante lo scavo. Per avanzamenti con metodo tradizionale e con TBM scudata aperta nel caso di venute d'acqua diffuse si prevede l'impiego di drenaggi in avanzamento al fronte e/o al contorno del cavo per l'abbattimento temporaneo e localizzato dei carichi idraulici ed il controllo degli afflussi di acqua in galleria. Se necessario, nel caso di venute d'acqua elevate, possono effettuarsi interventi sull'ammasso per ridurre la permeabilità, consentendo l'esecuzione delle operazioni di scavo in piena sicurezza. Tutte le sezioni tipo di scavo e consolidamento prevedono l'esecuzione, a tergo del rivestimento definitivo di calotta, dell'impermeabilizzazione. Nel caso di scavo meccanizzato, il montaggio del rivestimento in conci prefabbricati con guarnizioni di tenuta idraulica, fino ad almeno 10 bar, garantisce l'impermeabilità della galleria e le condizioni idrauliche ante-operam. In alcune tratte, dove sono previsti carichi idraulici di maggiore entità, saranno posti in opera drenaggi definitivi per abbattere la pressione idraulica a lungo termine.
- Nell'attraversamento di zone molto fratturate (zone di faglia) e nelle quali il regime idraulico sotterraneo potrebbe essere connesso a sorgenti o a corsi d'acqua (sorgenti e corsi d'acqua definiti a rischio, cfr. § 10.1) si procederà, in generale, con l'esecuzione di interventi per la riduzione della permeabilità (se le condizioni geotecniche sono favorevoli si prevede l'utilizzo di resine). Nel caso di materiale cataclasato eventuali venute d'acqua con carichi idraulici elevati potrebbero produrre un afflusso incontrollato di materiale all'interno dello scavo, rappresentando un problema anche dal punto di vista della sicurezza e della stabilità dello scavo. Pertanto, in

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 62 di 68

tali condizioni gli interventi di consolidamento, previsti in avanzamento dalla TBM, avranno anche la funzione di ridurre la permeabilità.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	63 di 68

14.3.6 Risentimenti su infrastrutture sottoattraversate

Le interferenze già identificate in questo elaborato sono state analizzate negli elaborati specifici, dove sono stati individuate anche gli interventi in funzione dei dati provenienti dal monitoraggio.

14.4 DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO ED AVANZAMENTO

14.4.1 Sezione tipo di avanzamento per scavo in tradizionale: gallerie di linea e finestre

Le sezioni tipo di avanzamento per le gallerie realizzate con scavo tradizionale sono state sviluppate secondo i criteri descritti nei paragrafi precedenti e si compongono degli interventi riportati negli elaborati di progetto e nelle corrispondenti relazioni di calcolo.

In sintesi, per le gallerie di linea realizzate con il metodo convenzionale sono previste le seguenti sezioni di scavo e consolidamento:

WBS	Opera	Sezioni tipo
GN00	Galleria Scaleres	A0L, A0, A1L, A1, B1L, C2v, As, C2L, A2 allargata
GN00	Galleria Gardena	A0, A1, B1, A0L, A1L, B1L, B1LC
GN05	Finestra Chiusa	A0, A1, A2, B1*, C2*, C1*bis
GN06	Finestra Funes	A1*, B1, B1L, A2C

Tabella 2 – Riepilogo delle sezioni tipo

Come illustrato nelle Relazioni di calcolo, in fase di diagnosi sono state riesaminate per ogni tratta omogenea prevista lungo il profilo geomeccanico le sezioni tipo.

Nella disamina si sono valutati i parametri geotecnici considerando la variazione di GSI nell'intervallo di riferimento indicato sul Profilo Geotecnico e la massima copertura per ogni tratta omogenea. Dai risultati ottenuti è emerso che per tutte le tratte esaminate si osserva un comportamento prevalente delle condizioni del fronte e del cavo di tipo stabile e l'applicazione delle sezioni di scavo tipo A è quella maggiormente frequente lungo lo sviluppo della tratta realizzata con metodo tradizionale.

A valle di questo studio, ad eccezione dei tratti di scavo che attraversano zone di faglia, sono state rimodulate le lunghezze delle tratte di applicazione a favore delle sezioni tipo A, riducendo la lunghezza di applicazione delle sezioni tipo B e C.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 64 di 68

14.4.2 Sezioni di scavo e consolidamento per i cameroni di montaggio TBM, di interconnessione e di comunicazione P/D

Queste opere presentano uno sviluppo longitudinale anche di centinaia di metri, con sezioni interne policentriche molto ampie. La sezione maggiore, progettata per eseguire il montaggio delle TBM, misura un'area di scavo di circa 500 m² (27 metri di larghezza alla base e 22 metri di altezza circa, in estradosso rivestimento definitivo). Tali dimensioni, indicate da costruttori di TBM per lavori analoghi già realizzati sono necessarie per l'installazione dell'attrezzatura (carri ponte) di montaggio della TBM e del back-up. Per le sezioni più ampie si prevede la parzializzazione della sezione di scavo come schematizzato nella Figura 22. Il rivestimento di prima fase è costituito da uno strato di spritz-beton, centine metalliche e bulloni metallici ad ancoraggio puntuale con successiva iniezione di miscela cementizia. Tali interventi rappresentano azioni di "contenimento" del cavo.

Nella sezione tipo G effettuato lo scavo, la posa in opera dei rivestimenti di prima fase e di sostegno, si procederà al montaggio delle TBM e dei back-up, che verranno trasportati smontati nei loro vari elementi attraverso le finestre e i tratti di galleria in tradizionale già realizzati.

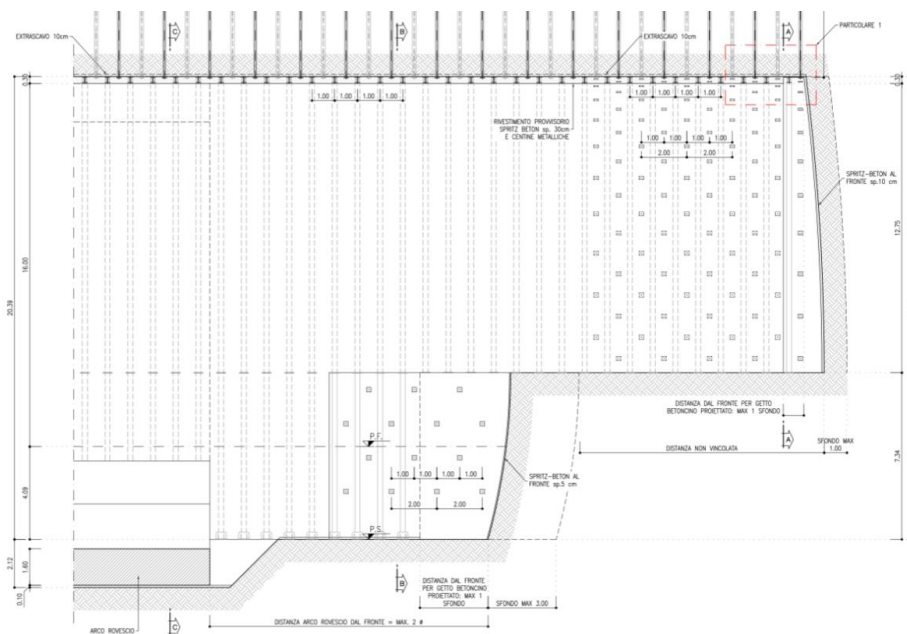


Figura 14-2 - Schematico scavo parzializzato per le sezioni di scavo di maggiori dimensioni.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0000001	B	65 di 68

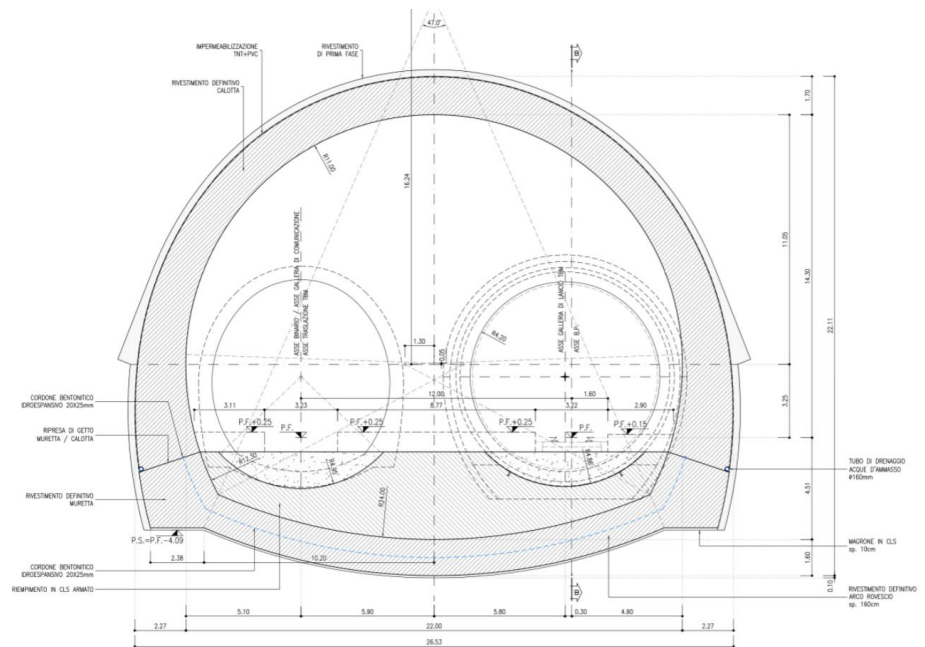


Figura 14-3 - Camere con sezione di intradosso tipo "G" per montaggio TBM.

Tutte le quantità relative agli interventi sono riportate negli elaborati di scavo, consolidamento e carpenteria, mentre le percentuali di applicazione delle sezioni sono indicate nei profili geotecnici.

14.4.2.1. Sezioni di scavo e consolidamento per i cunicoli trasversali

I collegamenti trasversali potranno essere realizzati eventualmente anche durante l'esecuzione delle gallerie di linea, a distanza adeguata dal fronte per non interferire con le operazioni di avanzamento.

In funzione delle caratteristiche geotecniche degli ammassi attraversati e del loro comportamento allo scavo, sono previste differenti sezioni di scavo e consolidamento.

Effettuato lo scavo con esplosivo e/o mezzi meccanici (martello demolitore, escavatore) e lo smarino, si procederà alla posa in opera degli interventi di sostegno del cavo o degli interventi di precontenimento del fronte e/o contorno. L'intervento sarà completato con la posa dell'impermeabilizzazione in PVC, su supporto di tessuto non tessuto, ed il getto del rivestimento definitivo. Nel tratto di scavo in meccanizzato le fasi realizzative dei by-pass saranno le stesse, con la differenza che, preliminarmente allo scavo, dovrà essere parzialmente demolito il rivestimento in conci

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IB0U	1BEZZ	RH	GN0000001	B	66 di 68

posati dalla TBM. L'intervento di demolizione dei conci di rivestimento sarà preceduto da adeguati sistemi di protezione costituiti da interventi di bullonatura sui conci e/o centinature entro la galleria.

14.4.3 Sezione tipo di avanzamento per scavo meccanizzato

La sezione tipo di avanzamento in scavo meccanizzato presenta le seguenti caratteristiche indicative:

- diametro scavo: minimo 9.68 m per tutte le gallerie di linea con possibilità di aumentare il gap tra profilo di scavo e estradosso rivestimento prefabbricato mediante l'estensione di cutters periferici "maggiorati" per superare zone geologicamente difficili.
- riempimento a tergo: spessore di 19 cm circa con miscela bicomponente
- rivestimento in anelli di conci prefabbricati in c.a.
- tipologia anello: universale
- spessore anello: 45 cm
- lunghezza anello: 1,8 m
- numero conci per anello: 7+0
- Guarnizioni di tenuta idraulica
- Collegamenti tra i conci: bulloni e barra guida

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0000001	B	67 di 68

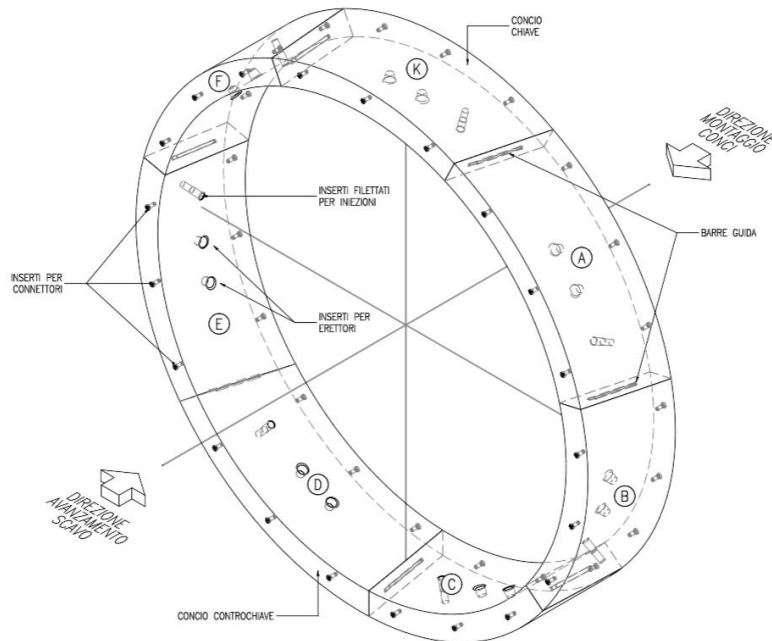


Figura 14-4 - Camerone Rivestimento con anelli in conci prefabbricati (schema indicativo)

14.5 IL MONITORAGGIO PER LA FASE REALIZZATIVA

Durante la realizzazione delle opere in sotterraneo si dovrà porre in opera un adeguato programma di monitoraggio, volto a verificare ed ottimizzare le scelte progettuali effettuate, in termini di intensità degli interventi di consolidamento e confinamento previsti e di successione delle fasi esecutive, in particolare: cadenze di scavo e distanze di getto dal fronte dei rivestimenti definitivi in funzione dei livelli deformativi del fronte e del cavo. Questi adeguamenti progettuali fanno parte dell’approccio progettuale ADECO-RS (Rif. [63]), e più in generale del “metodo osservazionale”. Il monitoraggio ha inoltre lo scopo di controllare gli eventuali effetti indotti in superficie nelle condizioni di basse coperture e, particolarmente, in presenza di interferenze.

In fase di progettazione esecutiva sono previsti, per ogni WBS il relativo sistema di monitoraggio che dovrà essere realizzato e tarato prima di procedere allo scavo.

Dovuta all’estensione del sistema di monitoraggio proposto, si rimanda agli elaborati specifici di progettazione esecutiva.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo		COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000001	REV. B	FOGLIO. 68 di 68

15. CONCLUSIONI

Nella presente relazione, viene illustrato il progetto definitivo delle opere in sotterraneo previste nel Lotto 1 Fortezza– Ponte Gardena compreso nella nuova Linea AC Verona-Fortezza.

Dopo una descrizione del tracciato e delle principali opere, la progettazione delle opere in sotterraneo in progetto è stata condotta secondo il Metodo ADECO-RS ((Rif. [63]), che si articola nelle seguenti fasi:

- fase conoscitiva: è finalizzata allo studio e all’analisi del contesto geologico e geotecnico in cui deve essere realizzata l’opera;
- fase di diagnosi: si esegue la valutazione della risposta deformativa dell’ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione per la determinazione delle categorie di comportamento;
- fase di terapia: sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, si individuano le modalità di scavo e gli interventi di stabilizzazione idonei (sezioni tipo) per realizzare l’opera in condizioni di sicurezza.
- fase di verifica e messa a punto: il progetto è completato dal piano di monitoraggio da predisporre ed attuare nella fase realizzativa. Nel piano di monitoraggio sono individuati i valori delle grandezze fisiche a cui riferirsi in corso d’opera per controllare la risposta deformativa dell’ammasso al procedere dello scavo, verificare la rispondenza con le previsioni progettuali e mettere a punto le soluzioni progettuali nell’ambito delle variabilità previste in progetto.

Dall’analisi del tracciato plano-altimetrico, dall’inquadramento geologico-idrogeologico, dalla previsione della risposta deformativa allo scavo, dalla configurazione delle gallerie e dai vincoli programmatici è derivata la scelta dei metodi di scavo più appropriati per la realizzazione delle gallerie naturali e delle altre opere in sotterraneo (cameroni, cunicoli di by-pass, finestre). Per la fase realizzativa sono stati individuati gli eventuali rischi che possono incidere sulla realizzazione delle opere.

Lo studio condotto in questa fase di progettazione ha permesso di identificare le principali tematiche e criticità e di individuare, sulla base dei dati disponibili, le soluzioni progettuali e costruttive ritenute più idonee per la gestione dei rischi.