

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

### PIANIFICAZIONE E COORDINAMENTO PROGETTI

### PROGETTO DEFINITIVO

#### ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

#### ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

#### LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

#### ELABORATI GENERALI

#### RELAZIONE GENERALE

SCALA:

-

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

IBL1 10 D 05 RG MD0000 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva per CdS		Aprile 2013	C. Mazzocchi	Aprile 2013	C. Mazzocchi	Aprile 2013	G. Strabioli Aprile 2015
B	Emissione definitiva per CdS con traduzione		Aprile 2015	C. Mazzocchi	Aprile 2015	C. Mazzocchi	Aprile 2015	

File: IBL110D05RGMD0000001\_RevB

n. Elab.:



AUFTRAGGEBER.



PLANUNG:



## STRATEGISCHE EISENBAHNINFRASTRUKTUREN GEMÄSS ORIENTIERUNGSGESETZ NR. 443/01 i.d.g.F.



Von der Europäischen  
Union kofinanziertes Projekt

CUP: J94F04000020001

### PROJEKTPLANUNG UND KOORDINATION

### EINREICHPROJEKT

#### EISENBAHNACHSE MÜNCHEN – VERONA

#### SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE (FORTEZZA) – VERONA

#### BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK (PONTE GARDENA)

#### ALLGEMEINE PLANUNTERLAGEN

#### ALLGEMEINER BERICHT



AUFTRAG BAULOS PHASE TRÄGER DOK.ART BAUWERK/DISZIPLIN NUMM. VERS.

IBL1 10 D 05 RG MD0000 001 B

Vers.	Beschreibung	Verfasst	Datum	Geprüft	Datum	Gebilligt	Datum	Genehmigt Datum
A	Endgültige Ausgabe für CdS		April 2013	C. Mazzocchi	April 2013	C. Mazzocchi	April 2013	G. Strabioli April 2015
B	Endgültige Ausgabe für CdS mit Übersetzung		April 2015	C. Mazzocchi	April 2015	C. Mazzocchi	April 2015	

Datei: IBL110D05RGMD0000001\_deu\_RevB

Nr.

## INHALT

<b>EINFÜHRENDE ELEMENTE .....</b>	<b>6</b>
<b>1 ZWECK DER MASSNAHME .....</b>	<b>9</b>
<b>2 KURZBESCHREIBUNG DER BAUMASSNAHMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>3 REFERENZUNTERLAGEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ERKUNDUNG DES GEBIETS .....</b>	<b>15</b>
<b>4 TOPOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE.....</b>	<b>15</b>
<b>5 GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE.....</b>	<b>17</b>
5.1 Geologische einordnung.....	18
5.2 Geomorphologische einordnung.....	26
5.3 Geotechnische eigenschaften der gesteinsmassen .....	27
5.4 Hydrogeologische einordnung .....	29
5.5 Durchgeführte untersuchungen .....	32
5.5.1 Tiefensondierungen.....	32
5.5.2 Herkömmliche Sondierungen .....	33
5.5.3 Geophysikalische Untersuchungen.....	34
<b>DIE ENTWICKLUNG DES PROJEKTS.....</b>	<b>35</b>
<b>6 DIE WICHTIGSTEN ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DEM VORPROJEKT .....</b>	<b>35</b>
6.1Optimierung der TRASSENführung der Verknüpfungen von waidbruck.....	36
6.2 Deponiegelände Im Riggertal.....	39
6.2.1 Deponiegelände Forch und zusätzliche Gelände .....	41
<b>7 EISENBAHNTRASSE.....</b>	<b>45</b>
7.1 Beschreibung Der Trassenführung Von Hauptstrecke Undverknüpfung.....	46
7.2 technische Merkmale.....	49
7.3 Massnahmen im Bereich des Bahnhofs Waidbruck.....	50
<b>8 BETRIEBSSTUDIEN .....</b>	<b>51</b>
8.1 derzeitige Situation Der Infrastruktur.....	52
8.2 derzeitiges Betriebsmodell .....	53
8.3 geplante Situation Der Infrastruktur.....	54
8.4 geplante Betriebsmodelle .....	56
8.5 fahrplanvarianten Projektstrecke .....	60



## INDICE

<b>ELEMENTI INTRODUTTIVI.....</b>	<b>6</b>
1 SCOPO DELL'INTERVENTO .....	9
2 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI.....	11
3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	14
<b>INDAGINI CONOSCITIVE DEL TERRITORIO .....</b>	<b>15</b>
4 TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA.....	15
5 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	17
5.1 Inquadramento geologico.....	18
5.2 Inquadramento geomorfologico .....	26
5.3 Caratteristiche geotecniche degli ammassi rocciosi.....	27
5.4 Inquadramento idrogeologico .....	29
5.5 Indagini svolte.....	32
5.5.1 Sondaggi profondi.....	32
5.5.2 Sondaggi Ordinari.....	33
5.5.3 Indagini geofisiche.....	34
<b>SVILUPPO DEL PROGETTO.....</b>	<b>35</b>
6 PRINCIPALI VARIAZIONI RISPETTO IL PROGETTO PRELIMINARE .....	35
6.1 Ottimizzazione del tracciato delle interconnessioni di Ponte Gardena .....	36
6.2 Aree di deposito in Val Riga .....	39
6.2.1 Area di deposito Forch e aree integrative.....	41
7 TRACCIATO FERROVIARIO .....	45
7.1 descrizione del tracciato di Linea e interconnessione.....	46
7.2 Caratteristiche tecniche.....	49
7.3 Interventi nell'ambito della stazione di Ponte Gardena .....	50
8 STUDI DI ESERCIZIO .....	51
8.1 Situazione infrastrutturale attuale .....	52
8.2 Modello di esercizio attuale.....	53
8.3 Situazione infrastrutturale di progetto.....	54
8.4 Modelli di esercizio di progetto.....	56
8.5 Ipotesi di orario di progetto.....	60

<b>9 SICHERHEIT IM TUNNEL.....</b>	<b>62</b>
9.1 Allgemeine Sicherheitskriterien Im Tunnel.....	62
9.2 Bezugsnormen Für Die Sicherheit Im Tunnel.....	63
9.2.1 Technische Spezifikation für die Interoperabilität „Sicherheit in Eisenbahntunneln“.....	63
9.2.1 Ministerialdekret „Sicherheit in Eisenbahntunneln“.....	63
9.3 Sicherheitseinrichtungen Im Tunnel.....	65
9.3.1 Bauteile.....	65
9.3.2 Zugang von draußen und Sicherheitseinrichtungen außerhalb der Tunnel.....	69
9.3.3 Technologische Anlagen und Systeme.....	72
9.3.4 Ergänzende technologische Anlagen und Systeme.....	76
<b>10 ANWENDBARE TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN FÜR DIE INTEROPERABILITÄT.....</b>	<b>78</b>
<b>11 TUNNELPROJEKT.....</b>	<b>79</b>
11.1 Arbeitsmethode.....	79
11.2 Ausgestaltung Und Entwicklung Der Unterirdischen Bauwerke.....	81
11.3 Gewölbequerschnitte.....	83
11.3.1 Bergmännisch Vorgetriebene Strecken- Und Verknüpfungstunnel.....	83
11.3.2 In offener Bauweise angelegte Tunnel.....	86
11.3.3 Kavernen mit vergrößertem Querschnitt für die Verknüpfungen.....	87
11.3.4 Kavernen für Gleisverbindungsstellen.....	88
11.3.5 Nischen.....	91
11.3.6 Querschläge.....	91
11.3.7 Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd.....	94
11.3.8 Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord, Forch und Klausen.....	95
11.3.9 Fensterstollen Albeins.....	97
11.4 Wasserableitungssystem.....	98
11.4.1 Schematische Darstellung des Flusses von beim Vortrieb angetroffenem Wasser und Fahrbahnwasser.....	99
11.5 Rauchsperr.....	103
11.6 Portalen Der Unterirdischen Bauwerke.....	104
11.6.1 Portalen Schalderer Tunnel.....	104
11.6.2 Portalen Verknüpfungen Franzensfeste.....	107
11.6.3 Portalen Grödner Tunnel.....	108
11.6.4 Portalen der Verknüpfungen Waidbruck.....	109
11.6.5 Portalen der Fensterstollen.....	110
11.7 ERKUNDUNGSPHASE.....	114
11.7.1 Aus der geologischen Studie abgeleitete Merkmale der Gesteinschichten und Strukturen.....	114
11.7.2 Geotechnische Studie.....	117
11.8 DIAGNOSEPHASE: ANALYSE DES VERFORMUNGSVERHALTENS BEIM AUSBRUCH.....	120
11.8.1 Verhaltensklassen der Ortsbrust.....	120
11.8.2 Bestimmung der Verhaltensklassen.....	121
11.8.3 Potentielle Risiken in Verbindung mit dem Tunnelbau.....	128

<b>9 SICUREZZA IN GALLERIA .....</b>	<b>62</b>
9.1 Criteri generali di sicurezza in galleria .....	62
9.2 Riferimenti normativi per la sicurezza in galleria .....	63
9.2.1 <i>Specifica Tecnica di Interoperabilità "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie"</i> .....	63
9.2.2 <i>Decreto Ministeriale "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie"</i> .....	63
9.3 Predisposizioni di sicurezza in galleria .....	65
9.3.1 <i>Opere civili</i> .....	65
9.3.2 <i>Accessibilità esterna e Predisposizioni di sicurezza esterne alle gallerie</i> .....	69
9.3.3 <i>Impianti e sistemi tecnologici</i> .....	72
9.3.4 <i>Impianti e sistemi tecnologici integrativi</i> .....	76
<b>10 SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITÀ APPLICABILI.....</b>	<b>78</b>
<b>11 PROGETTO DELLE GALLERIE.....</b>	<b>79</b>
11.1 Metodologia di lavoro .....	79
11.2 Configurazione e sviluppo delle opere in sotterraneo.....	81
11.3 Sezioni di intradosso.....	83
11.3.1 <i>Gallerie naturali di linea e di interconnessione</i> .....	83
11.3.2 <i>Gallerie artificiali</i> .....	86
11.3.3 <i>Cameroni per le Interconnessioni</i> .....	87
11.3.4 <i>Cameroni per i Posti di Comunicazione</i> .....	88
11.3.5 <i>Nicchie</i> .....	91
11.3.6 <i>Cunicoli trasversali di collegamento</i> .....	91
11.3.7 <i>Finestra di Aica-Varna Sud</i> .....	94
11.3.8 <i>Finestre di Aica-Varna Nord, Forch e Chiusa</i> .....	95
11.3.9 <i>Finestra di Albes</i> .....	97
11.4 Sistema di smaltimento delle acque.....	98
11.4.1 <i>Schemi della direzione dei flussi delle acque intercettate durante lo scavo e delle acque di piattaforma</i> .....	99
11.5 Disconnessione fumi.....	103
11.6 Imbocchi delle opere in sotterraneo .....	104
11.6.1 <i>Imbocchi Galleria Scaleres</i> .....	104
11.6.2 <i>Imbocchi Interconnessioni di Fortezza</i> .....	107
11.6.3 <i>Imbocchi Galleria Gardena</i> .....	108
11.6.4 <i>Imbocchi Interconnessioni di Ponte Gardena</i> .....	109
11.6.5 <i>Imbocchi delle finestre</i> .....	110
11.7 Fase Conoscitiva .....	114
11.7.1 <i>Caratteri litostratigrafici e strutturali derivanti dallo studio geologico</i> .....	114
11.7.2 <i>Studio geotecnico</i> .....	117
11.8 Fase di Diagnosi: Analisi del comportamento deformativo allo scavo .....	120
11.8.1 <i>Classi di comportamento del fronte di scavo</i> .....	120
11.8.2 <i>Determinazione delle classi di comportamento</i> .....	121
11.8.3 <i>Rischi potenziali connessi con la realizzazione delle gallerie</i> .....	128

11.9 Therapiephase .....	129
11.9.1 Ausbruchmethode .....	129
11.9.2 Projekt- und Konstruktionslösungen für das Risikomanagement in der Ausbruchsphase .....	137
11.9.3 Definition und Beschreibung der Ausbruchs- und Vortriebsquerschnitte .....	143
11.10 Durchführungsphase .....	146
11.10.1 Organisationskriterien für Ausbruch und Transport .....	146
11.10.2 Durchführungsphasen .....	147
11.10.3 Das Monitoring für die Durchführungsphase .....	153
<b>12 ÜBERSCHNEIDUNGEN UND MEDIENLEITUNGEN .....</b>	<b>154</b>
12.1 Überschneidung Mit Infrastrukturen .....	154
12.1.1 Überschneidung zwischen Verknüpfungstunnel Gleis 2 des Schalderer Tunnels mit den Streckentunneln .....	154
12.1.2 Überschneidung des Doppelfensters Aicha-Vahrn mit Autobahn A22 und Brennerbahnlinie .....	154
12.1.3 Überschneidung des doppelten Schutterstollens Forch mit der Brennerstraße SS12 .....	154
12.1.4 Überschneidung der Verknüpfungstunnel Waidbruck mit dem Viadukt Belprato der Autobahn A 22 .....	155
12.2 Untersuchung Medienleitungen Und Nutzbauten .....	156
12.2.1 Analyse Der Gebiete .....	157
12.2.2 Beschreibung Der Arten Von Verarbeitungsphasen Für Die Angewandten Lösungen .....	157
<b>13 EISACK-BRÜCKE .....</b>	<b>159</b>
13.1 Projektlösung .....	159
13.2 Tragwerkskomponenten .....	162
13.2.1 Widerlager .....	162
13.2.2 Pfeiler und Fundamente .....	162
13.2.3 Bogen und Überbau .....	163
<b>14 MASSNAHMEN ZUR LANDSCHAFTLICHEN EINGLIEDERUNG DER INFRASTRUKTUREN IN WAIDBRUCK .....</b>	<b>165</b>
14.1 Einkapselung: Kritische Aspekte Und Lösungen In Gegenüberstellung .....	165
14.1.1 Problematik: Sicherheit im Tunnel .....	165
14.1.2 Kritische Tragwerksaspekte .....	166
14.2 ALTERNATIVEN ZUR EINKAPSELUNG: MÖGLICHKEITEN .....	168
14.2.1 Architektonisch-landschaftliche Eingliederung der geplanten Infrastruktur .....	169
<b>15 BEREICHE DER TUNNELPORTALEN UND ZUFAHRTSWEGE .....</b>	<b>171</b>
15.1 Verknüpfung Franzensfeste .....	173
15.2 Fensterstollen Aicha-Vahrn .....	174
15.3 Fensterstollen Albeins .....	177
15.4 Schalderer Tunnel - Südeingang .....	178
15.5 Grödner Tunnel - Nordeingang .....	180
15.6 Fensterstollen Klausen .....	183
15.7 Verknüpfung Waidbruck .....	185
15.7.1 Offen angelegter Tunnel, Zufahrtsgraben und Kaverne .....	185
15.7.2 Eingangsbereich .....	187
15.8 TECHNOLOGISCHE GEBÄUDE .....	190

11.9 Fase di Terapia .....	129
11.9.1 Metodologia di scavo.....	129
11.9.2 Soluzioni progettuali e costruttive per la gestione del rischio in fase di scavo .....	137
11.9.3 Definizione e descrizione delle sezioni di scavo ed avanzamento.....	143
11.10 Fase Realizzativa.....	146
11.10.1 Criteri di organizzazione degli scavi e dei trasporti .....	146
11.10.2 Fasi realizzative .....	147
11.10.3 Il monitoraggio per la fase realizzativa .....	153
<b>12 INTERFERENZE E SOTTOSERVIZI.....</b>	<b>154</b>
12.1 Interferenze con Infrastrutture.....	154
12.1.1 Interferenza tra la galleria di interconnessione pari della Scaleres e le gallerie di linea .....	154
12.1.2 Interferenza della doppia finestra Aica-Varna con l'autostrada A22 e la linea ferroviaria del Brennero.....	154
12.1.3 Interferenza della doppia galleria Forch per lo smarino con la S.S.12 del Brennero.....	154
12.1.4 Interferenza delle gallerie di interconnessione di Ponte Gardena con il viadotto Belprato dell'autostrada A22155 .....	
12.2 Indagine sui Sottoservizi.....	156
12.2.1 Analisi delle aree.....	157
12.2.2 Descrizione delle fasi tipologiche delle Lavorazione per le risoluzioni adottate .....	157
<b>13 PONTE SUL FIUME ISARCO .....</b>	<b>159</b>
13.1 Soluzione di progetto .....	159
13.2 Componenti strutturali.....	162
13.2.1 Spalle .....	162
13.2.2 Pile e fondazioni.....	162
13.2.3 Archi e impalcato.....	163
<b>14 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELLA INFRASTRUTTURA A PONTE GARDENA.....</b>	<b>165</b>
14.1 Incapsulamento: criticità – soluzioni a confronto .....	165
14.1.1 Criticità: Sicurezza in galleria.....	165
14.1.2 Criticità: aspetti strutturali .....	166
14.2 Alternativa all'incapsulamento: opportunità .....	168
14.2.1 Inserimento architettonico – paesaggistico dell'infrastruttura progettata.....	169
<b>15 AREE AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITÀ DI ACCESSO .....</b>	<b>171</b>
15.1 Interconnessione di Fortezza.....	173
15.2 Finestra di Aica - Varna.....	174
15.3 Finestra di Albes.....	177
15.4 Galleria Scaleres – Imbocco Sud.....	178
15.5 Galleria Gardena – Imbocco Nord.....	180
15.6 Finestra di Chiusa .....	183
15.7 Interconnessione di Ponte Gardena.....	185
15.7.1 Galleria artificiale, trincea di approccio, e camerone di estrazione.....	185
15.7.2 Area agli imbocchi .....	187
15.8 Fabbricati tecnologici .....	190

<b>16 HYDRAULIK UND HYDROLOGIE .....</b>	<b>196</b>
16.1 Hydrologische Studie: Definition Der Gesetzmässigkeiten Des Niederschlags Und Der Wasserführung... 197	
16.2 Hydraulische Studie: Wechselwirkung Geplante Bahnstrecke – Netz Der Oberflächengewässer .....	199
16.2.1 <i>Brücke über den Eisack</i> .....	199
16.2.2 <i>Umleitung des Klaus Bachs</i> .....	200
16.2.3 <i>Maßnahmen in Waidbruck</i> .....	204
16.2.4 <i>Kompensation für versiegungsgefährdete Quellen</i> .....	217
16.2.5 <i>Wasserleitung zur versorgung der löschwasserbecken</i> .....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
<b>17 TECHNOLOGISCHE AUSRÜSTUNG .....</b>	<b>225</b>
17.1 Oberbau .....	225
17.2 Stromversorgungssystem .....	228
17.2.1 <i>Unterwerke / Schaltposten / Traktionsstrom-Stationen</i> .....	228
17.2.2 <i>Oberleitung</i> .....	230
17.2.3 <i>Fernsteuerungssystem für Traktionsstromanlagen</i> .....	234
17.2.4 <i>MS-Versorgungsanlagen und Nebenanlagen</i> .....	235
17.3 Signalisierungs- Und Telekommunikationssystem.....	238
17.3.1 <i>Netzwerkarchitektur</i> .....	239
17.3.2 <i>Signalisierungsanlagen: Art der Maßnahmen</i> .....	240
17.3.3 <i>Telekommunikationsanlagen: Art der Maßnahmen</i> .....	241
17.4 Mechanische Anlagen .....	245
<b>18 ORGANISATION DER BAUSTELLEN .....</b>	<b>246</b>
<b>19 UMWELTPLANUNG .....</b>	<b>249</b>
19.1 Umweltprojekt Der Baustelleneinrichtung.....	249
19.2 Management Des Ausbruchsmaterials .....	250
19.3 Begrünungsmassnahmen.....	251
19.4 Umwelt-Monitoring-Projekt .....	260
19.5 Archäologische Studien.....	261
<b>21 SCHÄTZUNG DER DURCHFÜHRUNGSZEITEN .....</b>	<b>262</b>
<b>22 ENTEIGNUNGEN .....</b>	<b>263</b>
<b>TECHNISCHE BERICHTE, AUF DIE BEZUG GENOMMEN WIRD.....</b>	<b>264</b>
<b>INHALTSVERZEICHNISSE .....</b>	<b>265</b>
<b>VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.....</b>	<b>265</b>
<b>VERZEICHNIS DER TABELLEN .....</b>	<b>270</b>

<b>16 IDRAULICA E IDROLOGIA.....</b>	<b>196</b>
16.1 Studio idrologico: Definizione leggi di pioggia e delle portate di progetto.....	197
16.2 Studio idraulico: Interazione linea ferroviaria di progetto – reticolo idrico superficiale .....	199
16.2.1 Ponte sul Fiume Isarco .....	199
16.2.2 Deviazione Rio della Chiusa .....	200
16.2.3 Interventi a Ponte Gardena .....	204
16.2.4 Compensazione Sorgenti a rischio impauperimento .....	217
16.2.5 acquedotti di alimentazione vasche antincendio .....	223
<b>17 ATTREZZAGGIO TECNOLOGICO.....</b>	<b>225</b>
17.1 Armamento.....	225
17.2 Sistema di Alimentazione Elettrica.....	228
17.2.1 Sottostazioni / Posti di Parallelo / Cabine TE .....	228
17.2.2 Linea di contatto.....	230
17.2.3 Sistema di Telecomando impianti TE.....	234
17.2.4 Impianti di alimentazione MT e ausiliari .....	235
17.3 Sistema di Segnalamento e Telecomunicazioni .....	238
17.3.1 Architettura della rete.....	239
17.3.2 Impianti di Segnalamento: Tipologie di interventi.....	240
17.3.3 Impianti di telecomunicazione: Tipologie di interventi.....	241
17.4 Impianti meccanici .....	245
<b>18 ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI.....</b>	<b>246</b>
<b>19 PROGETTAZIONE AMBIENTALE .....</b>	<b>249</b>
19.1 Progetto Ambientale della Cantierizzazione.....	249
19.2 Gestione dei Materiali di Risulta .....	250
19.3 Opere a verde .....	251
19.4 Piano di Monitoraggio Ambientale.....	260
19.5 Studi archeologici.....	261
<b>20 STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE.....</b>	<b>262</b>
<b>21 ESPROPRIAZIONI .....</b>	<b>263</b>
<b>RELAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>264</b>
<b>INDICI .....</b>	<b>265</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>265</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE.....</b>	<b>270</b>

## EINFÜHRENDE ELEMENTE

Die Vervielfachung der Bahnstrecke Franzensfeste – Verona stellt eines der Projekte dar, das auf vorläufigem Wege für das Kernnetz im Transportsektor der Europäischen Union ausgewählt worden ist, entsprechend der Definition in der „Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 und 1316/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union vom 11. Dezember 2013 über die Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes<sup>1</sup>.

Die Maßnahme gehört zum Korridor des Kernnetzes „Skandinavien – Mittelmeer“ und liegt auf der Streckenführung Nürnberg – München – Innsbruck – Verona – Bologna – Ancona/Florenz<sup>2</sup>.

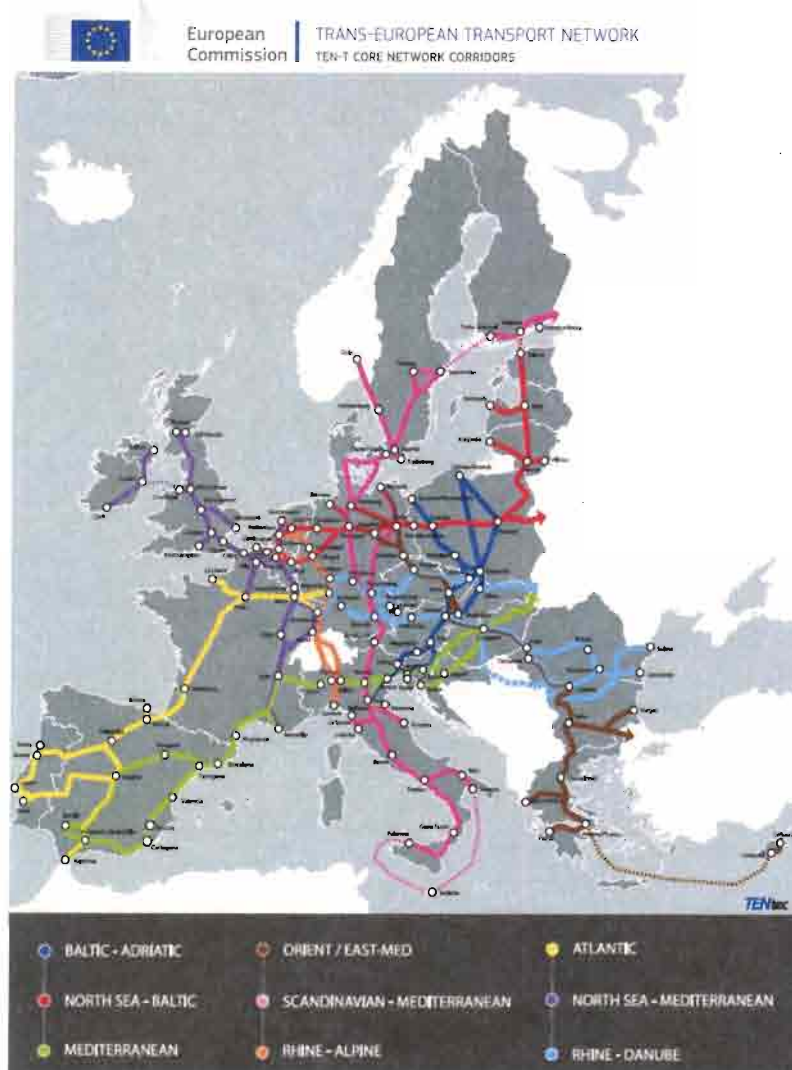


Abbildung 1 - Kernnetzkorridore (Verordnung (EU) nr. 1316/2013)

<sup>1</sup> Verordnung (EU) nr. 1315/2013 Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 661/2010/EU;

Verordnung (EU) nr. 1316/2013 Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 zur Schaffung der Fazilität „Connecting Europe“, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 913/2010 und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 680/2007 und (EG) Nr. 67/2010

<sup>2</sup> Anhang I Verordnung (EU) nr. 1315/2013



## ELEMENTI INTRODUTTIVI

Il quadruplicamento della linea ferroviaria Fortezza – Verona si configura come uno dei progetti individuati in via preliminare per la rete centrale nel settore dei trasporti dell’Unione Europea, così come definito dai “Regolamenti (UE) N. 1315/2013 e 1316/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell’Unione Europea dell’11 dicembre 2013, sugli orientamenti per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti<sup>1</sup>.

L’intervento ricade nel Corridoio della rete centrale denominato “Scandinavia – Mediterraneo” e si colloca sull’allineamento Norimberga – Monaco – Innsbruck – Verona – Bologna – Ancona/Firenze<sup>2</sup>.



Figura 1 - Corridoi della Rete Centrale (Regolamento (UE) N. 1316/2013)

<sup>1</sup> Regolamento (UE) N. 1315/2013 del parlamento Europeo e del consiglio dell’11 dicembre 2013 - sugli orientamenti dell’Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti e che abroga la Decisione 661/2010/UE;

Regolamento (UE) N. 1316/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell’11 dicembre 2013 che istituisce il meccanismo per collegare l’Europa e che modifica il regolamento (UE) n. 913/2010 e che abroga i regolamenti (CE) n. 680/2007 e (CE) n. 67/2010

<sup>2</sup> Allegato 1 al Regolamento (UE) N. 1316/2013

Der zentrale Teil mit der Alpendurchquerung dieser Streckenführung besteht aus der Zulaufstrecke Nord München-Innsbruck, dem Brennerbasistunnel und der Zulaufstrecke Süd Franzensfeste-Verona.

Während an der Zulaufstrecke Nord und am Brennerbasistunnel grenzüberschreitende Streckenabschnitte vorhanden sind, liegt die Zulaufstrecke Süd ganz im italienischen Staatsgebiet und verläuft entlang der Täler von Eisack und Etsch.

20.12.2013

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 348/61



Abbildung 2 - Kernnetz - (Verordnung (EU) nr. 1315/2013)

La parte centrale alpina di questo allineamento è costituita dalla Linea di accesso Nord Monaco-Innsbruck, dalla Galleria di Base del Brennero e dalla Linea di accesso Sud Fortezza-Verona.

Mentre nella Linea di accesso Nord e nella Galleria di Base del Brennero sono presenti tratti transfrontalieri, la Linea di accesso Sud è ubicata interamente in territorio italiano, lungo le valli dell'Isarco e dell'Adige.

20.12.2013

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

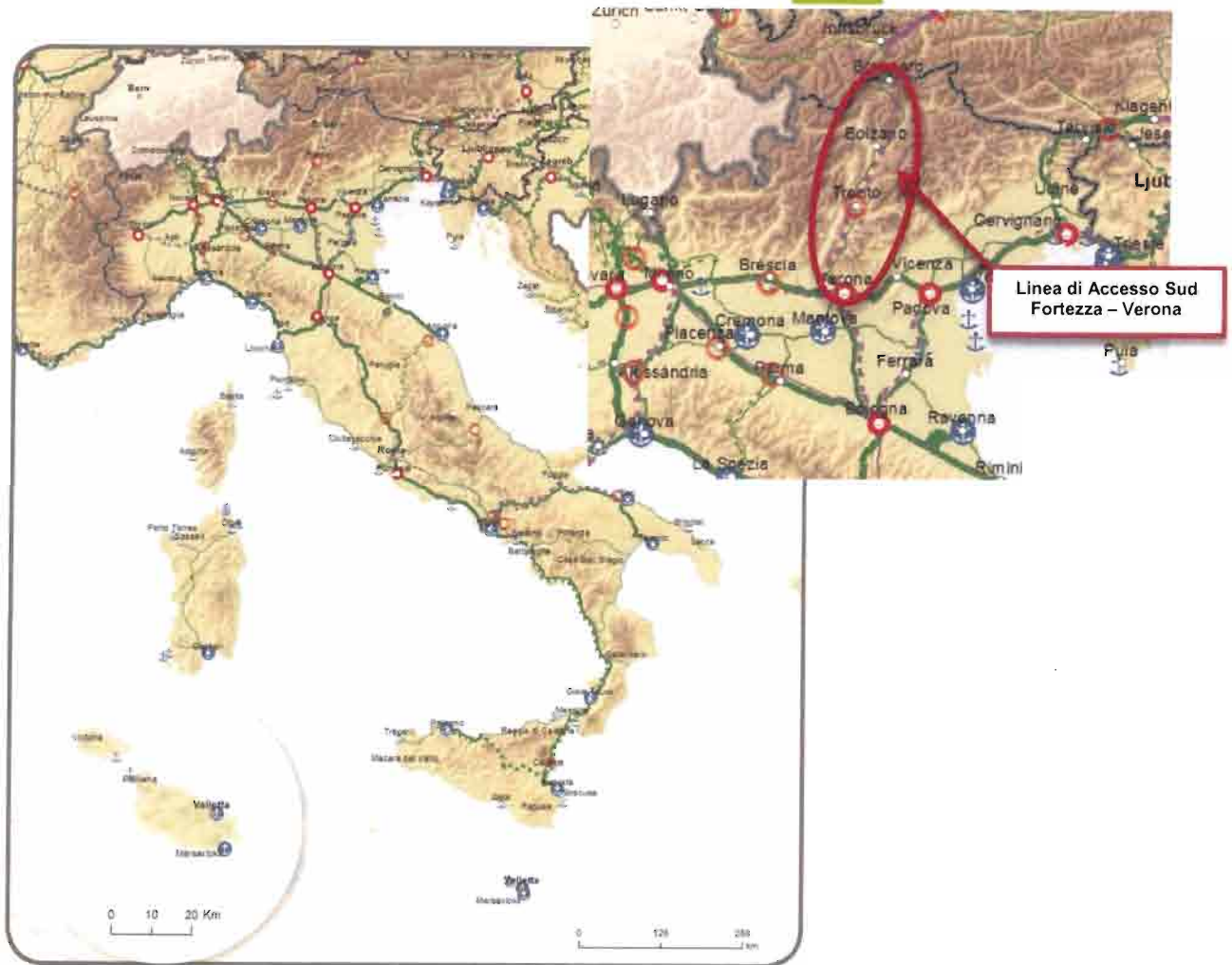
L. 348/61



8.2 Rete globale: ferrovie, porti e terminali ferroviario-stradali (TF5)  
Rete centrale: ferrovie (trasporto merci), porti e terminali ferroviario-stradali (TF5)

HR IT

MT



Stato	Stato	Stato	Stato	Stato	Stato	Stato
Linea ferroviaria convenzionale / completata	Linea ferroviaria ad alta velocità / completata	Linea ferroviaria da adeguare a linea ferroviaria ad alta velocità	Linea ferroviaria ad alta velocità / pianificata	Porto	TF5	
Linea ferroviaria convenzionale / da adeguare	Linea ferroviaria ad alta velocità / pianificata					

Figura 2 – Rete Centrale – (Regolamento (UE) N. 1315/2013)

Im Bereich der Zubringerstrecke Süd wurden vier funktionelle Teilabschnitte mit Priorität auf Streckenabschnitten, die Einschränkungen für Leistung und Geschwindigkeit aufweisen, ausgemacht.

Die ersten beiden liegen im Gebiet der Autonomen Provinz Bozen, der dritte in der Autonomen Provinz Trient und der vierte im Gebiet der Provinz Verona.

<b>Baulos 1</b>	<b>Strecke Franzensfeste-Waidbruck</b>
<b>Baulos 2</b>	<b>Umfahrung von Bozen</b>
<b>Baulos 3</b>	<b>Umfahrung Trient und Rovereto</b>
<b>Baulos 4</b>	<b>Nordeinfahrt Verona</b>

Die restlichen Streckenabschnitte Franzensfeste – Verona wurden in folgende Baulose unterteilt:

- Streckenabschnitt Waidbruck – Blumau
- Streckenabschnitt Branzoll - Trient
- Streckenabschnitt Rovereto – Pescantina

Für die funktionellen Teilabschnitte wurden im Juni 2003 gemäß Gesetz Nr. 443 vom 21.12.2001 die Anträge für die Genehmigung durch die Interministerielle Kommission für Wirtschaftsplanung (CIPE) beim Umweltministerium, beim Ministerium für Kulturgüter und kulturelle Aktivitäten, bei der Autonomen Provinz Bozen, den betroffenen Behörden und beim Infrastruktur- und Transportministerium eingereicht.

Die Kommission CIPE hat das Vorprojekt für das Baulos 1 „Franzensfeste – Waidbruck“ mit dem Beschluss 82/2010 vom 18.11.2010 (veröffentlicht im Amtsblatt GU vom 16.03.2011) mit Auflagen gebilligt und damit den Anlauf der endgültigen Planungsphase genehmigt.

Im selben Beschluss hat das Infrastruktur- und Transportministerium einen funktionellen Teilabschnitt namens „Verkehrsverflüssigung und Verknüpfung mit der Bestandsstrecke“ von Baulos 1 Franzensfeste – Waidbruck“ bestimmt, mit dem einige im Vorprojekt für Baulos 1 vorgesehene Maßnahmen an den Anlagen von Franzensfeste und Waidbruck zeitlich vorgezogen werden. Das Einreichprojekt des funktionellen Teilabschnitts wurde gemäß Art. 185, Abs. 4 und 5 der Gesetzesverordnung 163/2006 auf Erfüllung der Auflagen (Auflagenerfüllung V.O. 68) geprüft. Diese Prüfung wurde bestanden, vom Direktorat am 18. Juli 2012 bestätigt und von der Kommission CIPE am 18 Februar 2013 endgültig gebilligt.

Auf Grundlage der Billigung des Vorprojekts und der Zuteilung der entsprechenden Finanzierung hat der Auftraggeber Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (RFI) die Gesellschaft Italferr S.p.A. mit der Ausarbeitung des Einreichprojekts für Baulos 1 beauftragt, das Gegenstand dieses Berichts ist.

Nell'ambito della Linea di accesso Sud sono stati individuati quattro lotti funzionali, con priorità sulle tratte che presentano limiti di prestazione e di velocità.

I primi due lotti ricadono nel territorio della Provincia Autonoma di Bolzano, il terzo in quello della Provincia Autonoma di Trento e il quarto ricade nel territorio della Provincia di Verona:

<b>Lotto 1</b>	<b>Tratta Fortezza- Ponte Gardena</b>
<b>Lotto 2</b>	<b>Circonvallazione di Bolzano</b>
<b>Lotto 3</b>	<b>Circonvallazione di Trento e Rovereto</b>
<b>Lotto 4</b>	<b>Ingresso a Verona da Nord</b>

Le rimanenti tratte della linea Fortezza – Verona sono state suddivise nei seguenti lotti di completamento:

- Tratta di linea Ponte Gardena - Prato Isarco
- Tratto di linea Bronzolo - Trento
- Tratto di linea Rovereto – Pescantina

Per i lotti funzionali nel giugno 2003 è stato avviato l'iter autorizzativo per l'ottenimento dell'approvazione del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE), ai sensi della L. 21.12.2001 n. 443, presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, presso il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, le Provincie, gli Enti interferenti e presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il CIPE con delibera 82/2010 del 18/11/2010 (pubblicata sulla G.U. del 16/3/2011) ha approvato con prescrizioni il progetto preliminare del solo lotto 1 "Fortezza-Ponte Gardena", autorizzando l'avvio della Progettazione Definitiva.

Nella stessa delibera il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha individuato un sub lotto funzionale "Fluidificazione del traffico ed interconnessione con la linea esistente", del Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena", che prevede l'anticipazione di alcuni interventi previsti nel progetto preliminare del lotto 1, da realizzare negli impianti di Fortezza e Ponte Gardena. Il progetto definitivo del sub lotto funzionale è stato sottoposto a verifica di ottemperanza (V.O. 68) ex art. 185 comma 4 e 5 del D.lgs. 163/2006, con esito positivo sancito con determina direttoriale del 18 luglio 2012 e approvato dal CIPE con delibera 6/2013 del 18 febbraio 2013.

Sulla base dell'approvazione del progetto preliminare e sull'assegnazione della relativa copertura finanziaria, il soggetto aggiudicatore Rete Ferroviaria italiana S.p.A. (RFI) in qualità di Committente ha dato incarico alla società Italferr S.p.A. di redigere il progetto definitivo del Lotto 1, oggetto della presente relazione.



## 1 ZWECK DER MASSNAHME

Der Zweck von Baulos 1 besteht in der Realisierung des neuen Streckenabschnitts zwischen Franzensfeste und Waidbruck mitsamt den dazu gehörenden Verknüpfungen zur Bestandsstrecke in Franzensfeste Süd und Waidbruck Nord. Die Strecke umfasst ca. 22,5 km fast gänzlich im Tunnel, zuzüglich der Verknüpfungszweige, die ebenfalls unterirdisch verlaufen, und der baulichen Maßnahmen im Bereich des Bahnhofs Waidbruck.

Die derzeitige Strecke Verona-Brenner weist am vom Ausbau betroffenen Abschnitt über weite Strecken niedrige Betriebsgeschwindigkeiten von 80-90 km/h, Rang A, mit hohem Gefälle bis 23 ‰ auf, insbesondere entlang des Abschnitts Waidbruck-Franzensfeste.

Die Maßnahmen für den technologischen Ausbau, die von 2003 bis 2007 an der gesamten Strecke mit Realisierung eines Abstandssystems (Automatischer Streckenblock bei Gleiswechselverkehr, verschlüsselt mit 4 Codes), das die Steigerung der Verkehrskapazität auf über 250 Züge/Tag mit gemischtem Verkehr gestattet hat, erfolgten, ließ jedoch die Leistungs- und Fahrgeschwindigkeitsgrenzen unverändert, welche in der spezifischen Beschaffenheit der Infrastruktur mit dem großen Gefälle und der starken Kurvigkeit der Strecke begründet liegen. Diese Probleme bestehen auch auf dem österreichischen Zulaufabschnitt zum bestehenden Grenztunnel und im Grenztunnel selbst.

Das Projekt des neuen Streckenabschnitts Franzensfeste – Waidbruck hat das Ziel, die Bahnverbindung München-Verona zu optimieren, indem Projektstandards gesetzt werden, die dafür sorgen, dass die infrastrukturbedingten Leistungs- und Geschwindigkeitsgrenzen der Bestandsstrecke überwunden werden.

Die gegenüber dem Vorprojekt vorgenommenen Änderungen werden im *Bericht zur Erfüllung der Auflagen laut Vorprojekt und CIPE-Beschluss Nr. 82/2010 vom 18.11.2010* beschrieben und begründet. Hauptsächlich sind sie auf die Notwendigkeit zurückzuführen, den Auflagen und Empfehlungen des genannten Beschlusses Folge zu leisten, sowie auf die Anpassung des Projekts an örtliche Gegebenheiten.

## 1 SCOPO DELL'INTERVENTO

Lo scopo dell'intervento denominato lotto 1 è la realizzazione della tratta di nuova linea tra Fortezza e Ponte Gardena e le relative interconnessioni con la linea esistente a Fortezza sud e a Ponte Gardena nord. Lo sviluppo della linea è di circa 22,5 km, quasi interamente in sotterraneo, più i rami di interconnessione, anch'essi in sotterraneo, e interventi nel piano regolatore di Ponte Gardena.

L'attuale linea Verona-Brennero presenta, nel tratto interessato dall'intervento di potenziamento, basse velocità di esercizio abbastanza estese, con velocità di 80 ÷ 90 Km/h in rango A ed elevate pendenze, fino al 23 ‰ in particolare nella tratta Ponte Gardena – Fortezza.

L'intervento di potenziamento tecnologico di cui è stata oggetto l'intera tratta tra il 2003 e il 2007, con la realizzazione di un sistema di distanziamento (BAB codificato 4 codici) che ha consentito di elevare la capacità di circolazione oltre i 250 treni/giorno con traffico promiscuo, ha comunque lasciato invariati i limiti di prestazione e di velocità conseguenti all'aspetto infrastrutturale di pendenza e tortuosità della linea. Tali problematiche risultano comuni anche al tratto austriaco di approccio alla esistente galleria di valico ed alla galleria di valico stessa.

Il progetto del tratto di nuova linea Fortezza – Ponte Gardena si prefigge l'obiettivo di ottimizzare il collegamento Ferroviario Monaco-Verona, adottando standard progettuali tali da eliminare i limiti di prestazione e di velocità conseguenti all'aspetto infrastrutturale della linea esistente,

Le modifiche introdotte rispetto il progetto preliminare vengono descritte e motivate nella *Relazione di Rispondenza alle prescrizioni del progetto preliminare e alle prescrizioni della deliberazione CIPE n. 82/2010 del 18/11/2010* e scaturiscono principalmente dalla necessità di ottemperare alle prescrizioni e raccomandazioni contenute nella suddetta delibera e nell'adattamento allo stato dei luoghi.

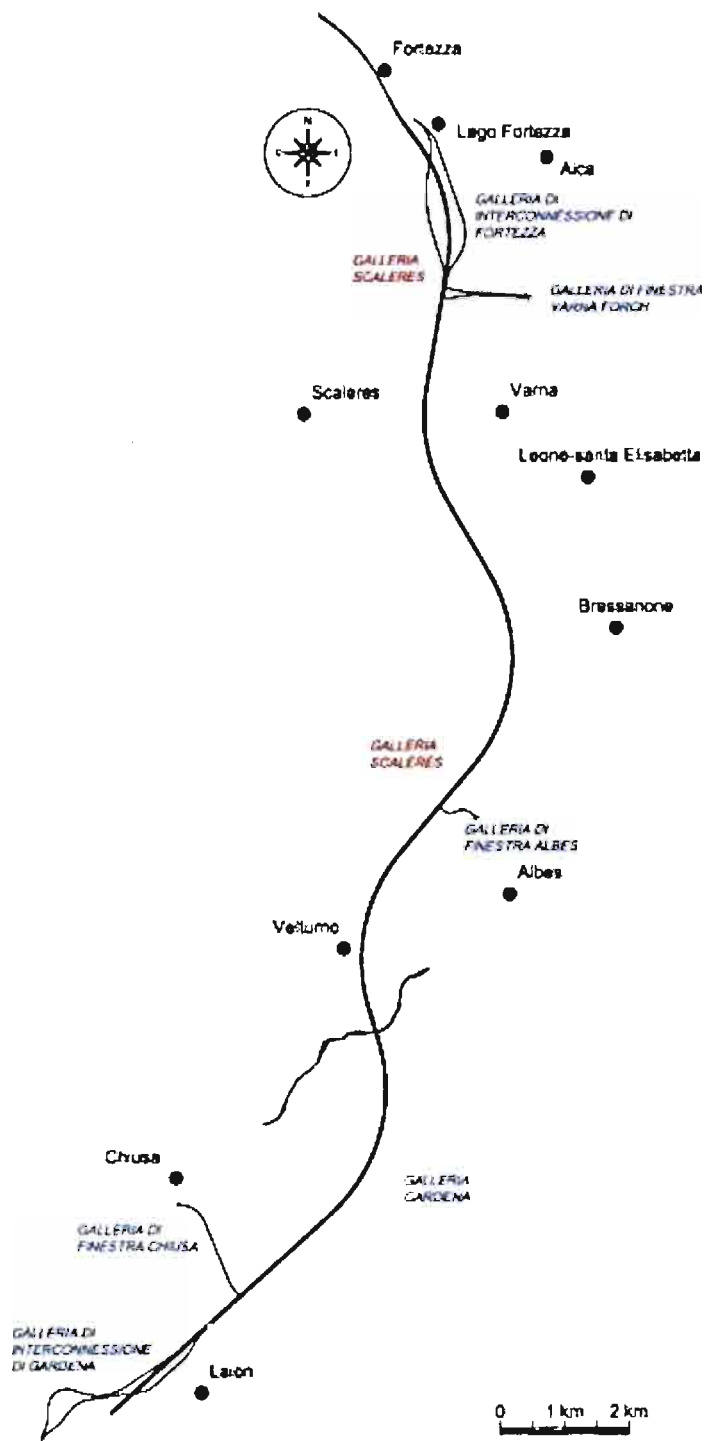


Abbildung 1.1 – Trasse Baulos 1



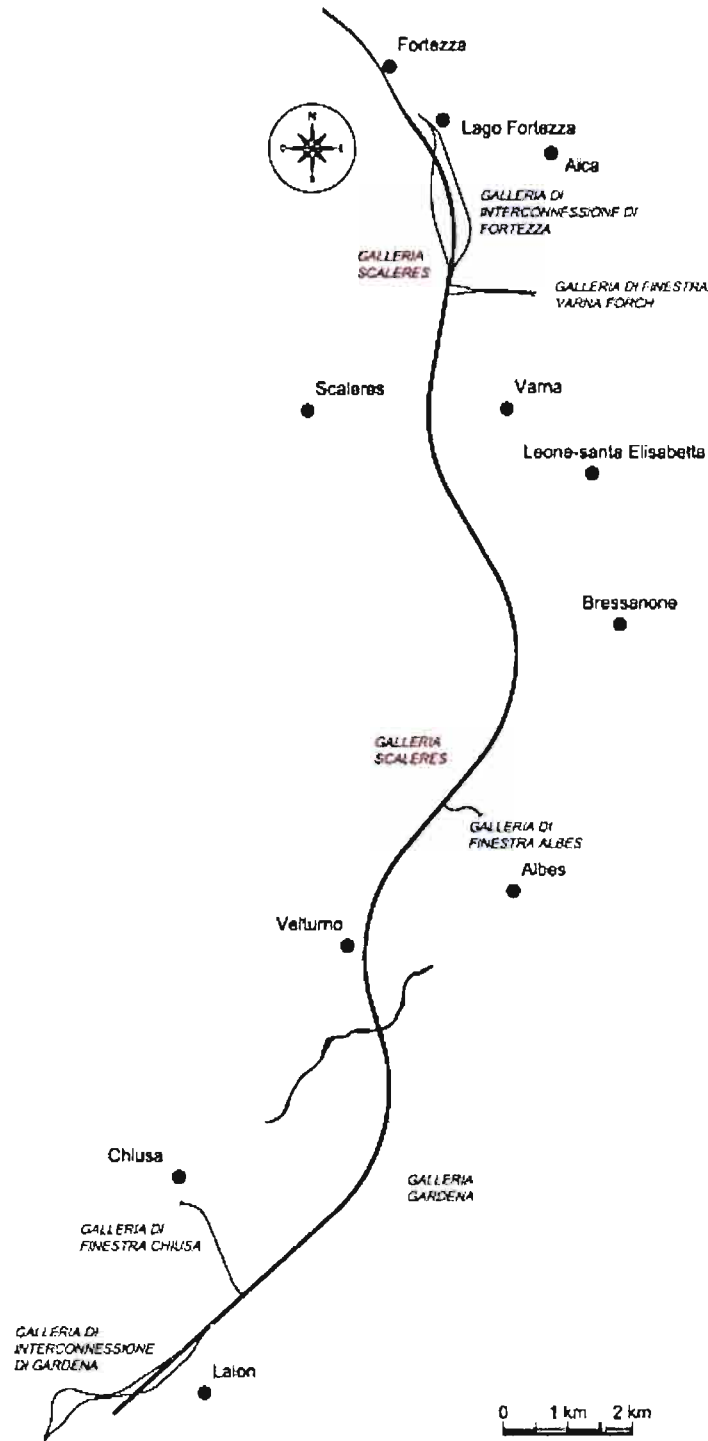


Figura 1.1 - Tracciato del Lotto 1

## 2 KURZBESCHREIBUNG DER BAUMASSNAHMEN

Baulos 1 Franzensfeste – Waidbruck fällt ganz unter die Zuständigkeit der Autonomen Provinz Bozen, in der 8 Gemeinden durchquert werden: Fortezza-Franzensfeste, Varna-Vahrn, Bressanone-Brixen, Velturno-Feldthurn, Funes-Villnöß, Chiusa-Klausen, Laion-Lajen und Ponte Gardena-Waidbruck. Der Hauptzweig der neuen Infrastruktur ist ca. 22,5 km lang und weist Verknüpfungen zur Bestandsstrecke im Bereich der Anlagen von Franzensfeste (im Norden) und Waidbruck (im Süden) auf.

Die Trasse ist durch ihren fast ausschließlich unterirdischen Verlauf in zwei bergmännisch vorgetriebenen Haupttunneln namens „Schalderer“ (ca. 15,4 km Länge) und „Grödner“ (ca. 6,3 km Länge) gekennzeichnet, die sich mit einem kurzen Abschnitt im Freien zur Durchquerung des Eisacktals abwechseln, dessen Viadukt das bedeutendste architektonische Bauwerk des gesamten Bauloses darstellt.

Die Geschwindigkeit auf der Trasse beträgt 225 km/h, das maximale Längsgefälle 12,50 ‰.

In den nachstehenden Tabellen werden die wichtigsten unterirdischen Bauwerke aufgeführt, die zum Tunnelsystem des Trassenverlaufs in Nord-Südrichtung gehören:

**Tabelle 2.1 – Tunnelsystem Schalderer**

SCHALDERER-TUNNEL	Streckentunnel Schalderer	Tunnel in Konfiguration mit zwei eingleisigen Röhren mit ca. 15,4 km Länge.
	Verknüpfungstunnel Franzensfeste	Zwei eingleisige Tunnel mit ca. 2,25 km Länge für den Zweig mit Gleis 2 und ca. 2,4 km für den Zweig mit Gleis 1. Die Verknüpfungen werden über zwei vergrößerte Abzweigungsquerschnitte an die Streckentunnel angebunden.
	Einfache Gleisverbindungsstelle (GVS) Schalderer	Kaverne bestehend aus einem eingleisigen Tunnel und zwei vergrößerten Verbindungsquerschnitten mit geometrisch passenden Abmessungen für Montage und Bewegung der Schild-TBM.
	Fensterstollen Aicha-Vahrn und Schutterstollen Forch	Zwei nebeneinander liegende, ca. 1 km lange Stollen für den Ansatz der Ausbrucharbeiten entlang der Strecke des Schalderertunnels, die durch einen Abschnitt im Freien im Gebiet Unterseeber von zwei weiteren nebeneinander verlaufenden Schutterstollen mit ca. 0,4 km Länge getrennt sind, welche zur Beförderung des Ausbruchmaterials zur Deponie Forch bestimmt sind.
	Fensterstollen Albeins	Ca. 0,7 km langer Stollen für den Ansatz der Ausbrucharbeiten entlang des Streckentunnels.
	Querschläge	Fußgänger-Bypässe sowohl für die Haupttunnel als auch für die Verknüpfungstunnel im Abstand von maximal 500 m voneinander.
	Sonstige funktionelle Systembauten	Unterirdische Technikräume in der Nähe des Einbindungsbereichs der Fensterstollen mit den Haupttunneln, Wendestellen im Einbindungsbereich, technische Bypässe, technische Nischen.
	Sonstige funktionelle Tunnelbauten	Ausweichräume für die Montage der Vorschub- und Bohrstruktur der TBM.

## 2 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI

Il Lotto 1 Fortezza — Ponte Gardena ricade interamente nella Provincia Autonoma di Bolzano, attraversando 8 comuni (Fortezza, Varna, Bressanone, Velturmo, Funes, Chiusa, Laion e Ponte Gardena). Il ramo principale della nuova infrastruttura si sviluppa per circa 22,5 km e presenta delle interconnessioni alla linea esistente nell'ambito degli impianti di Fortezza (a nord) e di Ponte Gardena (a sud).

Il tracciato si caratterizza per la presenza di opere quasi interamente in sotterraneo costituite da due principali gallerie naturali di linea denominate rispettivamente "Scaleres", di 15,4 km circa, e "Gardena", di 6,3 km circa, intervallate da un breve tratto allo scoperto in attraversamento della Valle dell'Isarco, il cui viadotto costituisce l'opera di maggiore significatività architettonica dell'intero lotto.

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

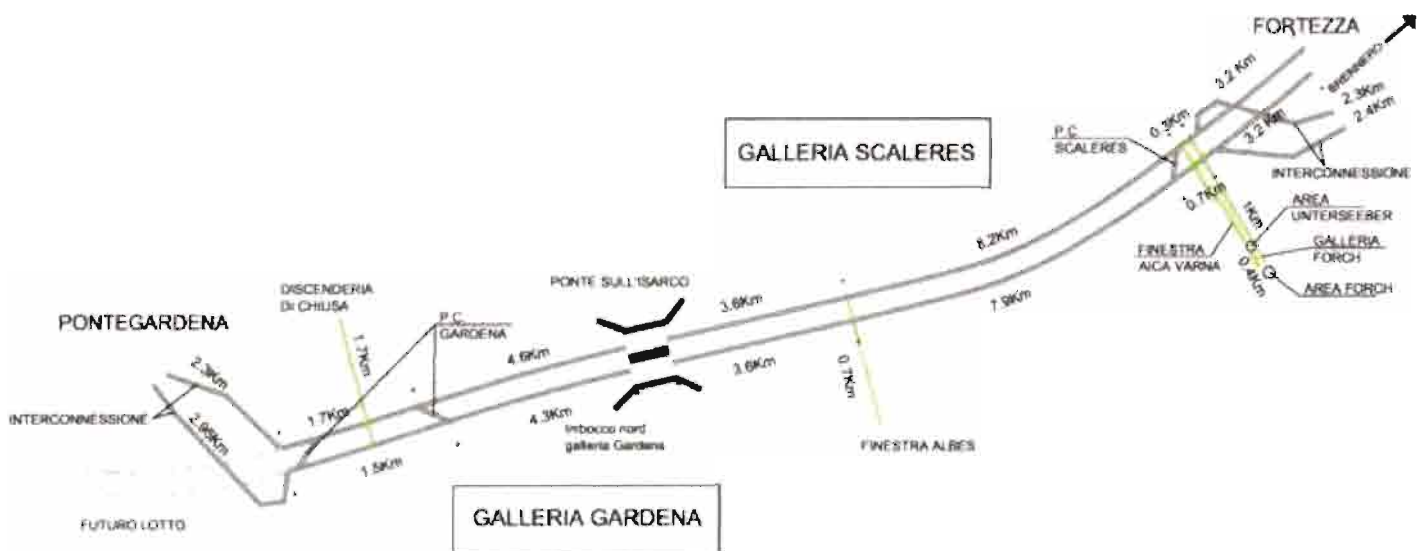
Nelle tabelle che seguono si riportano le principali opere sotterranee che fanno parte del sistema di gallerie che si incontrano, seguendo il tracciato da Nord a Sud:

**Tabella 2.1 – Sistema Galleria Scaleres**

<b>GALLERIA SCALERES</b>	<b>Galleria di linea Scaleres</b>	Galleria con configurazione a doppia canna/singolo binario della lunghezza di 15,4 km circa.
	<b>Gallerie di Interconnessione di Fortezza</b>	Due gallerie a singolo binario di lunghezza 2,25 km circa per il ramo pari e 2,4 km circa per il ramo dispari. Le interconnessioni si innestano nelle canne della linea tramite la realizzazione di due cameroni di diramazione.
	<b>Posto di Comunicazione semplice Scaleres</b>	Camerone composto da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione di dimensioni geometriche adeguate a consentire il montaggio e la traslazione delle TBM scudate.
	<b>Finestre di Aica-Varna e gallerie di smarino Forch</b>	Due gallerie affiancate di ca. 1 km per l'attacco intermedio dello scavo della galleria Scaleres separate da un tratto all'aperto, zona Unterseeber, da altre due gallerie di smarino affiancate, di circa 0,4 km, per il collegamento all'area di deposito Forch.
	<b>Finestra di Albes</b>	Galleria di circa 0,7 km per l'attacco intermedio dello scavo della galleria di linea.
	<b>Cunicoli trasversali di collegamento</b>	By-pass pedonali previsti sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocati ad intervalli di 500 m al massimo.
	<b>Altre opere funzionali al sistema</b>	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.
	<b>Altre opere funzionali alla galleria</b>	Camere di sfiocco, per il montaggio della struttura di spinta e di partenza della TBM.

**Tabelle 2.2 – System Grödnertunnel**

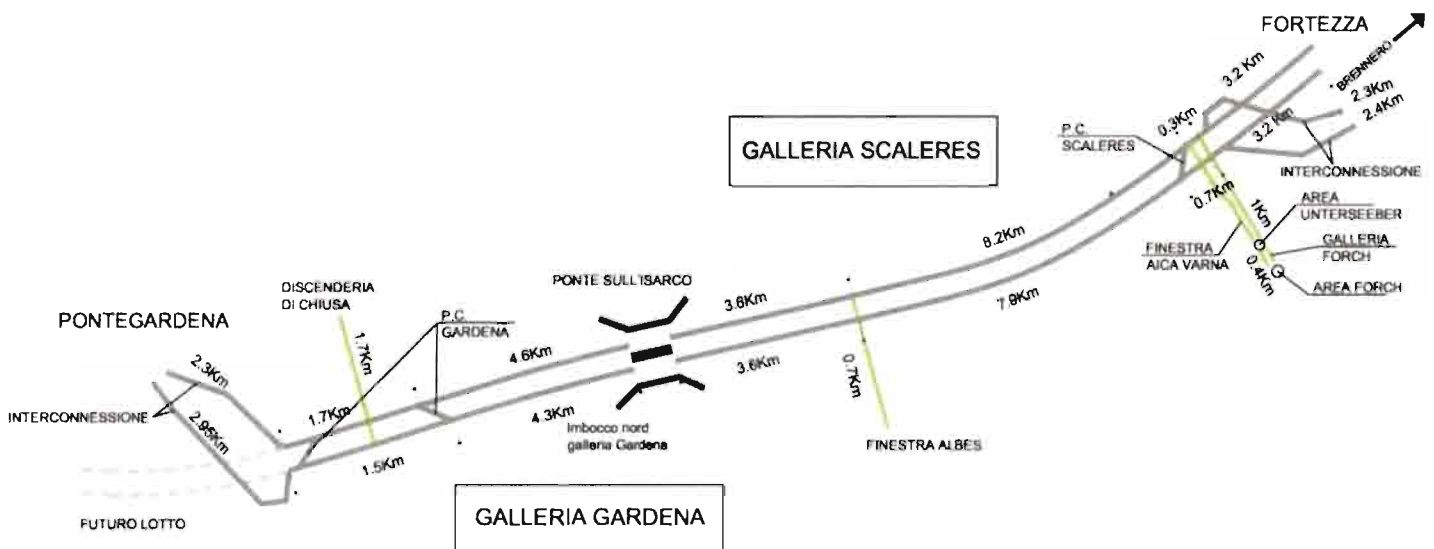
<b>GRÖDNER-TUNNEL</b>	<b>Haupttunnel Grödner</b>	Tunnel in Konfiguration mit zwei eingleisigen Röhren mit ca. 6,3 km Länge für Gleis 2 und ca. 5,8 km für Gleis 1.
	<b>Fensterstollen Klausen</b>	Tunnel für den Ansatz der Vortriebsarbeiten entlang des Grödnertunnels mit ca. 1,8 km Länge.
	<b>Doppelte Gleisverbindungsstelle</b>	Doppeltes Gleisverbindungssystem jeweils bestehend aus einem eingleisigen Tunnel und zwei vergrößerten Verbindungsquerschnitten. Die Kavernen der Gleisverbindungsstelle (GVS) Süd weisen geometrisch angemessene Abmessungen für Montage und Bewegung der Schild-TBM für den Vortrieb der Verknüpfungstunnel auf.
	<b>Verknüpfungstunnel</b>	Zwei eingleisige Tunnel mit ca. 2,1 km Länge für den Zweig mit Gleis 2 und ca. 3 km für den Zweig mit Gleis 1, der die Hauptstrecke überquert. Die Verknüpfungen sind über zwei vergrößerte Verzweigungsquerschnitte an die Röhren des Haupttunnels angebunden.
	<b>Querschläge</b>	Diese Bauwerke sind sowohl für die Haupttunnel als auch für die Verknüpfungstunnel im Abstand von maximal 500 m voneinander vorgesehen.
	<b>Sonstige funktionelle Systembauten</b>	Quer zu den Fensterstollen angelegte Kavernen für Technikräume, Wendestellen am Ende der Fensterstollen, technische Bypässe, technische Nischen.
	<b>Sonstige funktionelle Tunnelbauten</b>	Ausweichräume für die Montage der Vorschub- und Bohrstruktur der TBM.



**Abbildung 2.1 – Schematische Darstellung von Baulos 1**

**Tabella 2.2 – Sistema Galleria Gardena**

GALLERIA GARDENA	Galleria di linea Gardena	Galleria con configurazione a doppia canna/singolo binario lunghezza di 6,3 km circa per il B.P. e di 5,8 km circa per il B.D.
	Finestra di Chiusa	Galleria per l'attacco intermedio dello scavo della galleria Gardena della lunghezza di 1,8 km circa.
	Posto di Comunicazione doppia	Doppio sistema di comunicazione ciascuno composto da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione. I cameroni del PC Sud presentano dimensioni geometriche adeguate a consentire il montaggio e la traslazione della TBM scudata per lo scavo delle gallerie di interconnessione.
	Gallerie di Interconnessione	Due gallerie a singolo binario della lunghezza 2,1 km circa per il ramo pari e 3 km circa per il ramo dispari, che sovrappassa la linea. Le interconnessioni si innestano nelle canne di linea tramite la realizzazione di due cameroni di diramazione.
	Cunicoli trasversali di collegamento	Queste opere sono previste sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocati ad intervalli di 500 m al massimo.
	Altre opere funzionali al sistema	Cameroni trasversali alle finestre per locali tecnici, cameroni di manovra al termine delle finestre, by-pass tecnici, nicchioni tecnici.
	Altre opere funzionali alla galleria	Camere di sfocco, per il montaggio della struttura di spinta e di partenza della TBM.



**Figura 2.1 - Schematico Lotto 1**

In nachstehender Tabelle sind die wichtigsten, zum Tunnelsystem gehörenden Bauwerke im Freien aufgeführt, die in Nord-Süd-Richtung entlang der Trasse angetroffen werden:

**Tabelle 2.3– System der Bauwerke im Freien**

<b>BAUWERKE IM FREIEN</b>	<b>Platz am Portalen des Verknüpfungstunnels Franzensfeste und Zufahrtsstraßen</b>	Platz für Notfallmanagement ausgerüstet mit Bereich für Triage, Einsatzbereich Rettungskräfte, technologischen Bauten mit peripherer Leitstelle für Notfallmanagement (PGEP). Verbindungsstraßen zur SS.12 über ca. 500 m Länge mit 6 m Breite für die Zufahrt von Rettungsfahrzeugen auf den Platz und zu den Tunneln.
	<b>Platz am Portalen des Fensterstollens Vahn und Zufahrtsstraßen</b>	Platz für Notfallmanagement. Verbindungsstraßen zur Staatsstraße 12 über ca. 500 m Länge mit 6 m Breite für die Zufahrt von Rettungsfahrzeugen auf den Platz und zu den Tunneln.
	<b>Platz am Portalen des Fensterstollens Albeins</b>	Platz für Notfallmanagement und technologischer Schaltposten-Gebäude mitsamt Zufahrt für Rettungsfahrzeuge auf Platz und zu den Tunneln über die Staatsstraße 12.
	<b>EISACK-BRÜCKE</b>	Durchquerung des Eisacktals zwischen den Gemeinden Villnöß und Feldthurns mit zwei nebeneinander verlaufenden Viadukten mit aneinander anschließenden Bögen und oben verlaufender Gleisebene über eine Länge von ca. 220 m.
	<b>Plätze am TunnelPortalen Waidbruck Nord und Zufahrtsstraßen</b>	Plätze für Notfallmanagement ausgerüstet mit Bereich für Triage, Einsatzbereich für Rettungskräfte, Helikopterlandeplatz, technologische Bauten (periphere Leitstelle Notfallmanagement). Verbindungsstraßen zur Provinzstraße 28 im Ortsteil Albeins über ca. 3,5 km Länge mit 6 m Breite für die Zufahrt von Rettungsfahrzeugen auf den Platz und zu den Tunneln.
	<b>Platz am TunnelPortalen des Fensterstollens Klausen</b>	Platz für Notfallmanagement mit Zufahrt für Rettungsfahrzeuge auf den Platz und zu den Tunneln von der Straße SS242D
	<b>Platz am TunnelPortalen der Verknüpfung Waidbruck und Zufahrtsstraßen</b>	Platz für Notfallmanagement ausgerüstet mit Bereich für Triage, Einsatzbereich für Rettungskräfte, technologische Bauten (periphere Leitstelle Notfallmanagement/Traktionsstrom-Station, Stellplatz für Wagen), Notfall-Unterwerk Verbindungsstraßen zur Provinzstraße 82 über ca. 1,4 km Länge mit 6 m Breite für die Zufahrt von Rettungsfahrzeugen auf den Platz und zu den Tunneln.
	<b>Bahnhof Waidbruck</b>	Maßnahmen zur architektonischen/landschaftlichen Eingliederung der Infrastruktur bei der Anlage in Waidbruck (Gemeinden Lajen und Waidbruck)
	<b>Ergänzende Wasserleitungen</b>	Ausgleichsmaßnahmen für Trinkwasserquellen, die zu versiegen drohen. Maßnahmen zur Speisung der Löschwasserbecken an den Tunnelleingängen.

Nella seguente tabella si riportano le principali opere all'aperto funzionali al sistema gallerie, che si incontrano seguendo il tracciato sempre da Nord verso Sud:

**Tabella 2.3 – Sistema Opere all'aperto**

OPERE ALLA'PERTO	<b>Piazzale imbocco Interconnessione di Fortezza e viabilità di accesso</b>	Piazzale per la gestione dell'emergenza attrezzato con area di triage, piazzale di emergenza, fabbricati tecnologici sede della Postazione Gestione Emergenza Periferica (PGEP). Viabilità di collegamento dalla SS.12, della lunghezza di circa 500 m. e larga 6 m. per l'accesso al piazzale e alle gallerie dei mezzi di soccorso.
	<b>Piazzale Imbocco Finestra di Varna e viabilità di accesso</b>	Piazzale per la gestione dell'emergenza. Viabilità di collegamento dalla Strada Statale 12. della lunghezza di circa 500 m. e larga 6 m, per l'accesso al piazzale e alle gallerie dei mezzi di soccorso.
	<b>Piazzale Imbocco Finestra di Albes</b>	Piazzale per la gestione dell'emergenza e fabbricato tecnologico PPD, con accesso al piazzale e alle gallerie per i mezzi di soccorso dalla Strada Statale 12
	<b>PONTE ISARCO</b>	Attraversamento della valle dell'Isarco tra i comuni di Funes e Volturno, con due viadotti affiancati ad archi contigui a via superiore, della lunghezza di circa 220 m.
	<b>Piazzali Imbocco Gardena Nord e viabilità di accesso</b>	Piazzali per la gestione dell'emergenza attrezzati con area di triage, piazzale di emergenza, elisuperficie, fabbricati tecnologici (PGEP), Viabilità di collegamento dalla Strada Provinciale 28 in frazione di Albes, della lunghezza di circa 3.5 km e larga 6 mt, per l'accesso al piazzale e alle gallerie dei mezzi di soccorso.
	<b>Piazzale Imbocco Finestra di Chiusa</b>	Piazzale per la gestione dell'emergenza con accesso al piazzale e alle gallerie per i mezzi di soccorso dalla SS242D
	<b>Piazzale imbocco Interconnessione di Ponte Gardena e viabilità di accesso</b>	Piazzali per la gestione dell'emergenza attrezzati con area di triage, piazzale di emergenza, fabbricati tecnologici (PGEP/Cabina TE, Rimessa carrelli), Sottostazione Elettrica di soccorso Viabilità di collegamento dalla SP 82, della lunghezza di circa 1.4 km e larga 6 m., per l'accesso al piazzale e alle gallerie dei mezzi di soccorso.
	<b>Stazione di Ponte Gardena</b>	Interventi di inserimento architettonico/paesaggistico dell'infrastruttura in corrispondenza dell'impianto di Ponte Gardena (Comuni di Laion e Ponte Gardena)
	<b>Acquedotti integrativi</b>	Interventi di compensazione delle sorgenti a rischio impauverimento. Interventi per l'alimentazione delle vasche antincendio posizionate agli imbocchi delle gallerie.

### 3 REFERENZUNTERLAGEN

Die Entwicklung des Einreichprojekts für Baulos 1 stützt sich hauptsächlich auf folgende Unterlagen, welche die Basisdaten und –anforderungen darstellen:

- Das von Italferr (2003) im Rahmen des Orientierungsgesetzes entwickelte und mit dem CIPE-Beschluss Nr. 82/2010 vom 18.11.2011 (Amtsblatt GU 16.03.2011) gebilligte Vorprojekt (VP) bezüglich „Brennerstrecke – Vervierfachung Verona-Franzensfeste“,
- Im CIPE-Beschluss Nr. 82/2010 vom 18.11.2010 (GU 16.3.2011) enthaltene Auflagen.
- Das von Italferr (2011) im Rahmen des Orientierungsgesetzes entwickelte und mit CIPE-Beschluss vom 18.02.2013 gebilligte Einreichprojekt (EP) für den „Funktionellen Teilabschnitt: Verkehrsverflüssigung und Verknüpfungen mit der Bestandsstrecke von Baulos 1 Franzensfeste – Waidbruck“,
- Funktionsbezogene technische Spezifikationen, die vom Auftraggeber mit folgenden Anmerkungen gestellt wurden:
  - RFI-DIN-DPI-NC\A0011\P\2011\00491 vom 29.03.2011: „Funktionsbezogene Technische Spezifikationen: Überarbeitung der Technischen Anleitung im Dokument von Italferr (RFI 2011)
  - RFI-DIN-DPI-NC\A0011\P\2011\00548 vom 04.04.2011 „Spezifikationen für Funktionalität und Betrieb für das Einreichprojekt von Baulos 1“
  - RFI-DIN-DPI-NC\A0011\P\2011\01338 vom 29.08.2011: „Basisspezifikationen für die Art der Aufhängung der Oberleitung“
- Studie eines Betriebsmodells des aus dem neuen Brennerpass-Basistunnel und den dazu gehörenden Zulaufstrecken auf italienischer und österreichischer Seite bestehenden Eisenbahnsystems, Version 3.0 vom 13.03.2006 (RFI 2006)
- Einreichprojekt Brennerbasistunnel – „Prüfung der Einhaltung der durch CIPE gestellten Auflagen“: D0118 - TB - 02129 – 01“ (BBT 2008)
- Planungshandbuch (Italferr 2010)



### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Lo sviluppo del Progetto Definitivo del Lotto 1 si è basato principalmente sui seguenti documenti, costituenti i dati e requisiti di base:

- Progetto Preliminare (PP) relativo a “Linea del Brennero – Quadruplicamento Verona-Fortezza” sviluppato da Italferr (2003) in ambito Legge Obiettivo e approvato con Delibera CIPE n. 82/2010 del 18/11/2010 (pubblicata sulla G.U. del 16/3/2011);
- Prescrizioni contenute nella Delibera CIPE n. 82/2010 del 18/11/2010 pubblicata sulla G.U. del 16/3/2011;
- Progetto Definitivo (PD) relativo a “Sub-Lotto Funzionale: fluidificazione del traffico ed interconnessioni con la rete esistente del lotto 1 Fortezza - Ponte Gardena” sviluppato da Italferr (2011) in ambito Legge Obiettivo e approvato con Delibera CIPE del 18/02/2013;
- Specifiche tecnico – funzionali fornite dalla Committenza con le seguenti note:
  - RFI-DIN-DPI-NC\A0011\P\2011\00491 del 29.03.2011: “Specifiche–tecniche Funzionali: Revisione della Direzione Tecnica del documento redatto da Italferr (RFI 2011)
  - RFI-DIN-DPI-NC\A0011\P\2011\00548 del 04.04.2011 “Specifiche di funzionalità e di esercizio per il Progetto Definitivo del Lotto 1”
  - RFI-DIN-DPI-NC\A0011\P\2011\01338 del 29.08.2011: “Specifiche di base per tipologia delle sospensioni della linea di contatto”
- studio di un modello di esercizio del sistema ferroviario costituito dalla nuova galleria di base del valico del Brennero e dalle direttrici ad essa afferenti lato Italia e lato Austria Versione 3.0 del 13/03/2006 (RFI 2006)
- Progetto definitivo Galleria di Base del Brennero – “Verifica di Ottemperanza alle prescrizioni CIPE”: D0118 - TB - 02129 – 01” (BBT 2008)
- Manuale di Progettazione (Italferr 2010)

## ERKUNDUNG DES GEBIETS

### 4 TOPOGRAPHIE UND KARTOGRAPHIE

Folgende topographischen Vermessungen, die zur Definition der zur Abfassung des Projekts erforderlichen Kartengrundlagen erforderlich waren, sind vorgenommen worden:

- Luftaufnahmen,
- Tachymetrische Messungen im Maßstab 1:200,
- Schnitte des Flusslaufs im Maßstab 1:200,

Die topographischen Studien haben die Definition einer für den Bauwerkstyp und den Detaillierungsgrad geeigneten Basiskartographie sowohl für das Gesamtbauwerk als auch für die Entwicklung des Projekts der Bahnhofsanlagen, Tunnelportalen und Baustellenbereiche ermöglicht.

Im Einzelnen wurde die Kartographie für die gesamte Strecke von Franzensfeste bis Waidbruck verfasst, die tachymetrischen Messungen wurden im Bereich der betroffenen Tunnelportalen und Bahnhöfe durchgeführt, während die Schnitte des Flusslaufs entlang des Eisack angefertigt wurden.

Es wurden ferner die Bezugspunkte für die Trassenführung des Bauwerks selbst im Gelände abgesteckt.

#### Geodätisch-topographische Einordnung und geodätisches Bezugsnetz

Zur geodätisch-topographischen Einordnung wurde ein geodätisches Netz mit Bezug auf das System WGS84 angelegt, dessen Scheitelpunkte mit Koordinaten nach Gauß Boaga Rom 40 definiert worden sind. Für die Höhenbestimmung wurden IGM-Raster verwendet.

Das GPS-gestützte geodätische Bezugsnetz wurde anhand einer Verdichtung im Bereich der betroffenen Fensterstollen und Bahnhöfe erstellt. Es wurden 14 Scheitelpunkte materiell abgesteckt, die an 4 Fixpunkten von IGM95 verankert sind. Dieses Netz stellte die Grundlage für sämtliche Kartographie- und Vermessungstätigkeiten dar.

#### Digitale numerische Kartographie 1:20000

Für die Realisierung der digitalen numerischen Kartographie wurde im Monat Oktober 2008 eine Schwarz-Weiß-Luftaufnahme im Abbildungsmaßstab 1:8500 angefertigt, die für eine Wiedergabe im Maßstab 1:2000 geeignet ist.

In einer ersten Phase wurden zwei unterschiedliche Kartenreihen angefertigt: Eine bezüglich des Eisenbahngeländes, das von den Anlagen des Bahnhofs Waidbruck belegt wird (in den Gemeinden Lajen und Waidbruck) und eine andere bezüglich des Eisenbahngeländes in der Ortschaft Franzensfeste. In einer zweiten Phase wurde die Kartographie der geplanten Strecke gefertigt, welche die beiden bereits angefertigten Teile und die dazu gehörenden Fensterstollen miteinander verbindet, wobei die Gemeinden Franzensfeste, Vahrn, Brixen, Feldthurns, Villnöß, Klausen, Lajen und Waidbruck durchquert werden.

In beiden Fällen wurden eigens Verdichtungsnetze gefertigt. Für die Umgebung von Waidbruck wurden 4 Netzscheitelpunkte angelegt (R05, R06, R07, R08), die an einem IGM95 (011904) und an zwei vorhandenen Eisenbahn-Scheitelpunkten (V03, V04) verankert sind. Für die Umgebung von Franzensfeste wurden 4 Netzscheitelpunkte angelegt (R01, R02, R03, R04), die an einem IGM95 (04A702) und an zwei permanenten Standorten des Regionalen Dienstes (Bruneck und Sterzing) verankert sind.

Für die zweite Phase wurde ein aus 10 neu abgesteckten Scheitelpunkten bestehendes Verdichtungsnetz (I01-I10) angelegt, das an drei IGM95 (04A702, 04A903, 011904) verankert ist und im Norden mit dem

## INDAGINI CONOSCITIVE DEL TERRITORIO

### 4 TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

Le operazioni topografiche eseguite per la definizione della cartografia di base necessaria alla redazione del progetto, sono state le seguenti:

- riprese aeree;
- rilievi celerimetrici in scala 1:200;
- sezioni idrauliche in scala 1:200;

Gli studi topografici hanno permesso di definire una cartografia di base adeguata al tipo di opera ed al grado di dettaglio previsto sia per l'opera nel suo insieme che per lo sviluppo del progetto degli impianti ferroviari di stazione, degli imbocchi delle gallerie e delle aree di cantiere.

In particolare la cartografia è stata redatta per l'intero tracciato, da Fortezza a Ponte Gardena, i rilievi celerimetrici sono stati effettuati nella zone degli imbocchi delle gallerie e nelle stazioni interessate, mentre le sezioni idrauliche sono state restituite lungo il fiume Isarco.

Sono stati inoltre materializzati sul terreno i riferimenti per il tracciamento dell'opera stessa.

#### Inquadramento geodetico-topografico e Rete geodetica di inquadramento

Per l'inquadramento geodetico-topografico è stata realizzata una rete geodetica di inquadramento riferita al sistema WGS84 e i vertici sono stati definiti in coordinate Gauss Boaga Roma 40; per l'aspetto altimetrico sono stati utilizzati i grigliati dell'IGM.

La rete geodetica di inquadramento GPS è stata realizzata con un raffittimento nelle zone delle finestre e delle stazioni interessate: sono stati materializzati n. 14 vertici vincolati a 4 caposaldi dell'IGM95. Tale rete è stata la base per tutte le attività di cartografia e di rilievo.

#### Cartografia numerica digitale 1: 20000

Per la realizzazione della cartografia digitale numerica nel mese di ottobre 2008 è stata eseguita una ripresa aerea in Bianco/Nero in scala fotogramma 1:8500 idonea per una restituzione in scala 1:2000.

In una prima fase sono stati effettuati due tratti distinti di cartografia: uno relativo all'area ferroviaria occupata dagli impianti della stazione di Ponte Gardena (nei comuni di Laion e Ponte Gardena) e l'altro relativo all'area ferroviaria del paese di Fortezza; In una seconda fase è stata realizzata la cartografia lungo l'asse ferroviario di progetto che unisce i due tratti già restituiti e le relative finestre, attraverso i comuni di Fortezza, Varna, Bressanone, Velturmo, Funes, Chiusa, Laion e Ponte Gardena.

In ambedue i casi sono state realizzate reti di raffittimento ad hoc. Relativamente alla zona di Ponte Gardena sono stati materializzati 4 vertici di rete (R05, R06, R07, R08) vincolati ad un IGM95 (011904) e a due vertici ferroviari esistenti (V03, V04); relativamente alla zona di Fortezza sono stati materializzati 4 vertici di rete (R01, R02, R03, R04) vincolati ad un IGM95 (04A702) e a due stazioni permanenti del servizio Regionale (Brunico e Vipiteno).

Per la seconda fase è stata realizzata una rete di raffittimento composta da 10 Vertici materializzati Ex-Novo (I01-I10) vincolata a 3 IGM95 (04A702, 04A903, 011904) e collegata a nord al vertice R03 della precedente rete di Fortezza e a sud ai vertici R05 e R08 della precedente rete di Ponte Gardena.

La rete così ottenuta è la somma delle due realizzazioni e non permette di avere discrepanze fra le cartografie seppur redatte in tempi diversi.

Scheitelpunkt R03 des ehemaligen Netzes Franzensfeste und im Süden mit den Scheitelpunkten R05 und R08 des ehemaligen Netzes Waidbruck verbunden ist.

Das so erhaltene Netz stellt die Summe der beiden Realisierungen dar und lässt keine Abweichungen zwischen den Kartographien zu, obwohl diese zeitlich versetzt verfasst worden sind.

Die Maße aller bestimmten Punkte (sowohl die Verdichtungs-Scheitelpunkte als auch anschließend alle fotografischen Stützpunkte, die zur Realisierung der Lufttriangulation erforderlich sind) wurden mit dem IGM-Programm Verto3 berechnet, indem die Raster der neuesten Version (GK2) zum Einsatz kamen, welche das Geoid 2005 benutzen. Zur Erzielung einer besseren Höhengenaugigkeit wurde anschließend eine lokale Anpassung an das Geoidmodell durch die Verbindung von 5 Scheitelpunkten des Verdichtungsnetzes mit ebenso vielen vor Ort bestimmten IGM-Nivellierungsfixpunkten realisiert.

Die Kartographie wurde in die Gauß-Boaga-Projektion des nationalen geodätischen Systems eingegliedert (internationales Ellipsoid ausgerichtet auf Rom Monte Mario).

#### Tachymetrische Messungen 1:200

Die Messreihe wurde 2011 im Gebiet der Eisenbahnanlagen Franzensfeste und Waidbruck an den Portalen zu den Fensterstollen, Strecken- und Verbindungstunneln sowie an den wichtigsten Baustellengeländen und deren Zufahrtsstraßen durchgeführt.

Ferner wurden Schnitte des Wasserlaufs des Eisack im Maßstab 1:200 mit den dazu gehörenden Bauten (Brücken, Leitsysteme, Dämme) angefertigt.

Die tachymetrischen Messungen wurden im Maßstab 1:200 mit Ursprung bei den Koordinaten und Höhenmaßen der Scheitelpunkte des Verdichtungsnetzes vorgenommen.

Es wurden Nivellierungszweige angefertigt, um die Scheitelpunkte des Verdichtungsnetzes mit dem hoch präzisen Höhennetz des Geografischen Instituts IGM zu verbinden.

Le quote di tutti i punti determinati (sia i vertici di raffittimento che successivamente tutti i punti fotografici d'appoggio necessari alla realizzazione della Triangolazione Aerea) sono state calcolate mediante il programma dell'IGM Verto3 utilizzando i grigliati nella loro ultima versione (GK2) che adottano il Geoide 2005. Per ottenere una migliore precisione altimetrica è stato successivamente realizzato un adattamento locale al modello di geoide mediante il collegamento di 5 vertici della rete di raffittimento ad altrettanti caposaldi di livellazione IGM presenti in loco.

La cartografia è stata inquadrata nella proiezione Gauss-Boaga sistema geodetico nazionale (elissoide internazionale orientato a Roma Monte Mario).

#### Rilievi celerimetrici 1: 200

La campagna di rilievi è stata eseguita nel 2011 nelle aree occupate dagli impianti ferroviari di Fortezza e di Ponte Gardena in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie di linea e di interconnessione, degli imbocchi delle finestre, delle principali aree di cantiere e delle viabilità di accesso alle stesse.

Inoltre sono state seguite le sezioni idrauliche in scala 1:200 del fiume Isarco con le relative opere civili interferenti (ponti, briglie, dighe).

I rilievi celerimetrici sono stati realizzati in scala 1:200 con origine alle coordinate e quote dei vertici della rete di raffittimento.

Sono stati eseguiti dei rami di livellazione per collegare i vertici della rete di inquadramento alla rete altimetrica di alta precisione dell'Istituto Geografico IGM.

## **5 GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE**

Im Rahmen des Einreichprojekts wurde eine umfangreiche geologische Messreihe vorgenommen, um eine detaillierte Darstellung der Situation zu liefern und etwaige Restprobleme geologischer, geomorphologischer und hydrogeologischer Natur zu beheben, indem zugleich potentiell kritische Punkte zur Berücksichtigung bei der Realisierung der geplanten Bauwerke herausgearbeitet wurden.

Die bei der Messreihe gesammelten und die aus den fotogrammetrischen Analysen abgeleiteten Daten, die Studie der digitalen Geländemodelle und die Ergebnisse der geologischen Erkundung bildeten die Grundlage für die Ausarbeitung eines zuverlässigen geologischen Modells für die momentane Projektphase.

Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der Untersuchung des Gebiets, in dem sich die Tunnel der Verknüpfungen von Waidbruck befinden, deren Hauptproblematik in der Unterquerung mit geringer Deckungsstärke des Autobahn A22 besteht.

Im Anschluss wird eine Zusammenfassung der aus dieser Messreihe abgeleiteten geologischen, geomorphologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Aspekte aufgeführt, die kennzeichnend für das untersuchte Gebiet sind und eine Bewertung der Beziehungen und etwaigen Störungen zwischen Bauwerk und Umgebung zugelassen haben.

## **5 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA**

Nell'ambito del Progetto Definitivo è stata eseguita una importante campagna geognostica con lo scopo di fornire un maggiore dettaglio e risolvere eventuali residue problematiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, individuando contestualmente le potenziali criticità da gestire nel corso della realizzazione delle opere in progetto.

I dati raccolti in campagna, quelli derivati dalle analisi fotogrammetriche, lo studio dei modelli digitali del terreno e i risultati delle indagini geognostiche effettuate hanno consentito di elaborare un modello geologico del territorio affidabile per il livello progettuale in essere.

Particolare attenzione è stata posta allo studio dell'area dove insistono le gallerie delle interconnessioni di Ponte Gardena la cui problematica principale è legata al sotto attraversamento, con ridotte coperture, della Autostrada del Brennero A22.

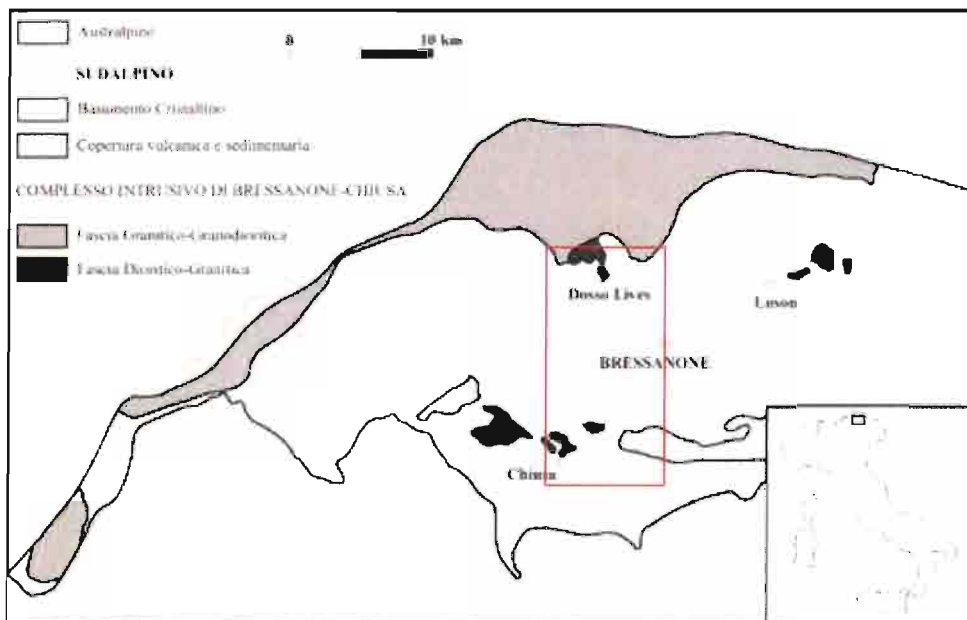
Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici, che caratterizzano l'area di indagine che sono derivati da tale campagna e che hanno consentito di poter valutare i rapporti e le eventuali interferenze tra l'opera in oggetto ed il territorio circostante.

## 5.1 GEOLOGISCHE EINORDNUNG

Das betroffene Gebiet liegt in einem der kompliziertesten Sektoren der östlichen Alpen in der Nähe der Insubrischen Linie, einer bekannten Störungslinie, welche die eurasische von der afrikanischen tektonischen Platte trennt. Das vermessene Gebiet erstreckt sich südlich dieser Linie im Südalpenraum, der durch einen herzynisch streichenden Kern und die Abfolge von permo-mesozoischen Vulkaniten und Sedimentgesteinen charakterisiert ist.

Im untersuchten Sektor ist ein metamorpher Kern vorhanden, der aus einem überwiegend phyllitischen Komplex gebildet wird und zur Brixner Einheit gehört und dem bedeutende Einschiebungen von Porphyroiden zugeordnet werden (Oberes Ordovizium); insgesamt weist diese Unterschicht einen Metamorphismus aus dem Zeitalter des Unterperm auf, während sich im Laufe der alpidischen Orogenese keine neuen metamorphen Foliationen entwickelt haben. Ferner sind bedeutende permische Intrusivkörper (Brixner Granit) mit dazu gehörendem Ganggestein und Kontaktaureole vorhanden, die in den umgebenden Phylliten erhalten sind, sowie eine Überlagerung aus Vulkaniten und Sedimentgestein, die auf die Etschtaler Vulkanit-Gruppe zurückzuführen ist. Diese Folgen und die permischen Plutonite weisen keinen alpidischen Metamorphismus auf.

Verformende Elemente überwiegend spröder und spröde-duktiler Art werden entlang des gesamten untersuchten Sektors und der wichtigsten Verwerfungen beobachtet.



**Abbildung 5.1 – Vereinfachtes geologisches Schema des untersuchten Gebiets (Bargossi et alii, 1998)**

Die Gesteinsunterlage wird oft durch oberflächliche Ablagerungen bedeckt, die dem Jungpleistozän zuzurechnen sind – Holozän, überwiegend mit Ablagerungen glazialen Ursprungs aus der letzten Eiszeit, die mit dem Last Glacial Maximum (LGM) kulminierte, sowie aus den anschließenden Rückzugsphasen und jüngeren dynamischen Vorgängen (Kleine Eiszeit).

Verbreitet, jedoch vor allem im unteren Hangbereich konzentriert, werden Ablagerungen angetroffen, die auf die Hangdynamik und Massenbewegungen zurückzuführen sind. Der Talgrund des Eisack weist im nördlichen Teil des untersuchten Gebiets (Brixner Becken) die typischen Züge einer Talebene auf, vorwiegend mit Schwemmsedimenten sowie einigen Beiträgen aus den Zuflusstälern, teils mit offensichtlicher Präsenz von Schuttstromablagerungen (Schüttkegel gemischten Ursprungs) und

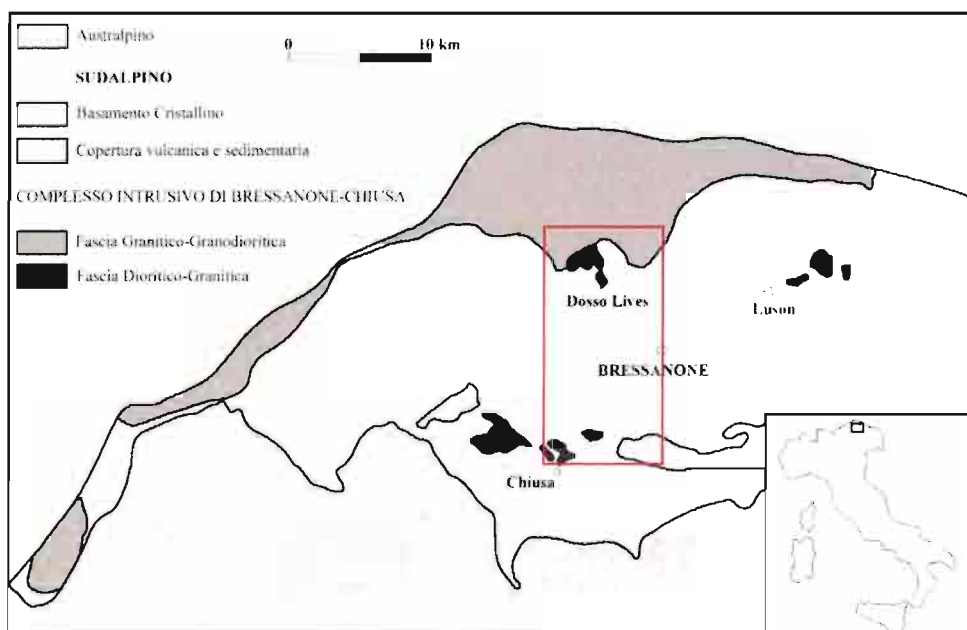


## 5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal presente lavoro si colloca in uno dei settori più complessi delle Alpi orientali, in prossimità della linea Insubrica, noto sistema di faglie che separa le unità Europa vergenti da quelle Africa vergenti. L'area rilevata si sviluppa a sud di tale lineamento, nel dominio Sudalpino o delle Alpi Meridionali, caratterizzato da un basamento ercinico e da successioni vulcaniche e sedimentarie di età permio-mesozoica.

Nel settore in studio è presente un basamento metamorfico formato da un complesso prevalentemente filladico appartenente all'Unità di Bressanone, al quale sono associate importanti intercalazioni di porfiroidi, (Ordoviciano sup.); complessivamente questo substrato mostra un metamorfismo di età pre-permiana, mentre durante l'orogenesi alpina non si sviluppano nuove foliazioni metamorfiche. Sono inoltre presenti importanti intrusioni permiane (granito di Bressanone) con relativi corteo filoniano ed aureola di contatto conservati nelle filladi incassanti e una copertura vulcanica-sedimentaria riconducibile al Gruppo Vulcanico Atesino. Tale successione ed i plutoni permiani sono privi di metamorfismo alpino.

Elementi deformativi, prevalentemente di tipo fragile e fragile-duttile, si osservano lungo tutto il settore indagato e le principali faglie.



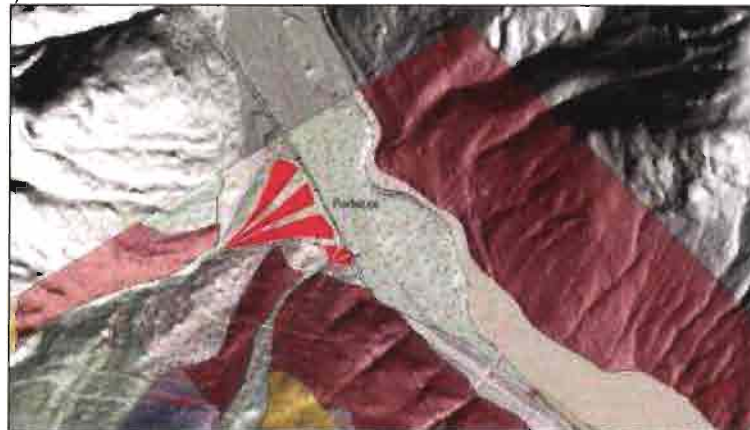
**Figura 5.1 - Schema geologico semplificato dell'area indagata (da Bargossi et alii, 1998)**

Il substrato roccioso è spesso coperto da depositi superficiali attribuibili al Pleistocene superiore - Olocene, con predominanza di quelli di origine glaciale, riferibili all'ultimo evento glaciale culminato nel Last Glacial Maximum (LGM), alle successive fasi di ritiro e a dinamiche recenti (Piccola Età Glaciale).

Diffusi, ma con maggiore concentrazione sul tratto inferiore dei versanti, risultano i depositi riferibili alla dinamica di versante ed a processi di trasporto in massa. Il fondovalle del fiume Isarco presenta, nella parte settentrionale dell'area indagata (Bacino di Bressanone), i caratteri peculiari di una pianura intravalliva a sedimentazione prevalentemente alluvionale, con alcuni apporti dalle valli affluenti, talora con evidente presenza dei depositi di debris-flow (conoidi di origine mista) e limitati settori a sedimentazione di tipo palustre (Lago di Varna). Si riconoscono inoltre evidenti conoidi alluvionali, nei tratti bassi della Val Scaleres e della Val di Funes.

beschränkten Sektoren mit Sumpfsediment (Vahrner See). Ferner sind offensichtliche Schwemmkegel im unteren Bereich von Schalderer Tal und Villnösser Tal zu erkennen.

Die Trasse verläuft anfänglich bis ca. pk 0+550 im Freien auf jungen, aus Kies und Sand bestehenden Schwemmablagerungen und berührt bei ca. pk 0+375 einige Schuttstromablagerungen (debris flow). Im weiteren Verlauf nach Süden stößt die Trasse auf die Intrusivmasse aus Brixner Granit und tritt dann in den Tunnel ein (Schalderer).



**Abbildung 5.2– Anfänglicher Teil der geplanten Trasse: Streckenabschnitt auf Schwemmablagerungen (hellblauer Hintergrund mit roten Punkten) und Brixner Granit (dunkelrot)**

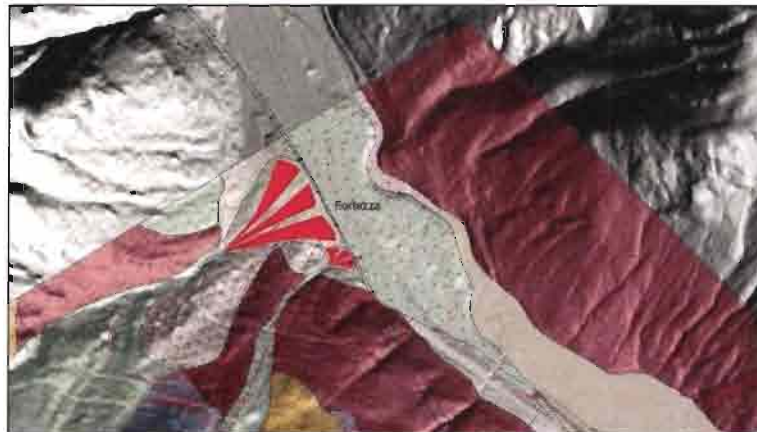
Der Granit ist beim Zutagestreichen durch weiträumige Bruchsysteme gekennzeichnet, die in einigen Fällen direkte Bewegungen entwickeln bzw. Verschiebungen mit über einen Meter weiten Öffnungen aufweisen. Es wurden mindestens drei Kluftsysteme erfasst. Die Hauptlineamente sind durchschnittlich nach NO ausgerichtet und subvertikal angelegt.

Anschließend stößt der Tunnel auf den Übergang vom Brixner Granit zum Quarzphyllit: Der Kontakt wird durch eine Kluft und einen variablen Streifen thermometamorphen Gesteins (Hornfels) markiert, dessen mittlere Stärke und mehr noch seine Ausdehnung in die Tiefe schwer zu bestimmen sind. Daher hat dieser Übergang, der am Profil bei pk 3+200 unter einer Überlagerung von mehreren hundert Metern verläuft, als von einem erheblichen Grad der Ungewissheit behaftet zu gelten.



**Abbildung 5.3 – Streckenabschnitt am Übergang vom Brixner Granit (dunkelrot) zum Hornfels (rot gepunktet auf grauem Hintergrund)**

Il tracciato si sviluppa inizialmente, fino alla pk 0+550 circa, all'aperto, sui depositi alluvionali recenti costituiti da ghiaie e sabbie, lambendo, circa all'altezza di pk 0+375, alcuni depositi tipo debris flow; proseguendo verso sud il tracciato intercetta la massa intrusiva granitica di Bressanone ed entra in galleria (Galleria Scaleres).




**Figura 5.2 - Parte iniziale del tracciato in progetto: tratto su depositi alluvionali (sfondo azzurro con pallini rossi) e nel Granito di Bressanone (rosso scuro)**

Il granito è caratterizzato in affioramento da sistemi di frattura pervasivi che in alcuni casi sviluppano movimenti di tipo diretto o comunque mostrano spostamenti di aperture superiori al metro; almeno tre sono i sistemi di discontinuità individuati; i lineamenti principali hanno una direzione media verso NE e sono sub-verticali.

Successivamente la galleria intercetta il passaggio tra il Granito di Bressanone e le Filladi Quarzifere: il contatto è marcato da una discontinua e variabile fascia di rocce termometamorfiche (cornubianiti), della quale risulta difficile stabilire uno spessore medio e ancor più interpretarne lo sviluppo profondo. Di conseguenza il passaggio in questione, posto sul profilo attorno alla pk 3+200 sotto coperture di diverse centinaia di m, deve essere considerato come affetto da un non indifferente margine di incertezza.



**Figura 5.3 - Tratto relativo al passaggio tra Granito di Bressanone (rosso scuro) e cornubianiti (puntinato rosso su sfondo grigio)**

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL  VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	20 von 270

Nach diesem Sektor verläuft die Trasse bis südlich der Ortschaft Feldthurns ausschließlich in metamorphem Gestein, das zu den Quarzphyllit-Formationen gehört. Der Phyllit streicht mit variierender Neigungsrichtung von N150 bis N210 hin progressiv abnehmenden und einer nach Süden Neigung zutage.

Bis zur Höhe des Schalderer Tals (ca. pk 6+100) ist der Phyllit beim Zutagestreichen durch die gleichen Bruchsysteme gekennzeichnet, die auch in der Gegend von Franzensfeste vorhanden sind. Weiter im Süden scheint sich die Richtung der wichtigsten Bruchsysteme um einige Dutzend Grad gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, sodass diese im Gebiet zwischen Brixen und Feldthurns nach NW ausgerichtet sind.

Insbesondere das Schalderer Tal ist durch eine Reihe von subvertikalen Brüchen charakterisiert, die zu zwei Hauptklufsystemen gehören, eines mit Richtung N50 und das andere mit Richtung N140. Diese mit spröder neotektonischer Verformung verbundenen Lineamente, die sowohl von der photogrammetrischen Analyse als auch von der Messreihe erfasst worden waren, können beim Zutagestreichen Öffnungen mit einer Weite von über 3 m aufweisen. Bei der Unterquerung dieses Tals, das – wie im Weiteren genauer erläutert – auch im Hinblick auf die Hydrogeologie ein bedeutendes Element darstellt, kann davon ausgegangen werden, dass beim Ausbruch auf besonders stark gestörte Bereiche gestoßen wird.



**Abbildung 5.4– Streckenabschnitt im Quarzphyllit mit Richtungswechsel der wichtigsten Brüche**

Südlich des Schalderer Tals bei Tils ca. zwischen pk 7+800 und 9+400 erscheint hingegen eine Reihe von Brüchen mit Richtung N120, die nach NO abtauchen und um ca. 50-60 Grad geneigt sind, als bedeutsam.

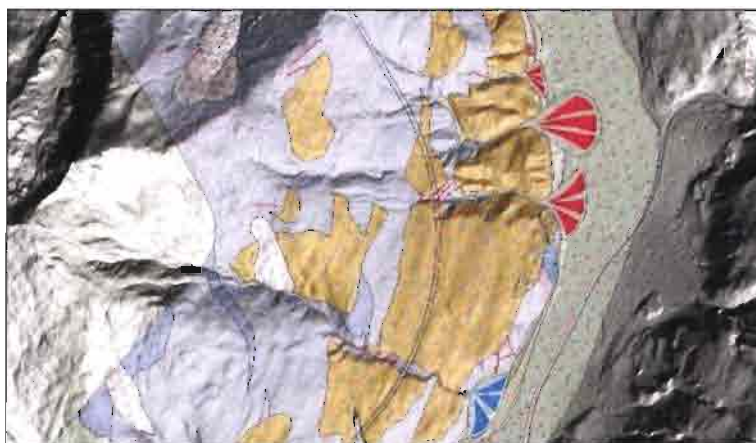
Der Schalderer Tunnel verläuft weiter in phyllitartigen Lithotypen, bis in der Nähe der Einmündung ins Eisacktal ca. bei pk 15+700 auf die Kontaktstelle zwischen Phyllit und Metadiorit des Klausner Systems getroffen wird. Der Kontakt wird durch direkte subvertikale Brüche mit NNO-SSW-Richtung verworfen (in einem Fall mit einer mehrere Meter weiten Öffnung), welche auf spröde neotektonische Verformung zurückzuführen sind. Der Metadiorit betrifft den Tunnelausbruch über ca. 200 m: Dabei handelt es sich um Material mit guten mechanischen Eigenschaften, auch wenn es lokal gebrochen mit willkürlich gestreuten Klüften auftritt.



Oltrepassato questo settore il tracciato coinvolge esclusivamente le rocce metamorfiche appartenenti alla formazione delle Filladi Quarzifere fino a sud dell'abitato di Velturmo; in superficie le filladi affiorano con direzione di inclinazione variabile da N150 sino a N210 con inclinazioni che diminuiscono gradualmente verso i settori meridionali.

Sino all'altezza della Val Scaleres (pk circa 6+100) le filladi sono caratterizzate in affioramento dai medesimi sistemi di frattura presenti nella zona di Fortezza; più a sud la direzione dei principali sistemi di frattura sembra ruotare, di alcune decine di gradi in senso antiorario, orientandosi verso NW nelle aree comprese tra Bressanone e Velturmo.

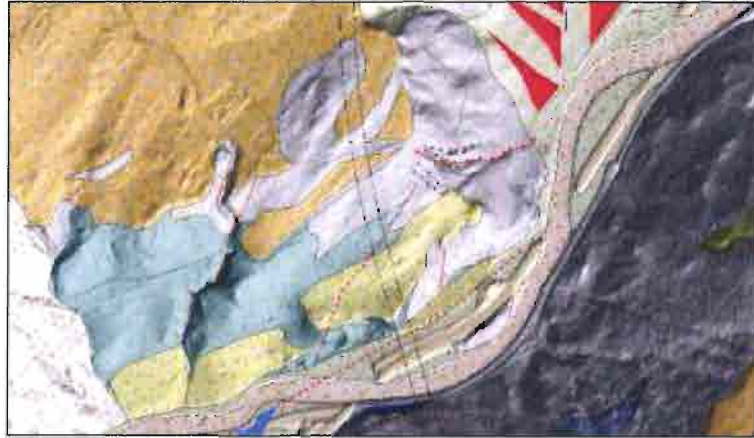
La Val Scaleres in particolare è caratterizzata da una serie di fratture sub verticali appartenenti a due sistemi principali di discontinuità, una a direzione N50 e l'altra a direzione N140; questi lineamenti, legati a deformazione neotettonica fragile, riconosciuti sia dall'analisi fotogrammetrica che dai rilevamenti di campagna, possono presentare, alla scala dell'affioramento, aperture superiori ai 3 metri. Nel sotto-attraversamento di questa valle, che come si vedrà in seguito costituisce anche importante elemento dal punto di vista idrogeologico, si può ipotizzare il coinvolgimento negli scavi di zone particolarmente fratturate.



**Figura 5.4 - Tratto compreso nelle Filladi Quarzifere con cambio della direzione delle principali fratture**

A sud della Val Scaleres nei pressi di Tiles, all'incirca tra pk 7+800 e 9+400 sembrano invece importanti una serie di fratture a direzione N120 con immersione verso NE ed inclinate di circa 50-60 gradi.

La galleria Scaleres continua ad interessare i litotipi filladici finché, in prossimità dello sbocco sulla Val d'Isarco, all'altezza della pk 15+700 circa, intercetta il contatto tra le filladi e le metadioriti del sistema di Chiusa. Il contatto è dislocato da faglie dirette sub-verticali a direzione NNE-SSW (in un caso con qualche metro di apertura) legate a deformazione neotettonica fragile. Le metadioriti interesseranno per circa 200 m lo scavo del tunnel: si tratta di materiali dalle buone proprietà meccaniche anche se localmente si presentano fratturati con discontinuità random.

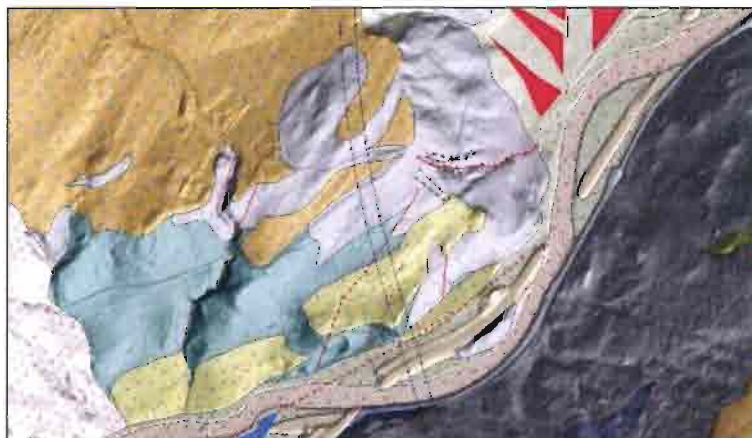


**Abbildung 5.5 – Streckenabschnitt südlich von Feldthurns mit Kontaktstelle im Grundriss zwischen Phyllit (grau) und Diorit (grün-blau), orographisch auf der rechten Seite des Eisacktals**

Bei ca. pk 15+850 tritt die Strecke ins Freie und verläuft mit dem Viadukt über ca. 250 m auf den Schwemmlagerungen des Eisack. Dies sind Böden mit vorwiegend grober Sieblinie, deren im Laufe der Sondierungsbohrungen angetroffene maximale Schichtstärke bei 50 m liegt. Der Kern dieser Schwemmschichten ist phyllitischer Art: Auf der rechten Seite des Eisack scheint er weiter durch ein subvertikales Lineament mit Richtung N20 betroffen zu sein, auf das die Ergebnisse der geologischen Sondierungsbohrungen schließen lassen.

Bei ca. pk 16+100 tritt die Trasse erneut in den Tunnel ein (Grödner Tunnel). Vom Portal über ca. 750 m erfolgt der Ausbruch erneut in der Brixner Einheit, die hier durch Phyllit mit besonders quarzreichen Lithofazies (Paragneis Auct.) mit guten mechanischen Eigenschaften vertreten ist.

Bei ca. pk 16+850 (am Profil gemessen) ist abzusehen, dass der Ausbruch auf eine entgegengesetzte tektonische Störlinie mit regionaler Bedeutung, namens Villnösser Linie, stößt. An der Oberfläche weist diese Kluft O-W-Richtung auf und wird im östlichen Teil durch einen mehrere hundert Meter breiten Schnittstreifen charakterisiert. Nach Westen zum Eisacktal hin teilt sie sich in zwei Lineamente, ein kleineres, das der Richtung des Villnösser Bachs folgt und ausschließlich Quarzphyllit betrifft, und das Hauptlineament, das in O-W-Richtung weiterläuft, nach Süden mit einer Neigung von ca. 60 Grad abtaucht und Phyllit (im Hangenden) sowie eine metamorphe Amphibolitmasse mit mehreren Dutzend Metern Stärke (im Liegenden) betrifft, die sich nach Osten hin verjüngt. Eine Durchquerung dieser Masse auf Tunnelhöhe ist nicht absehbar. Dies wird auch von den Daten der Sondierung S12 bestätigt (bei der mikroskopischen Analyse in dünnem Schnitt der Bodenproben aus genannter Bohrung wurde das Vorhandensein von Amphibolit ausgeschlossen). Im unteren Villnösser Tal wurde ein hoher Störungsgrad in den phyllitischen Lithotypen (Wert  $J_n = 15$ ) festgestellt und es kann angenommen werden, dass diese Eigenschaft auch für die in der Tiefe ausgebrochenen Lithotypen gilt, sodass beeinträchtigte Bereiche zu erwarten sind.

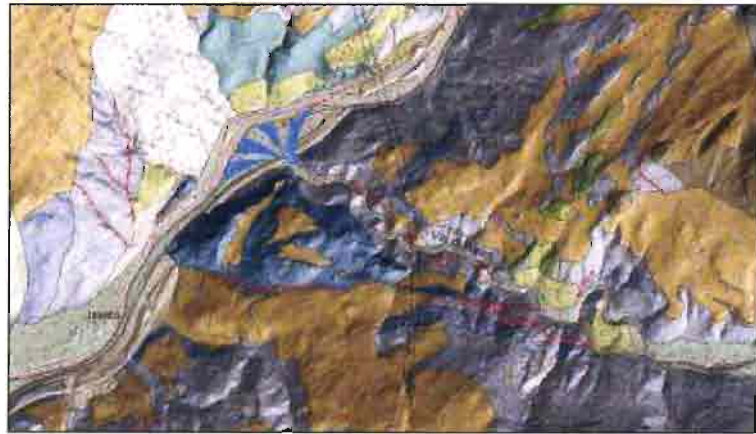


**Figura 5.5 - Tratto a sud di Velturmo con il contatto, in pianta, tra filladi (grigio) e dioriti (verde-azzurro), in destra idrografica della Val d'Isarco**

Alla pk 15+850 circa il tracciato esce all'aperto impegnando in viadotto, per circa 250 m, i depositi alluvionali dell'Isarco. Si tratta di terreni a granulometria prevalentemente grossolana i cui spessori massimi intercettati nel corso delle perforazioni sono dell'ordine di 50 m. Il basamento di tali alluvioni è di tipo filladico: esso appare inoltre interessato, in destra Isarco, dalla presenza di un lineamento sub verticale a direzione N20, ipotizzato in base alle risultanze dei sondaggi geognostici effettuati.

Alla pk 16+100 circa il tracciato rientra di nuovo in galleria (galleria Gardena). Dall'imbocco per circa 750 m, lo scavo interesserà nuovamente l'Unità di Bressanone, qui rappresentata da filladi entro cui si rinvennero litofacies particolarmente ricche in quarzo (Paragneiss Auct.) dalle buone proprietà meccaniche.

Circa alla pk 16+850 (misurata sul profilo) si prevede che gli scavi vadano ad interessare un lineamento tettonico inverso di importanza regionale, denominato linea di Funes. In superficie questa discontinuità presenta direzione E-W, ed è caratterizzata, nelle sue porzioni più orientali, da una fascia di taglio ampia qualche centinaio di metri; verso ovest, ossia avvicinandosi alla Val d'Isarco si divide in due lineamenti, uno di ordine inferiore che segue la direzione del Rio Funes e che coinvolge esclusivamente le Filladi Quarzifere, ed uno principale che prosegue in direzione E-W, immergente verso sud e inclinato di circa 60 gradi, che coinvolge filladi (a tetto) e un corpo metamorfico anfibolitico di spessore pluridecametrico (a letto) che tende a rastremarsi verso est; non si prevede l'attraversamento di tale corpo a quota galleria, come appare confermato anche dai dati provenienti dal sondaggio S12 (le analisi microscopiche in sezione sottile eseguite sui campioni prelevati da tale sondaggio escludono la presenza delle anfiboliti). Nella bassa val di Funes, nei litotipi filladici è stata riscontrata un'intensa fratturazione (valore  $J_n = 15$ ) ed è ipotizzabile che tale caratteristica si trasferisca anche nei litotipi da scavare in profondità, con presenza quindi di fasce degradate.



**Abbildung 5.6– Geologischer Lageplan des Durchquerungsgebiets der „Villnösser Linie“**

Nach dem Villnösser Tal läuft die Trasse weiter durch die Formation des Quarzphyllits, welche bis zum pk Projektende (21+917) beim Zutagestreichen eine ausgesprochen konstante Eintauchrichtung nach SO von ca. 25-30 Grad aufweist. Es liegen subvertikale Bruchreihen mit NW-SO-Richtung vor, mit denen die quer zum Eisacktal verlaufenden Nebentäler verbunden sind. In diesem letzten Abschnitt des Grödner Tunnels steigt die Stärke der Überlagerung bis auf rund 600 m an. Angesichts der Bodendaten lässt sich jedoch auf keine besondere Variation der auf Ausbruchsebene anzutreffenden Lithotypen schließen. Es können stärker gestörte Bereiche in Verbindung mit den erfassten Lineamenten vermutet werden: z.B. scheint bei ca. pk 19+800 in der Nähe des Klaus Bachs (im Innern dieses Einschnitts wurden bei den Vermessungen eine Reihe weiträumiger und durchgehender Brüchen beobachtet) eine Überschneidung mehrerer Lineamente aufzutreten, welche zu einer Verschlechterung der Gesteinseigenschaften führen könnte. Ferner wird darauf hingewiesen, dass die Trasse in bestimmten Sektoren (insbesondere zwischen ca. pk 18+200 und 20+000) subparallel zu einigen bei der Luftbildinterpretation erkannten Strukturelementen verläuft.

#### Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste

Die Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste verläuft ca. hundert Meter weit im Freien auf jungen Schwemmablagerungen. Kurz vor dem Eintritt in den Tunnel wird auf eine Situation geomorphologischer Sprödigkeit hingewiesen, die auf das Vorhandensein von Schuttstromablagerungen beim Klaus Bach, einem rechten Zubringer des Eisack, zurückzuführen ist. Der Tunnelausbruch wird entsprechend der vorgenommenen Rekonstruktion über ca. 1,5 km im sauren magmatischen Gestein des Brixner Granits und danach am Kontakt zwischen Intrusivkörper und Quarzphyllit erfolgen. Wie bereits im vorigen Absatz erwähnt, erfolgt der Durchtritt durch eine thermometamorphe Aureole, deren weiterer Verlauf in der Tiefe sich nur schwer bestimmen lässt. Die Verknüpfung durchquert ferner ein Bruchsystem mit hohem Winkel in Richtung NO-SW und ONO-WSW, das in einigen Fällen eine Bewegung mit sowohl vertikaler als auch horizontaler Komponente entwickelt zu haben scheint.



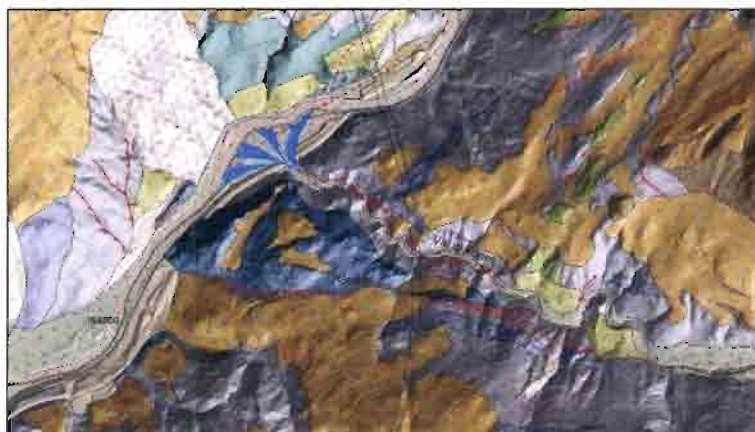


Figura 5.6 - Planimetria geologica della zona di attraversamento della “Linea di Funes”

Oltrepassata la zona della Val di Funes, il tracciato continua a interessare planimetricamente la formazione delle Filladi Quarzifere che in affioramento mostrano fino alla pk di fine progetto (21+917) direzione di immersione piuttosto costante, verso SE di circa 25-30 gradi; sono presenti serie di fratture a direzione NW-SE sub verticali, a cui sono collegate le valli secondarie perpendicolari alla valle del fiume Isarco. In questo ultimo tratto della galleria Gardena le coperture tendono ad aumentare raggiungendo valori dell'ordine dei 600 m. Tuttavia alla luce dei dati di terreno non sembrano ipotizzabili particolari variazioni dei litotipi intercettabili a livello del cavo. Possono essere ipotizzate zone di maggiore fratturazione associate ai lineamenti individuati: ad esempio attorno a pk 19+800 circa, in prossimità di Rio della Gola (all'interno di questa incisione in campagna si osservano una serie di fratture pervasive e continue), sembra verificarsi un'intersezione di più lineamenti che potrebbe agire in termini di decadimento delle proprietà dell'ammasso; si segnala inoltre che in determinati settori (in particolare fra pk 18+200 e 20+000 circa) il tracciato si snoda subparallelamente ad alcuni elementi strutturali fotointerpretati.

#### Interconnessione Dispari Fortezza

L'Interconnessione Dispari di Fortezza si sviluppa per circa un centinaio di metri all'aperto sui depositi alluvionali recenti; poco prima dell'imbocco in galleria si segnala una situazione di fragilità geomorfologica legata alla presenza di depositi detritici da debris flow in corrispondenza del Rio della Chiusa, tributario di destra del F. Isarco. Gli scavi della galleria andranno ad interessare le rocce magmatiche acide del Granito di Bressanone, secondo la ricostruzione effettuata, per circa 1,5 km e successivamente il contatto tra l'intrusione e le Filladi Quarzifere. Come già detto nel paragrafo precedente, il passaggio avviene attraverso un'aureola termometamorfica il cui andamento in profondità non risulta facilmente definibile. L'interconnessione attraversa inoltre un sistema di fratture ad alto angolo a direzione NE-SW e ENE-WSW, che in alcuni casi sembra aver sviluppato del movimento a componente sia verticale che orizzontale.

### Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste

Auch die Verknüpfung Gleis 2 verläuft zunächst auf jungen Schwemm- und Schuttablagerungen des Klaus Bachs in der Nähe des Tunneleingangs. Die im Tunnel angetroffene Lithologie entspricht derjenigen von Gleis 1 und es gelten die gleichen Überlegungen hinsichtlich der Eigenschaften des thermometamorphen Kontakts zwischen Granit und Phyllit.

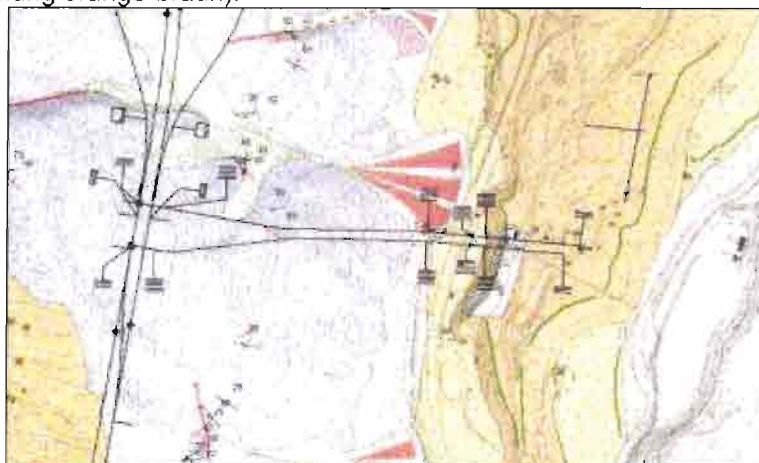


**Abbildung 5.7 – Verknüpfung Franzensfeste: hervorgehoben der Übergang zwischen Granit (dunkelrot) und Phyllit (grau)**

### Fensterstollen Aicha-Vahrn

Der Fensterstollen Aicha-Vahrn liegt im nördlichen Sektor des Vermessungsgebiets orographisch auf der rechten Uferseite des Eisack, auf Höhe des Brixner Beckens.

Das vom Bauwerk betroffene Gebiet kann aus geologischer Sicht in zwei unterschiedliche Sektoren aufgeteilt werden: den Westsektor, wo Quarzphyllit hervorstreicht und den Ostsektor, der durch mächtiges Hervorstreichen von alten Schwemmablagerungen erster und zweiter Ordnung gekennzeichnet ist (I. Ordnung gelb, II. Ordnung orange-braun).



**Abbildung 5.8– Geologischer Auszug Fensterstollen Aicha-Vahrn: im Westen Quarzphyllit, im Osten Schwemmablagerungen**

Im Ostsektor betrifft der Vortrieb demnach körnige Lithotypen, die aus Sanden und Konglomeraten bestehen. Westwärts erfolgt der Übergang zum Phyllitkern, der durch eine sehr einfache und gleichmäßige Struktur gekennzeichnet ist, die aus einer mit einem mittleren Wert von ca. 50 Grad nach SW abtauchenden Monokline besteht. Der Phyllit scheint von einem sehr weiträumigen und durchgehenden subvertikalen

### Interconnessione Pari Fortezza

Anche l'Interconnessione Pari si snoda inizialmente sui depositi alluvionali recenti e sui depositi detritici di Rio della Chiusa in prossimità dell'imbocco; le litologie intercettate in galleria sono analoghe a quelle intercettate dall'Interconnessione Dispari, e ovviamente valgono le stesse considerazioni per quel che riguarda le caratteristiche del contatto termometamorfico fra Granito e Filladi.

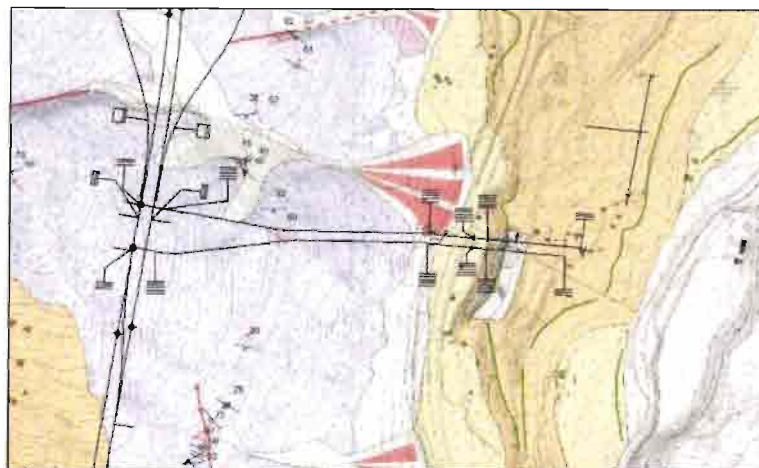


**Figura 5.7 - Interconnessioni di Fortezza: si evidenzia il passaggio tra granito (rosso scuro) e filladi (grigio)**

### Finestra di Aica-Varna

La finestra di Aica-Varna si trova nel settore settentrionale dell'areale rilevato, in destra idrografica del fiume Isarco all'altezza del bacino di Bressanone.


La zona interessata dall'opera è suddivisibile, dal punto di vista geologico, in due settori distinti: il settore occidentale ove affiorano le filladi quarzifere; il settore orientale caratterizzato da potenti affioramenti di depositi alluvionali antichi di primo e secondo ordine (I ordine giallo, II ordine arancio-bruno).



**Figura 5.8 - Stralcio geologico riguardante la Finestra di Aica-Varna: a ovest sono presenti filladi quarzifere, a est depositi alluvionali**

Nel settore orientale dunque gli scavi interesseranno litotipi granulari costituiti da sabbie e conglomerati, per poi passare verso ovest nel basamento filladico caratterizzato da una struttura molto semplice e regolare costituita da una monoclinale immergente verso SW con un valore medio di circa 50 gradi. Le filladi



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Bruchsystem mit Richtung N50 betroffen zu sein, das mit einem weniger weiträumigen und durchgehenden System mit Richtung N110 kombiniert ist.

#### Fensterstollen Albeins

Der Fensterstollen Albeins befindet sich aus hydrographischer Sicht auf der rechten Seite des Eisack in einem Gebiet, das durch das Zutagestreichen von Quarzphylliten mit gleichmäßiger Lage ungefähr in Richtung der südöstlichen Sektoren und variabler Neigung zwischen 30 und 70 Grad gekennzeichnet ist. Diese Variabilität der Neigung steht in Verbindung mit der Präsenz zahlreicher tektonischer Kontakte, die fast ausschließlich durch entgegengesetzte Verwerfungen charakterisiert sind. Die offensichtlichsten Bruchsysteme weisen die Hauptrichtung N50 und N110 auf. Im Gebiet treten auch ausgedehnte Bereiche mit glazialen und fluvioglazialen Sedimenten zutage, die aus Sanden und Konglomeraten, von denen einige gut organisiert und andere absolut chaotisch sind, und aus jungen Schwemmsedimenten des Eisack bestehen. Letztere betreffen zu einem geringen Umfang den anfänglichen Streckenabschnitt der Trasse, der danach ganz im Phyllit des Kerns verläuft. Ferner wird auf das Vorhandensein eines aktiven Schuttkegels in der Nähe des Eingangs hingewiesen.



**Abbildung 5.9 – Geologischer Auszug des Gebiets um den Fensterstollen Albeins**

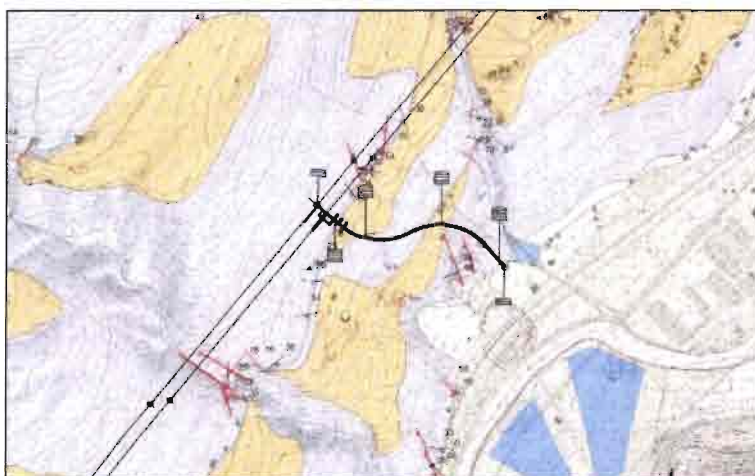
#### Fensterstollen Klausen

Der Fensterstollen Klausen befindet sich orographisch auf der linken Seite des Eisack. Der Kern besteht in diesem Gebiet aus Quarzphyllit mit mittlerer Lage nach Südost von ca. 30 Grad. Die repräsentativsten und weiträumigsten Bruchsysteme haben eine durchschnittliche Richtung von N130 in Kombination mit Systemen in Richtung N50. Es sind auch fluvioglaziale Überlagerungen vorhanden, die aus Sanden und Konglomeraten mit grauer Farbe bestehen, welche erhebliche Gefällevariationen des Abhangs bewirken und sich in äußerst geringfügigem Maß auf den Anfangsabschnitt der Trasse auswirken. In der Nähe des Tunnelleingangs wurde ferner eine ruhende Erdrutschmasse erfasst, die jedoch nicht von den Ausbruchsarbeiten betroffen zu sein scheint. Letztere verläuft fast durch alle phyllitischen Lithotypen, welche einen Zustand erheblicher Störung aufweisen.

sembrano essere interessate da un sistema di fratture sub-verticali molto pervasivo e continuo a direzione N50, coniugato ad un sistema meno pervasivo e continuo a direzione N110.

### Finestra di Albes

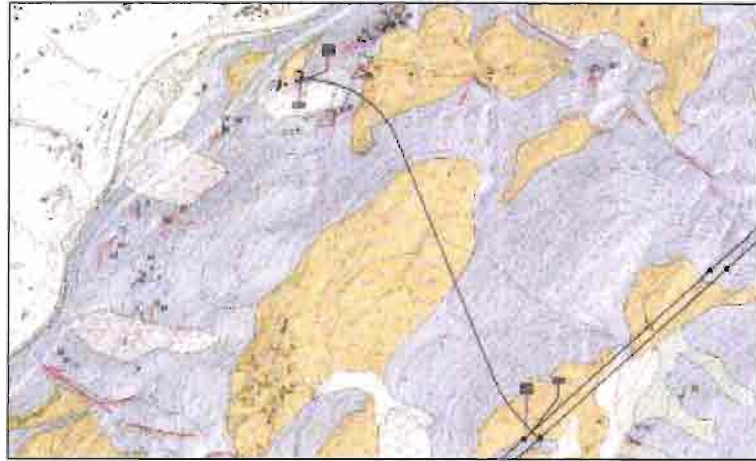
La finestra di Albes è localizzata in destra idrografica del fiume Isarco, in un'area caratterizzata da affioramenti di Filladi Quarzifere con giacitura uniforme all'incirca verso i settori sud-orientali e inclinazioni variabili tra i 30 e 70 gradi. Tale variabilità nell'inclinazione è legata alla presenza di numerosi contatti tettonici caratterizzati quasi esclusivamente da faglie inverse. I sistemi di frattura più evidenti presentano direzione principale N50 e N110. Nella zona affiorano anche estese porzioni di depositi glaciali e fluvio-glaciali, costituiti da sabbie e conglomerati a luoghi ben organizzati e a luoghi assolutamente caotici, ed i depositi alluvionali recenti dell'Isarco. Questi ultimi interessano in modesta parte il tratto iniziale del tracciato, che poi si snoda interamente nelle filladi del basamento. Si segnala inoltre la presenza, in prossimità dell'imbocco, di una conoide detritica attiva.



**Figura 5.9 - Stralcio geologico della zona della Finestra di Albes**

### Finestra di Chiusa

La finestra di Chiusa si trova in sinistra idrografica del fiume Isarco. Il basamento nella zona è rappresentato da Filladi Quarzifere con giacitura media verso sud-est di circa 30 gradi; i sistemi di frattura più rappresentativi e pervasivi hanno una direzione media N130, coniugati con sistemi a direzione N50. Sono presenti anche coperture fluvio-glaciali costituite da sabbie e conglomerati di colore grigiastro, che determinano sensibili cambi di pendenza nel versante ed interessano minimamente l'opera nel suo tratto iniziale. In prossimità dell'imbocco è stato rilevato anche un corpo di frana quiescente che tuttavia non appare interessato dagli scavi della galleria. Quest'ultima si sviluppa per la quasi totalità nei litotipi filladici che hanno mostrato un rilevante stato di fratturazione.



**Abbildung 5.10 – Geologischer Auszug zum Gebiet beim Fensterstollen Klausen**

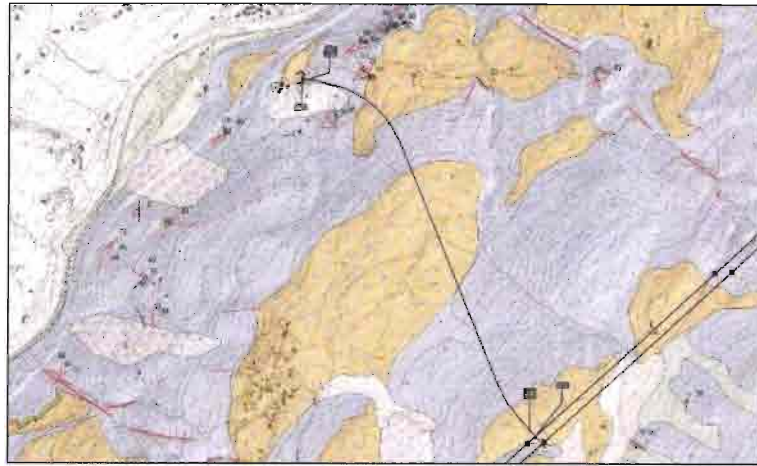
#### Verknüpfungen Waidbruck

Die Trasse der Verknüpfungen von Waidbruck betrifft fast ausschließlich die Quarzphyllit-Formation, die jedoch unter verschiedenen Bedingungen struktureller Sprödigkeit durchquert wird. Die Trasse verläuft in der Tat anfangs in Gesteinsmassen, die mit mittleren Lagen in Richtung N150 um ca. 20-30 Grad zugestreichen, bis auf eine tektonisch spröde Linie gestoßen wird, die um ca. 50 Grad nach SW geneigt ist. Dies geschieht entsprechend der im geologischen Profil angefertigten Rekonstruktion bei ca. pk 1+100 an Gleis 1 und bei ca. pk 0+470 bei Gleis 2. Man kann davon ausgehen, dass die phyllitischen Lithotypen ab dieser Stelle stärker beeinträchtigt und dekomprimiert auftreten als im Anfangsteil. Dieses Lineament begrenzt ein Gebiet, das gravitative Bewegungen erfahren hat, die das Ergebnis verschiedener Phänomene sind, die gleichzeitig mit und infolge des Spannungsabbaus auftraten, der im Anschluss an den Rückzug der Gletscher des Pleistozäns und an die Verbindung mit dem System subvertikaler Verwerfungen und Brüche erfolgte, die durch ihre vorherrschende Abtauchrichtung nach Nordwesten gekennzeichnet sind und mit neotektonischen Verformungen spröder Art verbunden sind. Im Einzelnen wurden in diesem Gebiet mindestens drei Kluftsysteme sowie lokale Klüfte mit willkürlicher Ausrichtung und variabler Neigung erfasst.



**Abbildung 5.11– Geologischer Auszug des Gebiets um die Verknüpfung Waidbruck**





**Figura 5.10 - Stralcio geologico dell'area relativa alla Finestra di Chiusa**

#### Interconnessioni di Ponte Gardena

Il tracciato delle Interconnessioni di Ponte Gardena interessa quasi esclusivamente la formazione delle Filladi Quarzifere che però vengono attraversate in diverse condizioni strutturali fragili. Il tracciato si sviluppa infatti inizialmente in ammassi rocciosi che affiorano con giaciture medie verso N150 di circa 20-30 gradi fino ad intercettare un lineamento tettonico fragile inclinato verso SW di circa 50 gradi. Ciò si verifica, secondo la ricostruzione riportata nel profilo geologico, alla pk 1+100 circa per il binario dispari, alla pk 0+470 circa per il binario pari. È ipotizzabile che da questo punto i litotipi filladici si presentino maggiormente scadenti e decompressi rispetto alla parte iniziale. Tale lineamento delimita un'area che è stata interessata da movimenti gravitativi che sono il risultato di vari fenomeni concomitanti e conseguenti, dal rilascio tensionale successivo al ritiro dei ghiacciai pleistocenici, al collegamento con sistemi di faglie e fratture subverticali, caratterizzate da direzione d'immersione prevalente verso Nord-Ovest e legate a deformazioni neotettoniche di tipo fragile. In particolare in quest'area è stata riscontrata la presenza di almeno tre sistemi di discontinuità e localmente di discontinuità ad orientazione random ed inclinazione variabile.



**Figura 5.11 - Stralcio geologico della zona delle Interconnessioni di Ponte Gardena**

## 5.2 GEOMORPHOLOGISCHE EINORDNUNG

Das hydrographische Hauptelement des vermessenen Gebiets ist der Fluss Eisack, ein bedeutender Linkszulauf der Etsch, in die er sich auf der Höhe von Bozen ergießt. Im untersuchten Gebiet weisen die Abhänge oberhalb des Eisack durchschnittlich eine ausgeprägte Steigung auf. Entsprechende Form haben die Abhänge von Villnöss und Schalderer Bach, den Hauptzuflüssen des Eisack im untersuchten Gebiet. Die Landschaft ist daher allgemein durch steiles Gelände mit lokalen Gefällewechselln in Verbindung mit fluvioglazialen Sedimenten gekennzeichnet.



**Abbildung 5.12 – Orographisch linker Talhang zum Eisack: das wechselnde Gefälle in Verbindung mit den terrassierten fluvioglazialen Sedimenten ist offensichtlich**

Der Talgrund des Eisack ist durch teils aktives, teils altes Schwemmland gekennzeichnet. An der Mündung der größeren, quer zum Eisack verlaufenden Täler sind Schuttkegel zu erkennen. Hinsichtlich der Morphologie gravitativer Prägung ist auf einen erheblichen Unterschied zwischen dem Nord- und Südsektor des untersuchten Gebiets hinzuweisen. Letzterer erscheint in der Tat von komplexen Erdbebenphänomenen betroffen zu sein, insbesondere der Nordteil der Ortschaft Waidbruck. Im Nordsektor scheinen die Erdbebenscheinungen weniger stark ausgeprägt zu sein und haben stark variable Abmessungen, die in einigen Fällen dennoch erheblich ausfallen (ausgedehnte Einstürzerscheinungen südlich von Franzensfeste). Nicht zu vernachlässigen erscheinen ferner die von Schutt bedeckten Bereiche der Abhänge, die in einigen Fällen das Entstehen von debris flow (Schuttströmen) gespeist zu haben scheinen. Letztere, im Ruhezustand befindliche Ablagerungen wurden auch in der Nähe von Siedlungsgebieten wie Brixen und Franzensfeste beobachtet.



## 5.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'elemento idrografico principale del territorio rilevato è rappresentato dal fiume Isarco, importante tributario di sinistra del fiume Adige, in cui confluisce all'altezza di Bolzano. All'interno dell'area in studio i versanti che insistono sull'Isarco presentano una elevata acclività media; forma analoga hanno quelli che caratterizzano il rio Funes e il rio Scaleres, principali affluenti dell'Isarco nella zona indagata. Il paesaggio si presenta quindi caratterizzato da una elevata acclività media, con locali cambi di pendenza legati alla presenza di depositi fluvio-glaciali.



**Figura 5.12 - Versante in sinistra idrografica del fiume Isarco: è evidente il cambio di pendenza legato ai depositi fluvioglaciali terrazzati**

Il fondovalle del fiume Isarco è caratterizzato da alluvioni da attive sino ad antiche, e allo sbocco delle maggiori valli ad esso trasversali si rilevano conoidi alluvionali. Per quanto riguarda le morfologie di tipo gravitativo si segnala una rilevante differenza tra il settore settentrionale e meridionale dell'area indagata; quest'ultimo appare infatti come un settore interessato da fenomeni franosi complessi, in particolare la parte a nord dell'abitato di Ponte Gardena; nella parte settentrionale i fenomeni di tipo franoso sono meno sviluppati e hanno dimensioni molto variabili, in alcuni casi comunque ragguardevoli (estesi fenomeni di crollo a sud di Fortezza). Non trascurabili risultano le porzioni di territorio coperte da detrito di versante, che in alcuni casi sembra anche aver alimentato la formazione di colate riconducibili a meccanismi di debris-flow. Questi ultimi depositi, in stato di quiescenza, sono stati osservati anche in prossimità di zone abitate, come Bressanone e Fortezza.

### 5.3 GEOTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER GESTEINSMASSEN

Angesichts der Komplexität der von der Realisierung des Bauwerks betroffenen geologischen Gebilde sowie angesichts der Art des Bauwerks, bei dem ein Großteil der Trasse im Tunnel verlaufen soll, wurde im Rahmen der Ausarbeitung des Einreichprojekts eine Untersuchung der geotechnischen Eigenschaften der durchquerten Gesteinsmassen für angebracht erachtet.

Die Messung der Parameter für die geomechanische Charakterisierung der Gesteinsgefüge erfolgte an 39 Messstationen für Geostrukturen. Bei der Standortwahl für die Messstationen galt das Kriterium, dass Daten zu allen zutagestreichenden Lithologien erhalten werden sollten und zugleich eine gleichmäßige Probenentnahme im gesamten Gebiet erfolgen sollte. Besondere Aufmerksamkeit wurde den Tunneleingangsbereichen gewidmet, an denen die Messstationen gehäuft angebracht wurden. Die Probenentnahme wurde zugleich durch die diffuse Ausdehnung quartärer Überlagerungen bestimmt, welche die Abhänge des Eisacktals prägen.

In der Formation des Brixner Granits wurden 6 geomechanische Messstationen in der Umgebung der Siedlung von Franzensfeste untergebracht, die entsprechend der Einstufungen von Bieniawski („RMR“ – 1989) und Barton („Q“ – 1974) folgende Resultate ergaben:

**Tabelle 5.1– Geomechanische Stationen in der Brixner Granit-Formation**

Stendimento	RMR	Qualità ammasso RMR	Q	Qualità ammasso Q
2N	85	Buona	7,8	Mediocre
4N	80	Buona	5,3	Mediocre
6N	72	Buona	7	Mediocre
7N	87	Buona	5,3	Mediocre
23N	70	Buona	7,8	Mediocre
24N	72	Buona	8,9	Mediocre

Die untersuchten Granitgesteinsmassen sind durch drei offensichtliche Kluftsysteme gekennzeichnet, die entlang der Bahntrasse in der Nähe der Franzensfeste gut sichtbar sind.

Für die Brixner Phyllit-Formation, dem am häufigsten im untersuchten Gebiet zutagestreichenden Lithotyp, wurden 22 geomechanische Messstationen angelegt, die entsprechend der Einstufungen nach Bieniawski (1989) und Barton (1974) die in aufgeführten Daten ergeben haben.

Die Variabilität der Strukturtypen dieser Phyllit-Gesteinsmassen spiegelt sich in der Dispersion wieder, durch die deren Qualität aus geomechanischer Sicht gekennzeichnet ist. In der Tat sind die zutagestreichenden Teile, in denen der Quarzphyllit vorherrscht, meist durch höhere Werte der Rückprallzahl gekennzeichnet, die Klüfte treten weniger häufig und weniger weiträumig auf und sind meist enger. Deutlich phyllitische Lithotypen weisen hingegen durchschnittlich schlechtere mechanische Eigenschaften auf. In der Brixner Phyllit-Formation gibt es ein breites Spektrum der Variabilität bei den oben aufgeführten Strukturmerkmalen, welche die relative Dispersion der RMR- und Q-Werte rechtfertigt.

### 5.3 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Data la complessità dei complessi geologici interessati dalla realizzazione dell'intervento e data la tipologia di opera, che prevede di realizzare un tracciato in gran parte in galleria, nello sviluppo del progetto definitivo si è ritenuto opportuno condurre uno studio sulle caratteristiche geotecniche dei complessi attraversati.

Il rilievo dei parametri utili per la caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi è stato realizzato su 39 stazioni di misura geostrutturali. Il criterio che ha guidato la scelta dell'ubicazione delle stazioni di misura è stato quello di ottenere dati relativi a tutte le litologie affioranti, realizzando al contempo una campionatura omogenea dell'area in oggetto. Particolare attenzione è stata rivolta alle zone d'imbocco dove la frequenza di stazioni di misura è stato intensificato. La campionatura è stata al contempo condizionata dalla diffusa estensione delle coperture quaternarie che caratterizzano i versanti della Val d'Isarco.

Nella formazione dei Graniti di Bressanone sono state realizzate 6 stazioni geomeccaniche nelle aree limitrofe all'abitato di Fortezza che hanno fornito, secondo le classificazioni di Bieniawski ("RMR" - 1989) e Barton ("Q" - 1974) i seguenti risultati:

**Tabella 5.1 - Stazioni geomeccaniche eseguite nella Formazione dei Graniti di Bressanone**

Stendimento	RMR	Qualità ammasso RMR	Q	Qualità ammasso Q
2N	85	Buona	7.8	Mediocre
4N	80	Buona	5.3	Mediocre
6N	72	Buona	7	Mediocre
7N	87	Buona	5.3	Mediocre
23N	70	Buona	7.8	Mediocre
24N	72	Buona	8.9	Mediocre

Gli ammassi rocciosi di granito indagati appaiono caratterizzati da tre evidenti sistemi di discontinuità, ben visibili lungo il tracciato ferroviario nei pressi della rocca di Fortezza.

Nel caso della Formazione delle Filladi di Bressanone, litotipo maggiormente rappresentato in affioramento nell'intera area in esame, sono state realizzate 22 stazioni geomeccaniche, che hanno fornito secondo le classificazioni di Bieniawski (1989) e Barton (1974) i risultati riportati in Tabella 5.2.


La variabilità delle tipologie strutturali degli ammassi rocciosi costituiti da filladi si riflette sulla dispersione che caratterizza la loro qualità dal punto di vista geomeccanico. Infatti le porzioni d'affioramento in cui prevalgono le filladi quarziche sono generalmente caratterizzate da più alti valori del n° di rimbalzo, le discontinuità hanno minore frequenza, minore persistenza e si presentano generalmente più chiuse. I litotipi francamente filladici presentano invece caratteristiche meccaniche mediamente peggiori. Nella Formazione delle Filladi di Bressanone esiste una vasta gamma di variabilità delle caratteristiche strutturali sopra elencate che giustificano la relativa dispersione dei valori di RMR e Q.

Tabelle 5.2– Geomechanische Stationen in der Brixner Phyllit-Formation

Stendimento	RMR	Qualità ammasso - RMR	Q	Qualità ammasso - Q
1N	59	Discreta	3	Scadente
3N	68	Discreta	2,2	Scadente
12N	58	Discreta	2,4	Scadente
14N	71	Buona	5,2	Mediocre
15N	56	Discreta	0,7	Molto scadente
16N	74	Buona	3,7	Scadente
19N	72	Buona	8,5	Mediocre
21N	53	Discreta	0,4	Molto scadente
22N	50	Scadente / Discreta	0,9	Molto scadente
BR1	71	Buona	2,2	Scadente
BR2	68	Discreta	3,3	Scadente
BR7	72	Buona	4,4	Mediocre
BR8	74	Buona	4	Scadente / Mediocre
BR11	68	Discreta	2,5	Scadente
BR13	73	Buona	2,2	Scadente
BR14	65	Discreta	6,1	Mediocre
BR18	62	Discreta	5,8	Mediocre
BR21	73	Buona	4	Scadente / Mediocre
BR22	69	Discreta	2,5	Scadente
BR24	73	Buona	2,7	Scadente
BR25	81	Buona	9	Mediocre
BR27	63	Discreta	3	Scadente

**Tabella 5.2 - Stazioni geomeccaniche eseguite nella Formazione delle Filladi di Bressanone**

Stendimento	RMR	Qualità ammasso - RMR	Q	Qualità ammasso - Q
1N	59	Discreta	3	Scadente
3N	68	Discreta	2,2	Scadente
12N	58	Discreta	2,4	Scadente
14N	71	Buona	5,2	Mediocre
15N	56	Discreta	0,7	Molto scadente
16N	74	Buona	3,7	Scadente
19N	72	Buona	8,5	Mediocre
21N	53	Discreta	0,4	Molto scadente
22N	50	Scadente / Discreta	0,9	Molto scadente
BR1	71	Buona	2,2	Scadente
BR2	68	Discreta	3,3	Scadente
BR7	72	Buona	4,4	Mediocre
BR8	74	Buona	4	Scadente / Mediocre
BR11	68	Discreta	2,5	Scadente
BR13	73	Buona	2,2	Scadente
BR14	65	Discreta	6,1	Mediocre
BR18	62	Discreta	5,8	Mediocre
BR21	73	Buona	4	Scadente / Mediocre
BR22	69	Discreta	2,5	Scadente
BR24	73	Buona	2,7	Scadente
BR25	81	Buona	9	Mediocre
BR27	63	Discreta	3	Scadente

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 5.4 HYDROGEOLOGISCHE EINORDNUNG

Im Rahmen des Einreichprojekts für das geprüfte Bauwerk wurde eine geologisch-hydrogeologische Studie zur Erfassung des betroffenen hydrogeologischen Systems entwickelt.

Besondere Aufmerksamkeit galt den Bedingungen der Zirkulation sowohl von Oberflächengewässern als auch von Grundwasser, indem die chemischen und chemisch-physikalischen Parameter der Wasserstellen untersucht wurden, die sowohl vom Gesichtspunkt der öffentlichen Nutzung als auch vom geologischen Standpunkt aus als bedeutend eingestuft wurden. Es wurden die möglichen Auswirkungen des Tunnelausbruchs auf Quellen und Oberflächengewässer erforscht, es wurden Gebiete für Minderungsmaßnahmen abgesteckt und die möglichen Störungen hydrogeologischer Kreisläufe in der Nähe des Trassenverlaufs bestimmt, indem eine Schätzung möglicher Drainagemengen der Tunnel vorgenommen wurde.

Das Gebiet, das Gegenstand der Studie sein sollte, wurde definiert, indem versucht wurde, die möglichen Ein- und Ausgänge aus dem System aufzuzeichnen, wobei als Bedingung für die Umgrenzung des hydrogeologischen Modells die beiden bedeutendsten betroffenen hydrologischen Becken verwendet wurden. Das erste bezieht sich auf einen Teil des Eisack-Beckens, das zweite auf das Becken des Villnösser Bachs. Aus hydrologischer Sicht fließt der Villnösser Bach in den Eisack ein, während die beiden Becken aus hydrogeologischer Sicht durch eine spröde Struktur verbunden sind, welche als Villnösser Linie bekannt ist. Die Grenzen des Gebiets sind die Siedlung Franzensfeste im Norden und der Grödner Bach im Süden, während sie im Osten mit der Grenze des Beckens des Villnösser Bachs und im Westen mit der des Eisack-Beckens übereinstimmen.

Das erste erkundete Becken mit der Siedlung Franzensfeste als Nordgrenze und der Gemeinde Waidbruck als Südgrenze ist Teil des ausgedehnteren hydrologischen Eisack-Beckens. Darin unterscheiden sich folgende Unterbecken mit erheblicher Bedeutung für diese Studie aufgrund des Vorhandenseins von bevorzugten Drainageströmen: Unterbecken Vahrn (Nord und Süd), Unterbecken Brixen, Unterbecken Schnauderer, Unterbecken Lajen, Unterbecken Klausen.

In oben genanntem hydrogeologischem Becken erfolgt der Oberflächenabfluss vorwiegend in Südrichtung durch den Eisack, der auch als Drainage für das Wasser aus der Tiefe dient. Die wichtigsten Zuflüsse verlaufen im Grund einer Reihe von Tälern, die quer zum Eisacktal liegen, welche auf das Vorhandensein spröder Linien in WNW-OSO-Richtung und NO-SW-Richtung zurückzuführen sind, welche entsprechende Wasserflussrichtungen in der Tiefe erzeugen.

Das erste quer zum Eisack verlaufende Becken mit erheblicher Bedeutung ist das Unterbecken Vahrn. Der Hauptabfluss erfolgt über den Schalderer Bach, der das Oberflächen- und Grundwasser dieses Beckens auffängt, da er entlang einer Ost-Westlinie angelegt ist, welche die Lineamente der kleineren Täler abführt. Insbesondere wurden diese spröden Strukturen entlang des Schalderer Tals erfasst, wo sie in einigen Fällen Öffnungen mit über 3 m Weite aufweisen.

Ein Stück weiter nördlich im Schalderer Tal sind an den Süd- und Nordhängen des Scheibenbergs (Unterbecken Vahrn Nord) einige spröde Linien und insbesondere auf Höhe des Orts Franzensfeste direkte Brüche vorhanden, die mit einer Phase tektonisch-gravitativen Einsturzes verbunden sind. Die Brüche, die Vorzugsrichtungen für die unterirdischen Wasserströme erzeugen, haben generell die Richtung N-S oder NNO-SSW.

Weiter nach Süden gelangt man entlang des orographisch rechten Eisackufers zum Unterbecken Brixen: Die beiden Drainagebäche der oberflächlichen Gewässer - Bären Bach und Tilser Bach – sind ebenfalls auf spröden Strukturen angelegt, was zu dem Schluss verleitet, dass der Strom auch in der Tiefe fließt. Aus geologischer Sicht streichen ausgedehnte Quarz-Phyllit-Bereiche mit offensichtlich spröder Verformungsstruktur zutage. Insbesondere im Osten von Pairdorf streicht ein ausgedehnter,

## 5.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'ambito del progetto definitivo dell'opera in esame, è stato sviluppato uno studio geologico-idrogeologico finalizzato alla comprensione del sistema idrogeologico interessato dall'opera.

Particolare riguardo è stato posto alle condizioni di circolazione sia superficiale sia profonda delle acque di falda, studiando i parametri chimici e chimico-fisici dei punti d'acqua ritenuti significativi dal punto di vista pubblico e dal punto di vista geologico. Sono stati ricercati gli eventuali possibili effetti indotti dallo scavo delle gallerie sulle sorgenti e sulle acque superficiali, sono state individuate le aree di mitigazione e le potenziali interferenze con i circuiti idrogeologici prossimi all'asse del tracciato effettuando una stima sulle eventuali portate drenate dalle gallerie.

L'area oggetto dello studio è stata definita cercando di delineare le possibili entrate ed uscite dal sistema utilizzando come condizioni al contorno del modello idrogeologico i due bacini idrologici più importanti interessati dall'opera; il primo fa riferimento ad una parte del bacino del fiume Isarco, il secondo si riferisce al bacino del Rio Funes. Idrologicamente il bacino del Rio Funes affluisce in quello del fiume Isarco mentre idrogeologicamente la connessione tra i due bacini è data dalla struttura fragile nota come faglia di Funes. I limiti dell'area coincidono con l'abitato di Fortezza a nord e con il Rio Gardena a sud, mentre ad Est collimano con il limite di bacino del Rio Funes ed ad Ovest con il limite di bacino del fiume Isarco.


Il primo bacino preso in considerazione, con limite nord il comune di Fortezza e limite sud il comune di Ponte Gardena, è parte del più vasto bacino idrologico del Fiume Isarco. In esso si distinguono i seguenti sotto bacini, di rilevante importanza ai fini del corrente studio per la presenza di flussi di drenaggio preferenziali: sotto bacino di Varna (nord e sud); sotto bacino di Bressanone; sotto bacino di Snodres; sotto bacino di Laion; sotto bacino di Chiusa.

Nel suddetto bacino idrogeologico il deflusso superficiale principale è svolto in direzione sud dal Fiume Isarco, che funge anche da drenaggio per le acque profonde. Gli affluenti principali scorrono alla base di una serie di valli impostate in direzione perpendicolare alla valle dell'Isarco, correlabili all'esistenza di lineamenti fragili a direzione WNW-ESE e NE-SW che generano direzioni di flusso idrico profondo.

Il primo bacino di importanza rilevante, a direzione perpendicolare rispetto il fiume Isarco, è il sotto bacino di Varna. Il deflusso principale è dato dal Rio Scaleres che raccoglie le acque superficiali e profonde di questo bacino in quanto impostato su un lineamento Est-Ovest che drena i lineamenti delle valli più piccole. In particolare tali strutture fragili sono state rilevate lungo la Val Scaleres e in alcuni casi mostrano aperture superiori ai 3 metri.

Poco più a nord della Val Scaleres, sui versanti meridionale e settentrionale del Monte Bersaglio (sotto bacino Varna nord), sono presenti alcuni lineamenti fragili e, in particolare all'altezza del paese di Fortezza, faglie dirette legate ad una fase di collasso tettono-gravitativo. Le faglie che generano degli scorrimenti preferenziali di flusso idrico profondo hanno una generale direzione N-S o NNE-SSW.

Procedendo più a sud, lungo il versante in destra idrografica del Fiume Isarco, si rinviene il sotto bacino di Bressanone: i due torrenti di drenaggio idrico superficiale, il Rio dell'Orso e il Rio di Tiles, sono anch'essi impostati su strutture di tipo fragile, facendo supporre che il flusso sia anche di tipo profondo. Geologicamente affiorano estese porzioni di filladi quarzifere con evidenti strutture deformative fragili, in

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

entgegengesetzt verlaufender Bruch mit zahlreichen kinematischen Indikatoren und kombinierten Brüchen zutage.

Noch weiter südlich auf der rechten Eisackseite stößt man auf einen weiteren Bach, der auf einer bedeutenden Strukturlinie verläuft: der Schnauderer Bach.

Ein weiterer wichtiger oberflächlicher Wasserstrom ist vom Wegerbach und vom Tinnebach gegeben, die oberflächliches und unterirdisches Wasser des Unterbeckens Klausen sammeln.

Das zweite wichtige berücksichtigte Becken ist der Villnösser Bach, welcher nach dem Eisack den wichtigsten oberflächlichen Drainagefluss darstellt. Das Becken liegt orografisch auf der linken Seite des Eisack und sammelt sowohl das oberflächliche als auch das unterirdische Wasser des gesamten Villnösser Tals. Der Villnösser Bach liegt auf einem Lineament mit regionaler Bedeutung, das unter dem Namen Villnösser Linie bekannt ist. Wie bereits erwähnt, besteht die Villnösser Linie aus einer bedeutenden Deckenüberschiebung mit NW-Richtung, deren Sprung mit Sicherheit im Ostteil größer ist, wo diese Linie den Kontakt zwischen metamorphem Kern im Hangenden mit den triassischen Dolomiten im Liegenden herstellt. In dem am nächsten an der Trasse liegenden Sektor besteht die Villnösser Linie aus einem Trennstreifen, der durch eine Reihe von umgekehrten Brüchen besteht, die in der Umgebung von Gufidaun bis zu einigen Sektoren auf der rechten Uferseite des Eisack erfasst worden sind.

Die hydrodynamische Bedeutung dieses Lineaments tritt offensichtlich auch aus einer Analyse der erhobenen geochemischen Daten zutage: Diese weisen in der Tat darauf hin, dass in jener Gegend eine Mischung zwischen oberflächlichem und unterirdischem Wasser auftritt.

Im Innern der erforschten Becken sind ausgedehnte quartäre Schuttablagerungen vorhanden, die sowohl aus alten als auch neueren Anschwemmungen, Moränen, Hangschutt und Geröll bestehen. Der Durchlässigkeitsgrad dieser Materialien ist generell hoch und die Permeabilität ist primärer Art, d.h. aufgrund ihrer Porosität. Nur alte Anschwemmungen können, trotz ihrer allgemeinen Durchlässigkeit, gewisse Unterschiede im Verhalten aufweisen. Der Hangschutt ist normalerweise kennzeichnend für große Höhenlagen, während weiter unten Moränen und mehr oder weniger terrassierte fluviale Sedimente vorherrschen. Besonders bedeutend sind die Schwemmsedimente der Gebiete am Talgrund des Eisack, welche hingegen am Talgrund des Beckens des Villnösser Bachs eine weniger wichtige Rolle einnehmen. Bedeutend im Hinblick auf Ausdehnung und Mächtigkeit sind auch die fluvioglazialen Ablagerungen im Bereich Vahrn-Schabs im Gebiet nördlich von Latzfons östlich und westlich von St. Peter im Villnösser Tal.

Die quartären Ablagerungen stellen wasserführende Schichten dar, die in der Lage sind, als Speichergestein für das Grundwasser zu wirken. Ein guter Teil der im untersuchten Gebiet vorhandenen Quellen wären als oberflächliche Geröllquellen mit wasserundurchlässiger Umgrenzung durch die Gesteinsunterlage einzustufen. Aufgrund des vorsichtigen Grundansatzes wurde jedoch oftmals die – wenn auch geringe – Möglichkeit in Betracht gezogen, dass eine Beeinflussung durch tiefere Flüsse vorliegen mag. Es ist nicht auszuschließen, dass in einigen Fällen das oberflächliche Grundwasser in Verbindung zu tieferen Gewässern steht, die von den wasserführenden Schichten des Untergrunds beherbergt werden. So können in der Tat die quartären Speicher den oberflächlicheren Teil der Unterschichten sättigen, welche ihrerseits in stärker gebrochenen Bereichen eine ständige Speisung für das oberflächliche Grundwasser darstellen können.

Anders als bei quartären Schuttablagerungen steht die Leitfähigkeit der Gesteinsgefüge in den Unterschichten zumeist in Verbindung mit der Präsenz von Vorzugsrichtungen des Drainageflusses, gleich ob diese ebenflächig oder linear verlaufen (Verwerfungen und horizontale Störlinien). Hierbei ist daran zu erinnern, dass die Böden der Unterschichten größtenteils eine geringe, wenn nicht völlig fehlende, primäre Permeabilität aufweisen.



particolare a est di Perara affiora una estesa faglia inversa con numerosi indicatori cinematici e faglie coniugate.

Ancora più a sud, sempre in destra idrografica del Fiume Isarco, ritroviamo un altro torrente impostato su importanti lineamenti strutturali: il Rio Snodres.

Altro importante flusso idrico superficiale è dato dal fiume Santegger e dal torrente Tina che raccolgono le acque superficiali e profonde del sotto bacino di Chiusa.


Il secondo importante bacino preso in considerazione è il bacino del Rio Funes che rappresenta il più importante flusso di drenaggio idrico superficiale dopo il fiume Isarco. Il bacino si sviluppa in sinistra idrografica rispetto al fiume Isarco e raccoglie le acque di provenienza sia superficiale che profonda dell'intera Val di Funes. Il Rio Funes si imposta su un lineamento ad importanza regionale noto come lineamento di Funes. Come già detto, il lineamento di Funes, è costituito da un'importante sovrascorrimento con vergenza NW il cui rigetto è sicuramente maggiore nella sua parte più orientale, dove tale linea mette in contatto il basamento metamorfico, al tetto, con le Dolomie triassiche a letto. Nel settore più vicino al tracciato, la linea di Funes è rappresentata da una fascia di taglio costituita da una serie di faglie inverse riconosciute nei dintorni di Gudon sino ad alcuni settori in destra idrografica del fiume Isarco.

L'importanza idrodinamica di tale lineamento appare evidente anche da un'analisi dei dati geochimici raccolti; tali dati evidenziano infatti come in quella zona siano presenti fenomeni di mescolamento tra acque superficiali e acque di natura più profonda.

All'interno dei bacini esaminati sono ampiamente presenti depositi detritici quaternari costituiti da alluvioni antiche e recenti, morene, detriti di versante e depositi colluviali. Il grado di permeabilità di tali materiali è generalmente elevato e la permeabilità è di tipo primario, cioè per porosità. Solo le alluvioni antiche, pur sempre permeabili, possono mostrare una certa varietà di comportamento. Il detrito di versante solitamente caratterizza le alte quote, mentre a quote inferiori prevalgono le morene ed i depositi fluviali più o meno terrazzati. Particolarmente importanti sono i depositi alluvionali delle aree di fondovalle del Fiume Isarco che invece assumono un ruolo meno importante nelle aree di fondo valle del bacino della valle di Funes. Significativi per estensione e potenza sono anche i depositi fluvioglaciali dell'area Varna – Sciaves, dell'area a nord di Lazfons, nelle aree ad Est ed a Ovest di San Pietro nella Val di Funes.

I depositi quaternari costituiscono corpi acquiferi in grado di fungere da roccia magazzino per falde idriche. Buona parte delle sorgenti presenti all'interno della zona in studio sarebbero da classificare come sorgenti superficiali da detrito con interfaccia impermeabile rappresentata dal substrato roccioso; tuttavia in virtù di un approccio di tipo cautelativo è stato spesso considerata, seppur di minima importanza, una possibile influenza da parte di flussi più profondi. Non è da escludere che in alcuni casi le falde superficiali possano essere in contiguità con le falde idriche ospitate dai corpi acquiferi del substrato. Da un lato infatti i depositi quaternari possono saturare la parte superficiale del substrato e questo a sua volta, laddove maggiormente fratturato, può rappresentare una probabile ricarica continua delle falde superficiali.

Diversamente dai depositi detritici quaternari la conducibilità degli ammassi rocciosi del substrato è generalmente legata alla presenza di direttrici di flusso di drenaggio preferenziali, siano essi planari o lineari (faglie e orizzonti di fratturazione). È il caso di ricordare in questa sede che i terreni del substrato presentano, nella maggior parte dei casi, una scarsa se non nulla permeabilità di tipo primario.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Der unterirdische Wasserabfluss wird daher durch die sekundäre Permeabilität bestimmt, deren Maß direkt vom Störungsgrad und den Verbindungen der Bruchsysteme untereinander abhängt, die in dieser Hinsicht als Fördermittel der Hauptflussrichtung wirken.

Die Variabilität der geologischen Formationen im erforschten Gebiet wurde in hydrogeologischer Hinsicht neu eingestuft sowohl mittels vor Ort vorgenommenen Permeabilitätstests bei geologischen Probebohrungen, als auch durch die Bewertung der Durchlässigkeit, die sich aus geomechanischen Analysen ableiten lässt, ebenso wie anhand von Daten aus der Fachliteratur. Im untersuchten Bereich wurden 12 hydrogeologische Komplexe vorgefunden.

Die vorgefundenen Komplexe lassen sich anhand ihres gleichmäßigen hydrogeologischen Verhaltens, anhand der Kennzeichnung durch einen Typ von primärer, sekundärer oder gemischter Permeabilität sowie anhand eines relativen Durchlässigkeitsgrads, der im Bereich einer engen Variationsbreite liegt, unterscheiden (Civita, 2005).

Diese sind:

- Komplex mit primärer Permeabilität (P - primär), Durchlässigkeit der quartären Ablagerungen;
- Komplex mit Durchlässigkeit durch Bruch, nicht karbonatisch (NCF – nicht carbonatisch, frakturiert): dabei handelt es sich um den im Untersuchungsgebiet am stärksten verbreiteten hydrogeologischen Komplex und vor allem um denjenigen, der am häufigsten von der Tunneltrasse vorgefunden wird;
- karbonatischer Komplex mit Permeabilität durch Bruch und Karst (CFC – karbonatisch, frakturiert und Karst), im östlichsten Teil des Villnösser Tals vorhanden;
- Hydrogeologischer Komplex in karbonatischen Ablagerungen, die nur durch Bruch durchlässig sind (CF – karbonatisch frakturiert);
- Komplex mit gemischter Permeabilität (M – mixed), mit Eigenschaften sowohl primärer als auch sekundärer Durchlässigkeit (entspricht im Grund den Konglomerat-Formationen von Richthofen und Waidbruck sowie den Konglomeraten und Sandsteinen, die vor allem südlich des Villnösser Tals anzutreffen sind).

Anhand einer kurzen Flussanalyse kann festgestellt werden, dass im nördlichen Sektor beim Scheibenberg im Brixner Granit die Hauptflussrichtung, die an Systeme aus gestörten Komplexen gebunden ist, der Nord-Ost-Richtung folgt, während Flusssysteme, die auf porösen Komplexen beruhen, der Süd-Südost-Richtung folgen.

Weiter im Süden ist das Schalderer Tal durch Flüsse charakterisiert, die aus gestörten Komplexen entstanden sind, welche auf den Hauptlinienführungen liegen, die die unterirdischen Wässer zum Schalderer Bach hin führen. Die weiter westlich liegenden Teile des Schalderer-Bach-Beckens (Kalberberg und Schaldererjoch) ist durch Gebiete mit zahlreichen Quellen gekennzeichnet, die an Flüsse gebunden sind, die auf poröse Komplexe zurückzuführen sind. Im Zentralteil des Beckens auf Höhe der Ortschaft Schalderer sind hingegen Gebiete mit zahlreichen Quellen vorhanden, die in Verbindung mit Flüssen stehen, die auf gestörte Komplexe zurückzuführen sind.

Der Streifen, der ungefähr von Brixen bis zur Einmündung des Villnösser Bachs in den Eisack reicht, ist durch sowohl aus der Tiefe geförderte als auch aus porösen Komplexen stammende Ströme charakterisiert, die quer zum Eisacklauf angelegt sind. In diesem Sektor wurden an den Osthängen des Hundskopfs und im Anfangsabschnitt des Schnauderer Bachs Gebiete mit zahlreichen Quellen erfasst, die in Verbindung mit gestörten Komplexen stehen.

Im Norden von Latzfons im Unterbecken des Klaus Bachs sind Flussrichtungen vorhanden, die südwärts verlaufen, um anschließend abzuwenden und sich quer zum Eisack auszurichten. Hier sind Gebiete mit

Il deflusso idrico sotterraneo è dunque determinato da permeabilità di tipo secondario, la cui entità è strettamente dipendente dal grado di fratturazione e dall'interconnessione dei sistemi di fratture che generano in tal senso la veicolazione delle direttrici principali del flusso.

La variabilità delle formazioni geologiche presenti nell'area in studio è stata riclassificata, in senso idrogeologico, sia tramite prove di permeabilità in situ in sondaggi geognostici, sia attraverso le valutazioni sulla permeabilità deducibili dall'analisi geomeccanica, sia grazie a dati di letteratura. Nell'area studiata sono stati individuati 12 complessi idrogeologici.

I complessi individuati si distinguono per avere comportamento idrogeologico omogeneo, per essere caratterizzati da un tipo di permeabilità primario o secondario o tipo misto, e da un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto (Civita, 2005).

I complessi identificati sono:


- complesso a permeabilità primaria (P - Primaria), permeabilità presente nei depositi quaternari;
- complesso a permeabilità per fratturazione, non carbonatico (NCF – Non Carbonatico Fratturato): è il complesso idrogeologico maggiormente presente nell'area di studio e, soprattutto, il complesso idrogeologico che viene in prevalenza interessato dal tracciato delle gallerie;
- complesso carbonatico a permeabilità per fratturazione e carsismo (CFC - Carbonatico Fratturazione e Carsismo), presente nelle parti più ad Est della Val di Funes;
- complesso idrogeologico in depositi carbonatici permeabili per sola fratturazione (CF – Carbonatico Fratturato);
- complesso a permeabilità mista (M – Mista), con caratteristiche di permeabilità sia primaria che secondaria (corrispondente essenzialmente alle formazioni conglomeratiche di Richtofen, di Ponte Gardena e ai conglomerati e arenarie presenti soprattutto a sud della Val di Funes).

Effettuando una breve analisi dei flussi è possibile dire che nel settore settentrionale, in corrispondenza del M. Bersaglio, sul Granito di Bressanone, le direzioni principali del flusso legate a sistemi derivanti da complessi fratturati seguono la direzione verso nord-est mentre le direzioni legate a sistemi di flusso derivanti da complessi porosi seguono direzione verso sud sud-est.

Più a sud, la Val Scaleres è caratterizzata da flussi, derivanti da complessi fratturati, impostati sulle principali lineazioni che drenano le acque sotterranee verso il rio Scaleres. La porzione più a ovest del bacino del rio Scaleres (Monte dei Vitelli e dosso di Scaleres) è caratterizzata da aree a sorgenti diffuse che sono legate a flussi derivanti da complessi porosi. Nella porzione centrale del bacino, all'altezza della frazione di Scaleres, sono presenti invece aree a sorgenti diffuse legate a flussi derivanti da complessi fratturati.

La fascia si snoda all'incirca da Bressanone allo sbocco del rio Funes nel fiume Isarco è caratterizzata da flussi, sia ad estrazione profonda che derivanti da complessi porosi, che si impostano in maniera perpendicolare al fiume Isarco. In questo settore sono state riconosciute aree a sorgenti diffuse legate a complessi fratturati, sulle pendici orientali del M. Cane e nella porzione iniziale del torrente Snodres.

A nord di Lazfons, all'interno del sotto-bacino di Chiusa sono presenti delle direttrici del flusso che hanno andamento verso sud per poi successivamente ruotare ed impostarsi in direzione perpendicolare all'Isarco. In questa area sono state riconosciute aree a sorgenti diffuse derivanti da complessi porosi legati alle notevoli coperture quaternarie affioranti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

zahlreichen Quellen erfasst worden, die von porösen Komplexen stammen und in Zusammenhang mit den erheblichen zugastreichenden quartären Überlagerungen stehen.

Im Villnösser Tal wird die Flussrichtung, wie bereits erwähnt, durch die bedeutende tektonische Linie bestimmt, entlang der das ganze Tal ausgerichtet ist. Dieses Element leitet zum Eisack hin ab, indem die Wasser gesammelt werden, die im Innern des Villnösser Beckens entlang der Nebentäler mit ungefähre N-S-Ausrichtung fließen.

Im Sektor zwischen Freins und Lajen verläuft der aus gestörten Komplexen abgeleitete Wasserstrom erneut in Querrichtung zum Eisack. Weiter nach Süden im Gebiet zwischen Waidbruck und Lajen gehen die Wasserströme von Querrichtung zum Eisack zu einem nach Süden ausgerichteten Verlauf über. Dies ist auf eine Reihe von Brüchen zurückzuführen, die kennzeichnend für dieses Gebiet sind, das tiefe gravitative Verformungen erfahren hat. Die Wasser der Quellen unterscheiden sich durch eine aus geochemischer Sicht hohe Reife, welche auf einen tieferen Fluss schließen lässt.

Zuletzt wurden im Gebiet oberhalb des Ortsteils Villanders rechts des Eisack Gebiete mit zahlreichen Quellen erfasst, die Wasser zutage fördern, die wahrscheinlich sowohl von Flüssen aus gestörten Komplexen als auch von oberflächlichen Flüssen stammen.

## 5.5 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Es folgt eine Beschreibung der durchgeführten geologischen Messreihen, deren durch die oberflächlichen Vermessungen ergänzte Ergebnisse die Ausarbeitung des geologischen Bezugsmodells gestattet haben, das in den vorausgehenden Abschnitten beschrieben wurde.

Im Rahmen dieser Messreihe wurden sowohl direkte als auch indirekte Untersuchungen vorgenommen: Die direkten Untersuchungen umfassten als „tief“ definierte Probebohrungen (> 150 m Tiefe) und als „herkömmlich“ bezeichnete Bohrungen (< 150 m Tiefe). Die indirekten Untersuchungen bestanden aus geophysikalischen Messungen seismischer, elektrischer und magnetotellurischer Art.

### 5.5.1 Tiefensondierungen

Ab Oktober 2011 wurden 8 Tiefensondierungen durchgeführt, 3 davon am Schalderer Tunnel, 2 am Grödner Tunnel, 1 am Fensterstollen Albeins und 2 an der Verknüpfung Waidbruck. Die größte erreichte Tiefe betrug 350 m. Im Bohrloch wurden Wasserdurchlässigkeitsversuche nach Lugeon (insgesamt 27), Dehnungstests (insgesamt 20) und Tests auf hydraulischen Grundbruch (insgesamt 17) vorgenommen. Ferner wurden bearbeitete/unversehrte Gesteinsproben (insgesamt 212) entnommen und für geotechnische Tests ins Labor eingeschickt: Im einzelnen wurden 105 Gewichtsbestimmungen pro Volumeneinheit, 29 Bestimmungen der Wichte, 64 Messungen der Schallgeschwindigkeit ( $V_p$  und  $V_s$ ), 98 einachsige Druckfestigkeitstests, davon 63 mit Messung der Verformung, 28 Triaxialversuche, 23 indirekte Zugfestigkeitstests, 21 Punktlasttests, 20 Schnittproben durchgeführt; ferner wurden 55 mineralogisch-petrographische Analysen in dünnen Schnitten und 3 diffraktometrische Untersuchungen vorgenommen.

Alle Bohrlöcher wurden über Piezometer mit offenem Rohr mit Messinstrumenten ausgerüstet.

Nella Val di Funes la direzione del flusso, come già detto, è dettata dall'importante lineamento tettonico su cui è impostata la valle. Tale elemento drena verso il fiume Isarco, raccogliendo le acque che all'interno bacino di Funes fluiscono seguendo valli secondarie ad orientamento circa N-S.

Nel settore tra Fraina e Laion il flusso idrico, derivante da complessi fratturati, è nuovamente perpendicolare al fiume Isarco. Continuando verso sud, nell'area tra Ponte Gardena e Laion i flussi idrici da perpendicolari all'Isarco passano ad un andamento verso sud. Questo è dovuto ad una serie di fratture caratterizzanti quest'area che è stata interessata da deformazione gravitativa profonda. Le acque delle sorgenti sono contraddistinte da una elevata maturità dal punto di vista geochimico che fa ipotizzare un flusso più profondo.

Infine nell'area a monte della frazione di Villandro, in destra Isarco, sono state individuate zone a sorgenti diffuse che portano a giorno acque presumibilmente provenienti sia da flussi derivanti da complessi fratturati sia da flussi superficiali.

## 5.5 INDAGINI SVOLTE

Si riporta di seguito la descrizione della campagna di indagini geognostiche effettuata, i cui risultati, integrati con i rilievi di superficie, hanno consentito di affinare il modello geologico di riferimento, descritto ai precedenti paragrafi..

Nel corso di tale campagna sono state eseguite sia indagini di tipo diretto che di tipo indiretto: le indagini di tipo diretto hanno previsto la perforazione di sondaggi definiti "profondi" (>150 di profondità) e sondaggi definiti "ordinari" (<150 m di profondità); le indagini di tipo indiretto hanno consistito in rilievi geofisici di tipo sismico, elettrico e magnetotellurico.

### 5.5.1 Sondaggi profondi

A partire dall'ottobre 2011 sono stati eseguiti 8 sondaggi profondi, dei quali 3 sulla galleria Scaleres, 2 sulla galleria Gardena, 1 sulla finestra di Albes e 2 sull'interconnessione di Ponte Gardena; la profondità massima raggiunta è stata di 350 m. In foro sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lugeon (in totale 27), prove dilatometriche (in totale 20) e prove di fratturazione idraulica (in totale 17). Sono stati inoltre prelevati campioni rimaneggiati/lapidei (in totale 212) successivamente inviati a laboratorio per prove geotecniche: nello specifico sono state eseguite 105 determinazioni del peso dell'unità di volume, 29 determinazioni del peso specifico, 64 misurazioni di velocità sonica (Vp e Vs), 98 prove di resistenza a compressione monoassiale di cui 63 con rilievo di deformazione, 28 prove triassiali, 23 prove di trazione indiretta, 21 point load test, 20 prove di taglio; sono state inoltre eseguite 55 analisi mineralogico-petrografiche in sezione sottile e 3 analisi diffrattometriche.

Tutti i fori sono stati strumentati con piezometro a tubo aperto.

Sondaggio	Opera	Lunghezza (m)	Prove in foro			Foro strumentato
			Lugeon	Dilatometrica	Fratturazione	
S2	Gal. Scaleres	240	x	x	x	piezometro
S4	Gal. Scaleres	275	x	x		piezometro
S7	Gal. Scaleres	230	x	x		piezometro
S8	Finestra Albes	245	x	x	x	piezometro
S12	Gal. Gardena	190	x	x	x	piezometro
S13	Gal. Gardena	350	x	x	x	piezometro
S16	Int. P. Gardena	205	x	x		piezometro
SPG1	Int. P. Gardena	300	x	x	x	piezometro

**Tabelle 5.3 – Synthese der durchgeführten Tiefensondierungen.**

### 5.5.2 Herkömmliche Sondierungen

Ab Anfang 2012 wurden auch Bohrungen für sogenannte herkömmliche Sondierungen mit einer Tiefe unter 150 m vorgenommen. Die Bohrungen erfolgten sowohl mittels Kernbohrung als auch mit Zerstörung des Bohrkerns.

Insgesamt wurden 32 Kernbohrungen vorgenommen, von denen 20 mit Piezometer ausgerüstet waren, 8 mit Neigungsmesser, 2 mit Gestänge zur Durchführung seismischer Versuche des Typs down-hole. Bei den Bohrungen wurde Bohrlochtests wie SPT, Druckmessversuche, Dehnungsmessungen, Tests nach Lefranc und Lugeon vorgenommen. Insgesamt wurden 177 SPT-Tests, 92 Druckmessversuche, 67 Dehnungsmessungen, 73 Versuche nach Lefranc, 70 Versuche nach Lugeon durchgeführt, wobei 276 nachträglich bearbeitete Proben und Proben in Steinform sowie 1 ungestörte Probe entnommen wurden. Die Proben wurden für geotechnische Versuche ins Labor eingeschickt: Im Einzelnen wurden 89 Gewichtsbestimmungen pro Volumeneinheit, 28 Bestimmungen der Wichte, 106 Messungen der Schallgeschwindigkeit ( $V_p$  und  $V_s$ ), 64 einachsige Druckfestigkeitstests, davon 52 mit Messung der Verformung, 25 Triaxialversuche, 41 indirekte Zugfestigkeitstests, 31 Punktlasttests, 3 Schnittproben an Fugen, 20 Bestimmungen der Atterberg'schen Grenzen, 118 Sieblinien, 3 Bestimmungen des Wassergehalts, 1 Bestimmung organischer Substanzen, 2 direkte Schnittproben durchgeführt; ferner wurden 55 mineralogisch-petrographische Analysen in dünnen Schnitten und 3 diffraktometrische Untersuchungen vorgenommen.

Von den genannten 32 Bohrlöchern liegen 12 im von der Verknüpfung Waidbruck betroffenen Gebiet verteilt.

Sondaggio	Opera	Lunghezza (m)	Prove in foro			Foro strumentato
			Lugeon	Dilatometrica	Fratturazione	
S2	Gal. Scaleres	240	x	x	x	piezometro
S4	Gal. Scaleres	275	x	x		piezometro
S7	Gal. Scaleres	230	x	x		piezometro
S8	Finestra Albes	245	x	x	x	piezometro
S12	Gal. Gardena	190	x	x	x	piezometro
S13	Gal. Gardena	350	x	x	x	piezometro
S16	Int. P. Gardena	205	x	x		piezometro
SPG1	Int. P. Gardena	300	x	x	x	piezometro

**Tabella 5.3 - Sintesi dei sondaggi profondi effettuati.**

### 5.5.2 Sondaggi Ordinari

A partire da inizio del 2012 si è svolta anche la perforazione dei cosiddetti sondaggi ordinari, ossia sondaggi di profondità inferiore ai 150 m. Sono state eseguite sia perforazioni a carotaggio continuo sia perforazioni a distruzione di nucleo.

In totale sono state realizzate 32 perforazioni a carotaggio continuo, di cui 20 attrezzate con piezometro, 8 con inclinometro, 2 con tubazioni per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole. Nei sondaggi sono state eseguite prove in foro quali SPT, prove pressiometriche, prove dilatometriche, prove Lefranc e Lugeon: in totale sono state eseguite 177 prove SPT, 82 prove pressiometriche, 67 prove dilatometriche, 73 prove Lefranc, 70 prove Lugeon; sono stati prelevati inoltre 276 campioni tra rimaneggiati e lapidei e 1 campione indisturbato. I campioni sono stati inviati a laboratorio per prove geotecniche: nello specifico sono state eseguite 89 determinazioni del peso dell'unità di volume, 28 determinazioni del peso specifico, 106 misurazioni di velocità sonica (Vp e Vs), 64 prove di resistenza a compressione monoassiale di cui 52 con rilievo di deformazione, 25 prove triassiali, 41 prove di trazione indiretta, 31 point load test, 3 prove di taglio su giunto, 20 determinazioni dei limiti di Atterberg, 118 granulometrie, 3 determinazioni di contenuto d'acqua, 1 determinazione di sostanza organica, 2 prove di taglio diretto; sono state inoltre eseguite 55 analisi mineralogico-petrografiche in sezione sottile e 3 analisi diffrattometriche.

Dei suddetti 32 fori, 12 sono distribuiti in corrispondenza della zona interessata dall'interconnessione di Ponte Gardena.

sondaggio	Opera/ubicazione	Lunghezza (m)	Prove in foro					Strumentazione
			SPT	Pressiom.	Dilat.	Lefranc	Lugeon	
C1	tratto all'aperto	40	x	x		x		piezom. Norton
C2	Gall. Scaleres	40			x		x	piezom. Norton
C3	int. Pari Fortezza	40	x	x	x	x	x	piezom. Norton
C4	Gall. Scaleres	131			x		x	piezom. Norton
C6	Gall. Scaleres	100			x		x	piezom. Norton
C7	Viadotto Isarco	70	x	x		x		piezom. Norton
C8	Viadotto Isarco	60	x		x		x	piezom. Norton
C22	Viadotto Isarco	50	x	x	x	x	x	doppio piez. Norton-Casag.
C9	Gall. Gardena	150			x		x	piezom. Norton
C10	Gall. Gardena	75			x		x	piezom. Norton
C11	Finestra Chiusa	50	x	x	x	x	x	doppio piez. Norton-Casag.
C12	Finestra Chiusa	120	x	x	x	x	x	piezom. Norton
C15	Finestra Aica	60	x	x		x		piezom. Norton
C16	Finestra Aica	60	x	x		x		piezom. Norton
C17	Finestra Aica	55	x	x		x		piezom. Norton
C18	Finestra Aica	60	x	x		x		piezom. Norton
C21	Finestra Aica	50	x	x		x		piezom. Norton
C19	Finestra Aica	55	x	x		x		tubo pvc per dh
C20	Finestra Aica	55	x	x		x		tubo pvc per dh
C25	int. P. Gardena	153			x		x	piezom. Norton

sondaggio	Opera/ubicazione	Lunghezza (m)	Prove in foro					Strumentazione
			SPT	Pressiom.	Dilat.	Lefranc	Lugeon	
V21	int. P. Gardena/A22	130	x	x	x	x	x	doppio piez. Casagrande
B2V11	int. P. Gardena/A22	110	x	x	x	x	x	inclinometro
B2V13	int. P. Gardena/A22	70	x	x	x	x	x	inclinometro
BV1	int. P. Gardena/A22	90	x	x		x	x	inclinometro
BV4p	int. P. Gardena/A22	90	x	x	x	x	x	piezom. Norton
BV5	int. P. Gardena/A22	70	x	x		x		inclinometro
BV6	int. P. Gardena/A22	80	x	x		x	x	inclinometro
C5	int. P. Gardena/A22	100	x	x	x	x	x	inclinometro
C23	int. P. Gardena/A22	50	x	x	x	x	x	inclinometro
CBV13	int. P. Gardena/A22	80	x		x	x	x	inclinometro
C26	int. P. Gardena/A22	40	x	x		x		-
C27	int. P. Gardena/A22	50	x	x	x	x	x	-

Tabelle 5.4 – Überblick der herkömmlichen Kernbohrungen

### 5.5.3 Geophysikalische Untersuchungen

Dazu gehören:

- Geoelektrische Tomographie
- Seismische Refraktionsprofile
- RE.MI-Tests (Mikrotremor)
- MASW-Tests
- Magnetotellurische Messungen
- Cross-Hole-Tests
- Down-Hole-Tests

Im Einzelnen wurden 22 geoelektrische Tomographien, 27 seismische Refraktionsprofile, eine magnetotellurische Messung an 12 ausgerichteten Messstationen, 10 MASW- und RE.MI-Tests, 5 Cross-Hole-Tests an drei Bohrlöchern und 2 Down-Hole-Tests durchgeführt.



RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 001	B	34 di 270

sondaggio	Opera/ubicazione	Lunghezza (m)	Prove in foro					Strumentazione
			SPT	Pressiom.	Dilat.	Lefranc	Lugeon	
C1	tratto all'aperto	40	x	x		x		piezom. Norton
C2	Gall. Scaleres	40			x		x	piezom. Norton
C3	int. Pari Fortezza	40	x	x	x	x	x	piezom. Norton
C4	Gall. Scaleres	131			x		x	piezom. Norton
C6	Gall. Scaleres	100			x		x	piezom. Norton
C7	Viadotto Isarco	70	x	x		x		piezom. Norton
C8	Viadotto Isarco	60	x		x		x	piezom. Norton
C22	Viadotto Isarco	50	x	x	x	x	x	doppio piez. Norton-Casag.
C9	Gall. Gardena	150			x		x	piezom. Norton
C10	Gall. Gardena	75			x		x	piezom. Norton
C11	Finestra Chiusa	50	x	x	x	x	x	doppio piez. Norton-Casag.
C12	Finestra Chiusa	120	x	x	x	x	x	piezom. Norton
C15	Finestra Aica	60	x	x		x		piezom. Norton
C16	Finestra Aica	60	x	x		x		piezom. Norton
C17	Finestra Aica	55	x	x		x		piezom. Norton
C18	Finestra Aica	60	x	x		x		piezom. Norton
C21	Finestra Aica	50	x	x		x		piezom. Norton
C19	Finestra Aica	55	x	x		x		tubo pvc per dh
C20	Finestra Aica	55	x	x		x		tubo pvc per dh
C25	int. P. Gardena	153			x		x	piezom. Norton

sondaggio	Opera/ubicazione	Lunghezza (m)	Prove in foro					Strumentazione
			SPT	Pressiom.	Dilat.	Lefranc	Lugeon	
V21	int. P. Gardena/A22	130	x	x	x	x	x	doppio piez. Casagrande
B2V11	int. P. Gardena/A22	110	x	x	x	x	x	inclinometro
B2V13	int. P. Gardena/A22	70	x	x	x	x	x	inclinometro
BV1	int. P. Gardena/A22	90	x	x		x	x	inclinometro
BV4p	int. P. Gardena/A22	90	x	x	x	x	x	piezom. Norton
BV5	int. P. Gardena/A22	70	x	x		x		inclinometro
BV6	int. P. Gardena/A22	80	x	x		x	x	inclinometro
C5	int. P. Gardena/A22	100	x	x	x	x	x	inclinometro
C23	int. P. Gardena/A22	50	x	x	x	x	x	inclinometro
CBV13	int. P. Gardena/A22	80	x		x	x	x	inclinometro
C26	int. P. Gardena/A22	40	x	x		x		-
C27	int. P. Gardena/A22	50	x	x	x	x	x	-

**Tabella 5.4 - Sintesi dei sondaggi ordinari a carotaggio continuo effettuati**

### 5.5.3 Indagini geofisiche

Le attività svolte hanno compreso l'esecuzione di:

- Profili tomografici elettrici
- Profili sismici a rifrazione
- Prove RE.MI (microtremori)
- Prove MASW
- Rilievi magnetotellurici
- Prove Cross-Hole
- Prove Down-Hole

Nello specifico sono stati eseguiti 22 profili tomografici elettrici, 27 profili sismici a rifrazione, un rilievo magnetotellurico sviluppato su 12 stazioni allineate, 10 prove tra MASW e RE.MI, 5 prove cross-hole a tre fori, 2 prove down-hole.

## DIE ENTWICKLUNG DES PROJEKTS

### 6 DIE WICHTIGSTEN ÄNDERUNGEN GEGENÜBER DEM VORPROJEKT

Das *Einreichprojekt* entspricht dem Vorprojekt sowie den Vorschriften, die bei der Billigung des letzteren mit CIPE-Beschluss Nr. 82/2010 auferlegt worden sind.

Die detaillierte Abhandlung der am Vorprojekt vorgenommenen Änderungen ist im „Bericht zur Übereinstimmung“ (Dok. IBL110D05RGMD0002001) enthalten, der gemäß Art. 166 der Gesetzesverordnung 163/06 verfasst wurde und demzufolge *„das Einreichprojekt für Infrastrukturen von einem Projektbericht begleitet werden muss, in dem die Übereinstimmung mit dem Vorprojekt und den etwaigen bei dessen Billigung ergangenen Auflagen bescheinigt wird, wobei insbesondere auf die Umweltverträglichkeit und die Lokalisierung des Bauwerks Bezug zu nehmen ist [...]“*.

Nachstehend werden die in oben genanntem Bericht behandelten Themen aufgeführt:

- A) Änderungen gegenüber dem Vorprojekt, die infolge der Umsetzung der CIPE-Beschlüsse vorgenommen worden sind.

Diese betreffen folgende Themen:

- Verlagerung des Fensterstollens Aicha-Vahrn und von dessen Baustelle (Auflagen Nr. 2, 27)
- Deponiebereiche im Riggertal (Auflagen Nr. 2, 3, 12, 21, 27)
- Organisationsplan für Ausbruch und Transport (Auflagen 2, 3, 27)
- Eisack-Brücke (Auflage Nr. 5)
- Bauwerke für die architektonisch/landschaftliche Eingliederung der Eisenbahninfrastruktur in Waidbruck (Auflagen 28-29)

- B) Variationen und Optimierungen, die weder zu einer Änderung der technisch-funktionellen Merkmale des Bauwerks führen noch seinen Standort betreffen, sondern auf die Vertiefungen der Planungsarbeit zurückzuführen sind, die typisch für den Übergang von der vorläufigen zur endgültigen Projektphase sind, Ergebnisse der geologischen Messreihen sowie hydrogeologischen und geomorphologischen Studien, Änderungen an den örtlichen Gegebenheiten gegenüber dem beim Vorprojekt vorhandenen Zustand (2003) und Erfüllung neuer Normen (insbesondere Umsetzung des Ministerialdekrets vom 28.10.2005 „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ sowie der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität).

Diese umfassen:

- Optimierung der Trassenführung von Haupt- und Verknüpfungstunneln,
- Optimierung der Trassenführung der Verknüpfungen von Waidbruck
- Optimierung der Trassenführung des Fensterstollens Albeins und der Abfahrt von Klausen
- neue Wegeföhrung für die Zufahrt zu den Einsatzbereichen für Rettungskräfte entsprechend Ministerialdekret 28/10/2005 und Technischer Spezifikation für die Interoperabilität,
- Anpassung eines Abschnitts der SS242 im Grödner Tal beim Fensterstollen Klausen,
- neues gasisoliertes Notfall-Unterwerk in Waidbruck und Anpassung der Bahnstromleitung mit 132 KV
- Ausrüstung der neuen HG/HL-Zentrale in Verona
- Optimierung des Baustellensystems

## SVILUPPO DEL PROGETTO

### 6 PRINCIPALI VARIAZIONI RISPETTO IL PROGETTO PRELIMINARE

Il progetto definitivo risponde al progetto preliminare ed alle prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso con Delibera CIPE n.82/2010.

La trattazione dettagliata delle variazioni introdotte rispetto al progetto preliminare è contenuta nella specifica "Relazione di Rispondenza" (doc. IBL110D05RGMD0002001) redatta ai sensi dell'art. 166 del D.lgs. 163/06 il quale prevede che *"il progetto definitivo delle infrastrutture è integrato da una relazione del progettista attestante la rispondenza al progetto preliminare ed alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso con particolare riferimento alla compatibilità ambientale ed alla localizzazione dell'opera. [...]".*

Si ripotano di seguito i temi trattati nella relazione citata:

A) Variazioni rispetto al progetto preliminare introdotte a seguito del recepimento delle prescrizioni CIPE.


Queste riguardano i seguenti temi:

- Spostamento finestra di Aica-Varna e relativo cantiere (prescrizioni n. 2,27)
- Aree di deposito in Val Riga (prescrizioni n. 2, 3, 12, 21, 27)
- Schema organizzativo degli scavi e dei trasporti (prescrizioni n. 2,3,27)
- Ponte sul Fiume Isarco (prescrizione n. 5)
- Opere per l'inserimento architettonico/paesaggistico dell'infrastruttura ferroviaria a Ponte Gardena (prescrizioni 28-29)

B) Variazioni ed ottimizzazioni che non alterano le caratteristiche tecnico-funzionali dell'opera né la sua localizzazione, originate da approfondimenti progettuali propri del passaggio dalla fase di progettazione preliminare a quella definitiva, risultanze delle campagne di sondaggi geologici e degli studi idrologici e geomorfologici, modifiche allo stato dei luoghi rispetto all'anno di redazione del progetto preliminare (2003) e al rispetto di nuove normative (in particolare per il recepimento del D.M. 28/10/2005 "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie" e delle Specifiche Tecniche di Interoperabilità).

Queste consistono in:

- ottimizzazione del tracciato delle gallerie di linea e di Interconnessione
- ottimizzazione del tracciato delle interconnessioni di Ponte Gardena
- ottimizzazione del tracciato della finestra di Albes e della discenderia di Chiusa
- nuove viabilità per l'accesso alle aree di soccorso previste dal D.M. 28/10/2005 e dalla Specifiche tecniche di Interoperabilità (STI)
- adeguamento di un tratto della SS242 della val Gardena in corrispondenza della finestra di Chiusa
- nuova Sottostazione elettrica di Soccorso blindata a Ponte Gardena e adeguamento dell'elettrodotto FS 132 kv
- attrezzaggio del nuovo Posto Centrale AV/AC di Verona
- ottimizzazione del sistema della cantierizzazione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Für die Details der einzelnen Punkte wird auf den genannten Bericht zur Übereinstimmung verwiesen. Zur Erleichterung der Lektüre des vorliegenden Berichts wird jedoch ein Auszug der Themen vorausgeschickt, die sich in besonderem Maße auf die Planungsentscheidungen zur Festlegung des Einreichprojekts ausgewirkt haben: Die Deponiegelände und die Variation der Trassenführung der Verknüpfungen Waidbruck.

## 6.1 OPTIMIERUNG DER TRASSENFÜHRUNG DER VERKNÜPFUNGEN VON WAIDBRUCK

Im Vorprojekt bestand ein Aspekt, der in der anschließenden Planungsphase der Vertiefung bedurfte, in der Überschneidung des ersten Abschnitts der bergmännisch vorgetriebenen Verknüpfungstunnel von Waidbruck mit den Fundamentbauten der Viadukte „Belprato-Novale“ und „Belprato 2-Schönau“ der Brennerautobahn A22. Im weiteren Planungsverlauf wurde bei Treffen mit Vertretern der Brennerautobahn von diesen darauf hingewiesen, dass in jüngerer Zeit Zeichen von Erderschubebewegungen am Hangabschnitt, der vom Viadukt „Belprato 2-Schönau“ durchquert wird, festgestellt worden seien, welche daher auch die Verknüpfungstunnel betreffen. Die Brennerautobahn-Gesellschaft hat Elemente und Daten über die geometrischen Merkmale und Typologie der Viaduktfundamente geliefert mitsamt Höhenmaßen und Strukturschemen des Viadukts sowie den Ergebnissen der Überwachung an Berghang und Pfeilern. Zugleich hat Italferr eine umfassende geologische Untersuchung im betroffenen Bereich unternommen sowie Radarsatellitendaten analysiert, um das Ausmaß des Erderschubgebiets zu erfassen und die Projektlösungen aufzuzeichnen, anhand welcher der Hang durchquert und die Autobahn A22 sicher unterführt werden können.

Die Ergebnisse dieser Studien und Untersuchungen sowie die Projektlösungen werden im Projektdokument „Technischer Bericht. Störung zwischen Verknüpfungen Waidbruck und A22“ (Dok. IBL110 D07 RH GN 0700 001) beschrieben. Zusammenfassend umfasst die Lösung eine Verlagerung des Streckenverlaufs nach Süden im Vergleich zum Projektentwurf, wodurch die störende Nähe zum Erderschubgebiet und die sichere Unterführung unter dem Viadukt Belprato-Novale der Autobahn A22 in einem nicht von genanntem Phänomen betroffenen Gebiet ermöglicht werden.

Es handelt sich um eine Lösung, bei der das Problem durch eine begrenzte Umlagerung umgangen wird, ohne dass es zu einer substantiellen Änderung des Systems der Baumaßnahmen weder an der Linie noch an den Verbindungsstrecken Süd für Baulos 1 kommt.

Infolgedessen wurde anstelle der im Vorprojekt vorgesehenen konventionellen Bauweise eine Methode für den Vortrieb mittels Einsatz einer Schild-TBM mit gestützter Ortsbrust Querschnitt und Druckschild gewählt, damit die Auswirkungen auf die Bauwerke genau kontrolliert werden können. Diese Wahl hat eine Anpassung der logistischen Organisation an den Baustellen im Eingangsbereich erforderlich gemacht. Beim nun vorliegenden *Einreichprojekt* ist daher geplant, dass der Vortrieb mit TBM bergab Richtung Süden ausgehend von den jeweiligen Verbindungsquerschnitten bis zum Bahnhof Waidbruck erfolgt, während das Vorprojekt den Vortrieb mit konventioneller Vortrieb bergan in Richtung Norden, ausgehend von den Portalen in Waidbruck vorsah. Daher sind bei der neuen Konfiguration des Einreichprojekts die baulichen Maßnahmen in Waidbruck für die bergmännisch vorgetriebenen Tunnel allein auf die Vorbereitung der Eingangsbereiche und auf den in offener Bauweise vorgetriebenen Kastentunnel der Gleisverbindung 1 beschränkt. Für die Verknüpfung Gleis 2 ist ein verfestigter Erdreichpuffer hinter dem Kopfbereich des in offener Bauweise angelegten Tunnels geplant, der realisiert werden soll, um die einwandfreie Ankunft der TBM zu gewährleisten. Ferner sind Maßnahmen zum Schutz betroffener Bauwerke durch die Verfestigung des Bodens geplant.

Per il dettaglio dei singoli punti si rimanda alla specifica Relazione di Rispondenza citata, ma ai fini di una più agevole lettura della presente relazione, si anticipa un estratto dei temi che hanno particolarmente influito sulle scelte progettuali della fase definitiva di progettazione: le aree di deposito e la variazione al tracciato delle interconnessioni di Ponte Gardena.

## 6.1 OTTIMIZZAZIONE DEL TRACCIATO DELLE INTERCONNESSIONI DI PONTE GARDENA

Nel Progetto Preliminare un aspetto meritevole di approfondimento nella successiva fase progettuale era rappresentato dall'interferenza del primo tratto di galleria naturale di entrambe le interconnessioni di Ponte Gardena con le opere di fondazione dei viadotti denominati "Belprato-Novale" e "Belprato 2-Schönau" dell'Autostrada A22 del Brennero. Nel corso dello sviluppo della progettazione, a seguito di incontri con i rappresentanti dell'Autostrada del Brennero, si è avuta indicazione delle evidenze recenti di un movimento franoso sulla porzione di versante attraversata dal viadotto "Belprato 2-Schönau", che avrebbe pertanto coinvolto le gallerie di interconnessione. La Società Autostrada del Brennero ha fornito elementi e dati riguardanti caratteristiche geometriche e tipologie delle fondazioni dei viadotti, quote delle stesse, schema strutturale del viadotto, e i risultati del monitoraggio fatto eseguire sul versante e sulle pile. Allo stesso tempo Italferr ha intrapreso un'ampia campagna geognostica nell'area in esame e ha condotto un'analisi di dati radar satellitari al fine di poter ricostruire l'estensione del corpo di frana ed individuare le soluzioni progettuali per attraversare il versante e sottopassare in sicurezza l'autostrada A22.

I risultati di tali studi e indagini e le soluzioni progettuali sono descritti nell'elaborato di progetto "Relazione tecnica. Interferenza interconnessioni di Ponte Gardena e A22" (doc. IBL110 D07 RH GN 0700 001). In sintesi la soluzione individuata prevede lo spostamento del tracciato più a sud rispetto alla soluzione di progetto Preliminare che consente di evitare l'interferenza con l'area in frana e di sottopassare in sicurezza il viadotto Belprato-Novale dell'autostrada A22, nella porzione non interessata dal suddetto fenomeno.

Si tratta di una soluzione che risolve tale problematica attraverso una delocalizzazione puntuale, senza che venga modificato sostanzialmente il sistema degli interventi sia della linea che delle interconnessioni sud per il Lotto 1.

Conseguentemente è stata definita una metodologia di avanzamento—mediante l'impiego di una TBM scudata a piena sezione e fronte in pressione, per controllare gli effetti di interazione con le opere, in luogo dello scavo in tradizionale indicato nel progetto preliminare. Tale scelta ha comportato l'adeguamento dell'organizzazione logistica dei cantieri di imbocco. Nell'attuale Progetto Definitivo è previsto, infatti, che lo scavo con le TBM avvenga in discesa verso sud a partire dai rispettivi cameroni di interconnessione sino alla stazione di Ponte Gardena, mentre il Progetto Preliminare prevedeva l'avanzamento in scavo tradizionale in salita verso nord a partire dagli imbocchi di Ponte Gardena. Pertanto nella nuova configurazione di progetto gli interventi a Ponte Gardena, per le gallerie naturali, sono limitati ai soli lavori di predisposizione delle opere di imbocco e della galleria artificiale scatolare dell'interconnessione binario dispari. Per l'interconnessione binario pari è previsto un tampone di terreno consolidato a tergo della testata della galleria artificiale, realizzato per garantire il corretto arrivo della TBM. Sono altresì previsti interventi a salvaguardia delle opere interferite mediante consolidamenti del terreno.

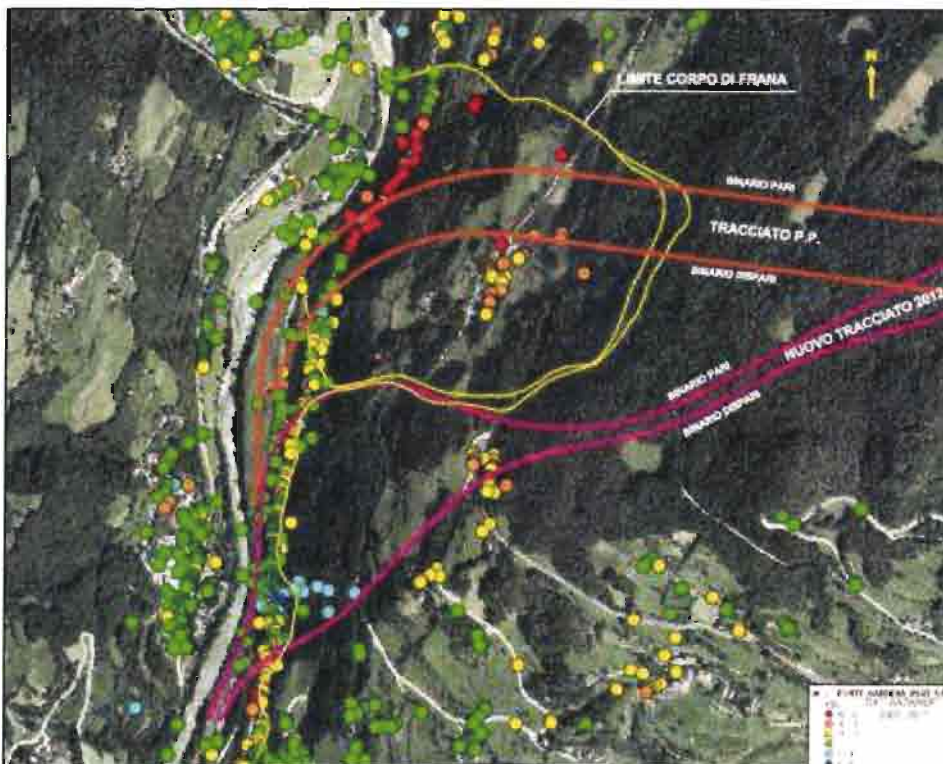


Abbildung 6.1– Lageplan mit Daten der Satellitenüberwachung und Verlauf der neuen Trassenführung 2012 im Vergleich mit den Studien für die Optimierung des Streckenverlaufs des Vorprojekts im Bereich des funktionellen Teilabschnitts. In Gelb das vom Erdbeben betroffene Gebiet.

Das Vorprojekt hat eine weitere Veränderung auch bei der Konfiguration der Bahnhofsanlagen in Waidbruck erfahren, welche bereits Gegenstand eines *Einreichprojekts* im Rahmen des funktionellen Teilabschnitts waren, das vom CIPE in der Sitzung vom 26.10.2012 gebilligt wurde, wie es bereits im betreffenden Bericht zur Übereinstimmung beschrieben wurde. Diese Änderung bestand hauptsächlich in der Anpassung der Bahnhofsanlage an Maßnahmen, die von RFI nach der Abfassung des Vorprojekts im Rahmen des technologischen Ausbaus der Verona-Brenner-Strecke getroffen wurden.

In dieser Phase wird eine weitere Optimierung benötigt, um den Bahnhofsanlage mit dem neuen Verlauf der Verbindungszweige vereinbar zu machen, denn bei der endgültigen Konfiguration ist vorgesehen, dass die Gleise 1 und 4 des Bahnhofs zu ausschließlichen Verbindungsgleisen zwischen der neuen HL-Linie und der Bestandsstrecke werden und nicht mehr wie ursprünglich vorgesehen auch die Funktion als Überholgleise erfüllen. (Siehe Abbildung 6.2 und Abbildung 6.3 ).

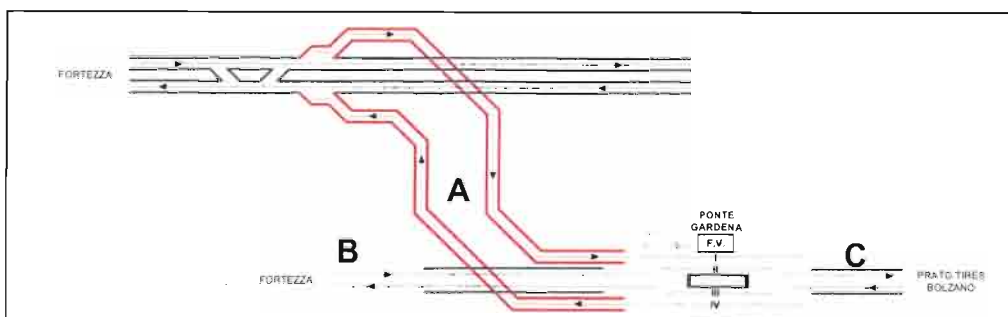
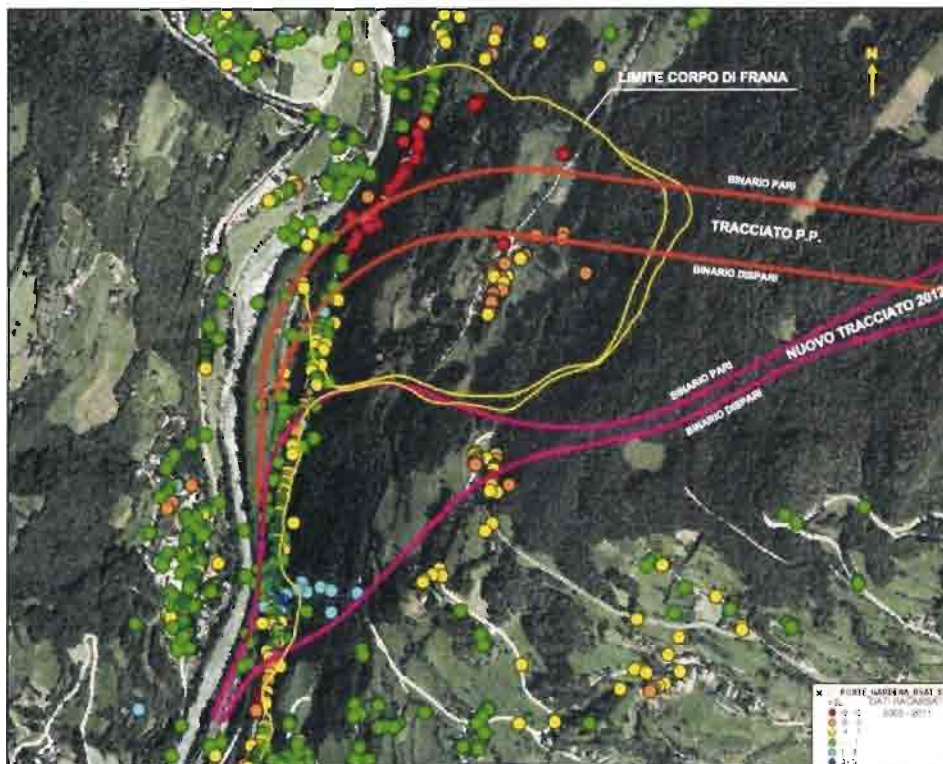


Abbildung 6.2 – Lösung des Projekts des funktionellen Teilloses

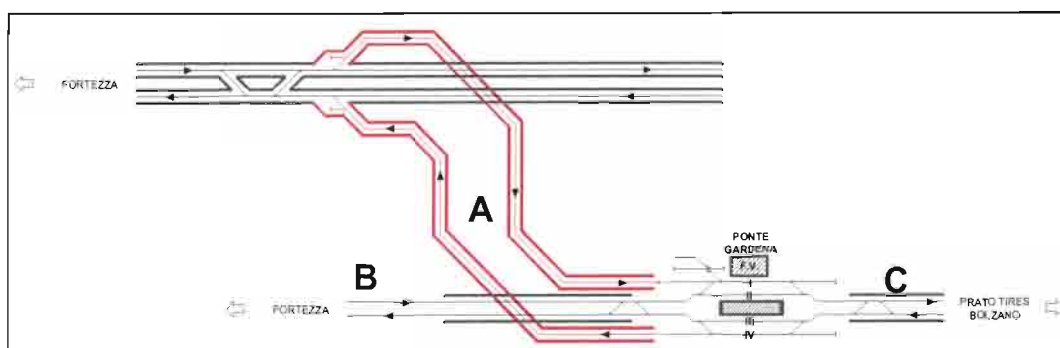




**Figura 6.1 -Planimetria con i dati di monitoraggio satellitare e con lo sviluppo del nuovo tracciato 2012, posto a confronto con studi per l'ottimizzazione del tracciato di Progetto Preliminare nell'ambito del sub lotto Funzionale. In giallo l'estensione dell'area di frana.**

Sempre rispetto al progetto preliminare ha subito una modifica anche la configurazione degli impianti di stazione di Ponte Gardena, già oggetto di progetto definitivo nell'ambito del Sub lotto Funzionale approvato dal CIPE nelle sedute del 26/10/2012, come già descritto nella relativa relazione di ottemperanza. Tale modifica consisteva principalmente nell'adeguamento del piano di stazione agli interventi realizzati da RFI successivamente alla redazione del progetto preliminare, nell'ambito del potenziamento tecnologico della linea Verona – Brennero.

In questa fase si rende necessaria un'ulteriore ottimizzazione per rendere compatibile al nuovo tracciato dei rami di interconnessione il piano di stazione, che nella configurazione definitiva prevede che i binari 1 e 4 di stazione diventino esclusivamente binari di interconnessione tra la nuova linea AC e la linea storica e non abbiano più anche la funzione di binari di precedenza, come previsto originariamente. (vedi Figura 6.2 e Figura 6.3).



**Figura 6.2 – Soluzione di progetto del Sub Lotto Funzionale**

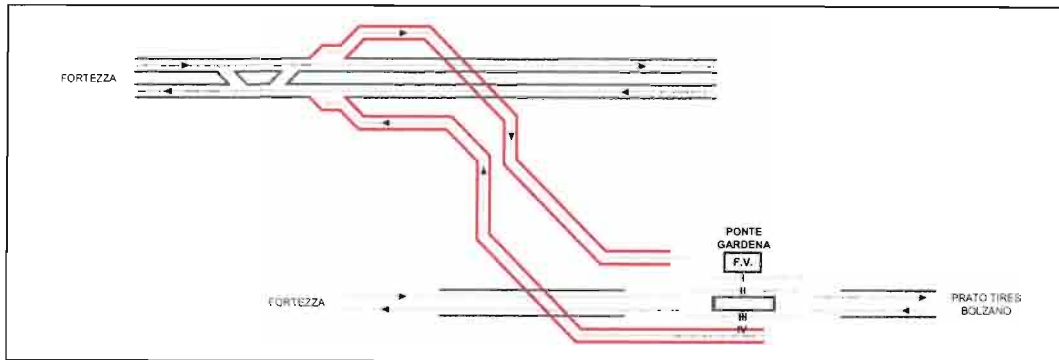
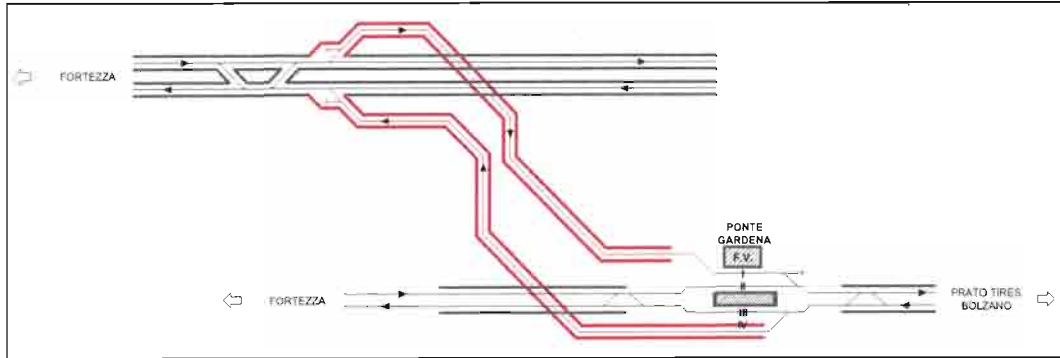


Abbildung 6.3 – Lösung Einreichprojekt Baulos 1





**Figura 6.3 – Soluzione Progetto definitivo Lotto 1**

## 6.2 DEPONIEGELÄNDE IM RIGGERTAL

Im Vorprojekt 2003 wurde eine Reihe von Geländen für die Deponien ausgemacht, wobei als Hautlagerstätte für das Ausbruchsmaterial das Gebiet namens Hinterrigger im Riggertal bestimmt wurde.

In Übereinstimmung mit den Projektvorgaben und Auflagen, welche die Verwendung weiterer Deponiegelände ausschließen (Auflagen Nr. 2 und Nr. 3) sowie gemäß der bei der Bewilligung von Baulos 1 und Basistunnel festgelegten Bestimmungen wurde das Riggertal als Standort für das vom Tunnelvortrieb stammende Ausbruchsmaterial sowie infolgedessen als Hauptlogistikzentrale und Baustellenstützpunkt in Verknüpfung mit dem Tunnelbau ausgewählt.

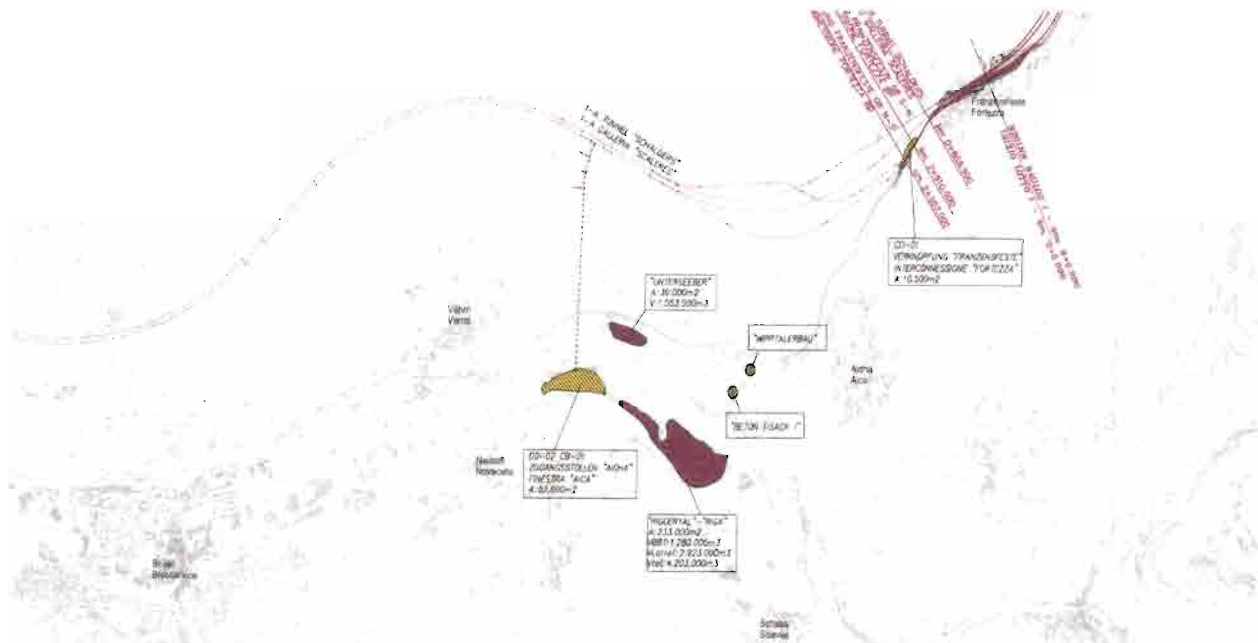
Nachstehend werden die zeitlich aufeinander folgenden Projektkonfigurationen seit Abfassung des Vorprojekts 2003 durchlaufen. Dabei werden die Vorgaben berücksichtigt, die im Laufe der Entwicklung des BBT-Projekts sowie bei der Planung des Brennerbasistunnels im Hinblick auf die Notwendigkeit einer integrierten Lösung für das Deponiesystem im Riggertal ergangen sind.

Daher werden Grundvorgaben durch Beschlüsse und Genehmigungen (CIPE-Beschlüsse und abgewickelte Überprüfungen der Vorgabenerfüllung) kurz geschildert im Hinblick auf:

- Vorprojekt der italienischen Bahn RFI Baulos 1 (A)
- Vorprojekt und Einreichprojekt BBT des Basistunnels (B).

### A. PROJEKT BAULOS 1

Im Vorprojekt 2003 wird die Einrichtung von Basisbaustelle und Betriebsbaustelle in dem als „Fensterstollen Aicha“ bezeichneten Gebiet festgelegt (Abbildung 6.4).



**Abbildung 6.4**– Vorprojekt – Auszug chorographische Karte der Baustellenstandorte beim Fensterstollen Aicha

In der Nähe desselben Gebiets befindet sich die Hauptdeponie für Ausbruchsmaterial im Riggertal.

## 6.2 AREE DI DEPOSITO IN VAL RIGA

Il progetto preliminare 2003 individuava una serie di aree di depositi, localizzando il principale sito per i materiali di scavo in Val di Riga nell'area denominata Hinterrigger.

In conformità alle indicazioni progettuali ed alle prescrizioni che escludono l'utilizzo di ulteriori aree di deposito (prescrizioni *n.2 e n.3*) ed in ottemperanza a quanto stabilito in fase approvativa sia per il Lotto 1 che per la Galleria di Base, la Val di Riga è individuata come sito di destinazione dei materiali provenienti dagli scavi oltre che, conseguentemente, come area logistica principale e di cantiere connessa alla realizzazione delle gallerie.

Si ripercorrono, anche a livello cronologico, le configurazioni progettuali succedutesi dalla stesura del Progetto Preliminare del 2003, considerando quanto previsto nel corso dello sviluppo della Progettazione BBT relativa alla Galleria di Base del Brennero, in virtù della necessità di giungere ad una soluzione integrata sul sistema dei depositi incidenti nella Val Riga.

Vengono pertanto sinteticamente riportati gli scenari derivati da atti ed approvazioni (Deliberazioni CIPE e Verifiche di Ottemperanza svolte) relativi a:

- Progetto Preliminare RFI Lotto 1 (A)
- Progetto Preliminare e Definitivo BBT della Galleria di Base (B).

### A. PROGETTO LOTTO 1

Il progetto preliminare 2003 identifica gli approntamenti di un cantiere base e del cantiere operativo nell'area denominata "finestra di Aica" (Figura 6.4)

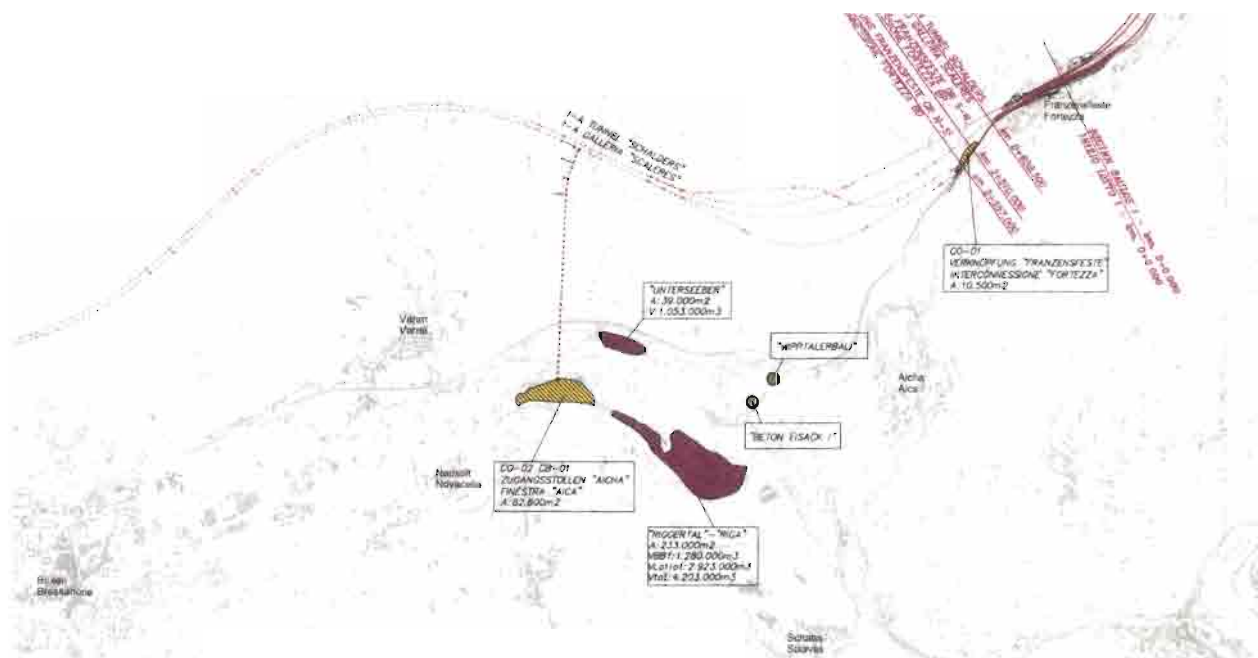
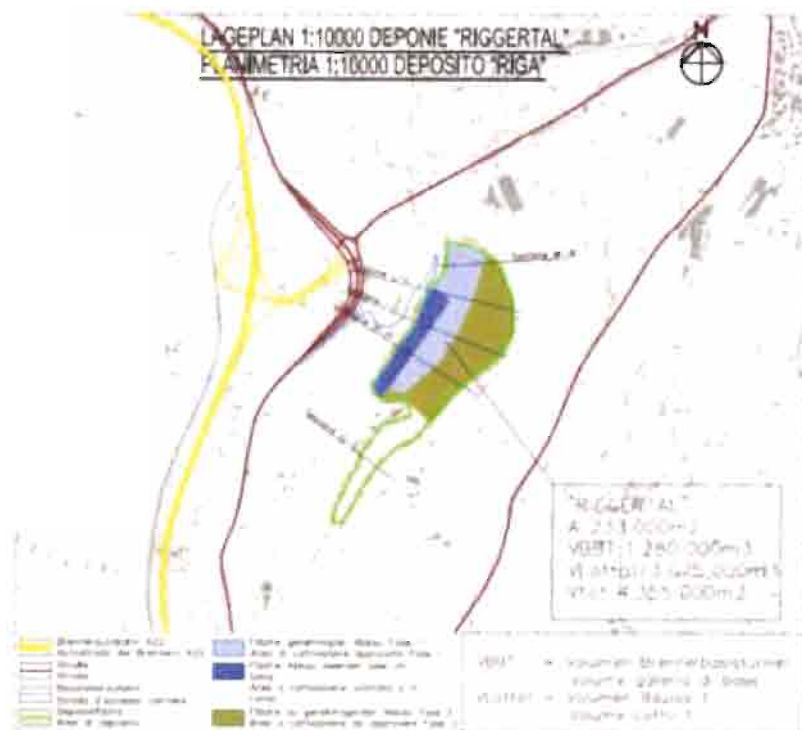


Figura 6.4 - Progetto preliminare - Stralcio Corografia ubicazione cantieri presso Finestra di Aica

In prossimità della stessa area è localizzato il principale sito di deposito dei materiali di scavo ubicato in Val di Riga.

Laut Vorgaben des genehmigten Vorprojekts für Baulos 1 wird die Deponie im Talgebiet in der Nähe des Eisack angelegt werden, nachdem zuvor die Geländeoberkante auf minus 8 m abgetragen worden ist. Der vorgezogene Aushub der Deponie erfolgt in der gebietstypischen torfigen Überlagerung, infolge der Anweisungen der Autonomen Provinz Bozen sowie im Rahmen der Genehmigungen durch die Planungsstellen für Grubenstandorte in der Provinz.

Laut Projektentwurf ist eine Befüllung des Standorts bis zu einer Höhe von 15 m über der aktuellen Bodenhöhe vorgesehen mit geeigneter Profilierung des Bodens und mit einer Endmorphologie des Standorts als Hügel entsprechend den Anforderungen zur Eingliederung in die Umgebung, welche im Laufe der Prozedur aufgekomen sind, hinsichtlich der Möglichkeit, die Erhöhung der rechten Böschung des Riggertals durch die zuvor eingeschobene Ausgrabung zu reduzieren (Abbildung 6.5



**Abbildung 6.5** – Vorprojekt – Standort Riggertal: Endgültiger Lageplan unter Umsetzung der Auflagen MATT 2004

### **B. BBT-PROJEKT BASISTUNNEL**

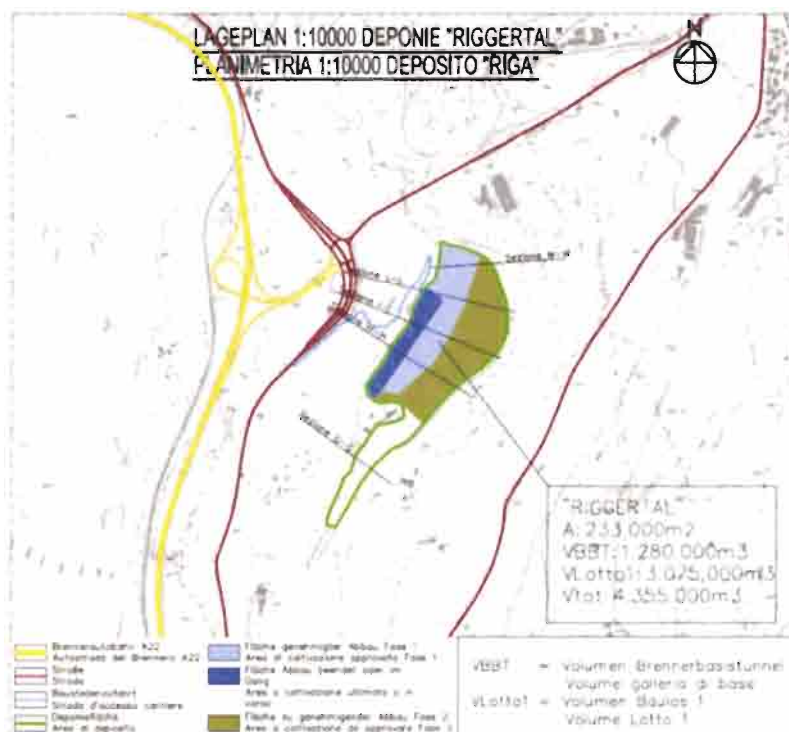
Das Vorprojekt des Brenner-Basistunnels wurde mit Beschluss des CIPE Nr. 89 vom 20.12.2004 gebilligt, der zum Thema Deponien und Baustellen gleiche Auflagen enthält wie das RFI-Projekt, insbesondere die Auflagen Nr. 4, 5 und 57.

Angesichts der Tatsache, dass die Genehmigungsbeschlüsse für die beiden Vorprojekte mit starker zeitlicher Verschiebung zueinander ergangen sind, hat BBT bei der Überprüfung der Auflageneinhaltung im Rahmen des eigenen *Einreichprojekts* eine Optimierung der Logistik für Baustellen/Deponie im Aicha-Raum vorgenommen, bei der für die Einlagerung des Ausbruchmaterials das gesamte Aufnahmevermögen des im Vorprojekt eigentlich für Baulos 1 bestimmten Gebiets (Hinterrigger) verwendet wurde, während für Baulos 1 ein Alternativgelände ebenfalls im Riggertal (Forch) aufgefunden wurde.

Diese Situation ergibt sich aus dem BBT-Bericht zur "Prüfung der Einhaltung der CIPE-Auflagen" D0118 - TB - 02129 - 01" vom 28.03.2008.

Secondo le previsioni previste nel Progetto Preliminare del Lotto 1 approvato, il deposito è realizzato nell'ambito dell'area valliva prospiciente l'Isarco, previo approfondimento del piano campagna ad una quota di meno 8 m. Lo scavo preliminare viene realizzato nella coltre di torbe che caratterizzano l'area, a seguito delle indicazioni della Provincia Autonoma di Bolzano e nell'ambito delle autorizzazioni derivanti dagli strumenti di pianificazione dei siti estrattivi provinciali.

La previsione del Progetto Preliminare indica un colmamento del sito fino ad una altezza di 15 m dalla attuale quota di campagna, con idonea riprofilatura del terreno e morfologia collinare finale del sito, in linea con le richieste di integrazioni emerse nel corso della procedura circa la possibilità di ridurre la l'elevazione della sponda destra della Val di Riga mediante operazioni di scavo preventivo (Figura 6.5).



**Figura 6.5 - Progetto preliminare - Sito Val Riga: Planimetria finale recepente prescrizioni MATT 2004**

### **B. PROGETTO BBT DELLA GALLERIA DI BASE**

Il progetto preliminare della Galleria di Base del Brennero è approvato con deliberazione CIPE n.89 del 20.12.2004, che contiene prescrizioni analoghe a quelle del Progetto RFI sul tema dei depositi e dei cantieri, in particolare nelle prescrizioni n. 4, 5 e 57.

Tenuto conto che le delibere di approvazione dei due progetti preliminari hanno avuto un forte sfasamento temporale, BBT in fase di verifica di ottemperanza di tali prescrizioni nell'ambito del proprio progetto definitivo, ha predisposto una ottimizzazione della logistica cantieri/depositi in area Aica utilizzando, per il deposito dei terreni di scavo, l'intera capienza delle aree già individuate nel Progetto Preliminare del Lotto 1 (denominate Hinterrigger) ed identificando, sempre per il lotto 1, una possibile area alternativa di deposito destinata al lotto 1, sempre ubicata nella Val di Riga ed identificata dal toponimo Forch.

Tale situazione si evince dalla Relazione BBT di "Verifica di Ottemperanza alle prescrizioni Cipe" D0118 - TB - 02129 - 01" del 28.03.2008.



Mit dem CIPE-Beschluss Nr. 71 vom 31.07.2009 wird das *Einreichprojekt* für den Basistunnel ohne weitere Auflagen für die Deponiegelände gebilligt. Daher hat die vom BBT-Projekt für das Riggertal vorgeschlagene Organisation als den Auflagen entsprechend zu gelten.

Die Organisation der Baustellen und Lager laut BBT-Projekt (Abbildung 6.6 – Baustellengelände im Riggertal – Überblick der Gebiete Unterplattner – Hinterrigger und Forch (aus dem Überprüfungsbericht des Projekts für den Basistunnel)

) gilt daher als Grundlage für das Einreichprojekt der Tunnel im Bereich der Zulaufstrecke Süd.

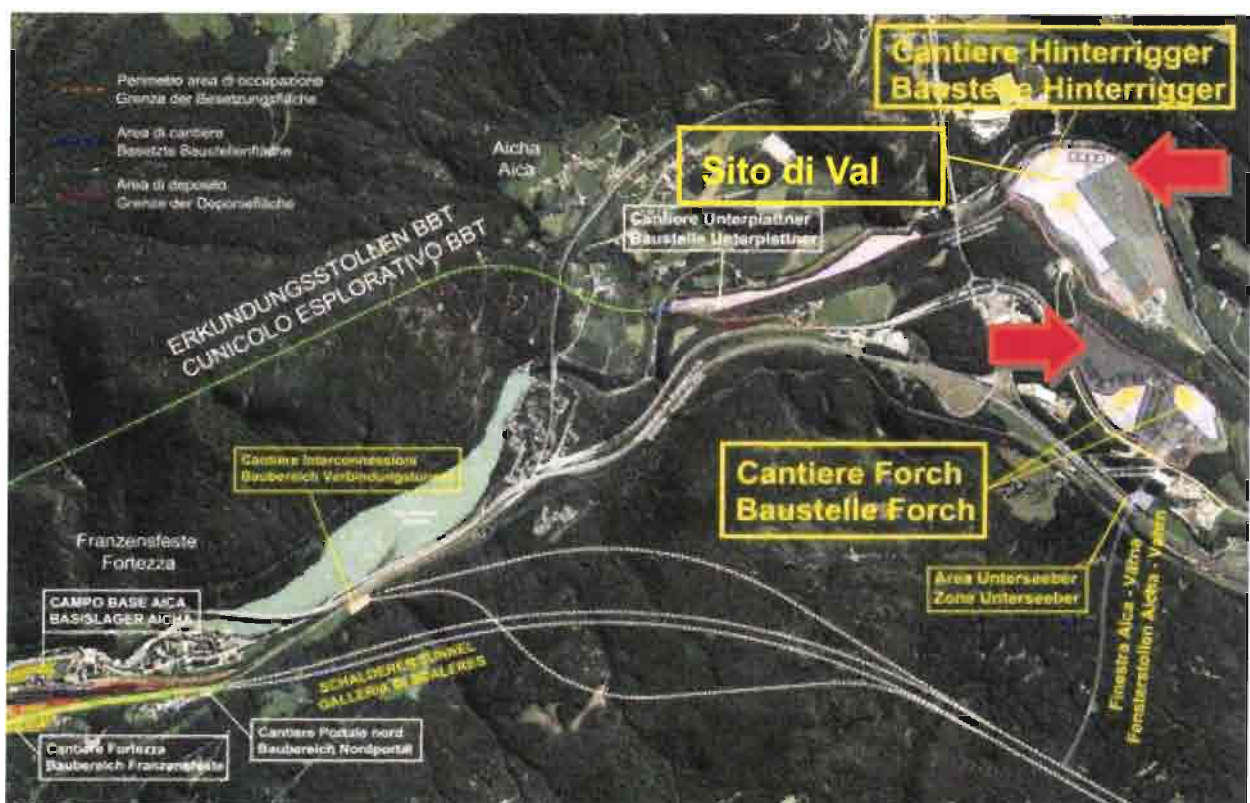


Abbildung 6.6 – Baustellengelände im Riggertal – Überblick der Gebiete Unterplattner – Hinterrigger und Forch (aus dem Überprüfungsbericht des Projekts für den Basistunnel)

### 6.2.1 Deponiegelände Forch und zusätzliche Gelände

Die lange, zwischen Vorprojektphase und derzeitiger endgültiger Planungsphase verstrichene Zeit hat, vereint mit der oben erläuterten Genehmigungssituation, dazu geführt, dass die vom BBT-Projekt ursprünglich vorgeschlagene Gestaltung an die tatsächlich herrschenden Ansprüche für Baustellen und Deponien angepasst werden muss.

Aus der Materialbilanz des *Einreichprojekts*, bei dem diese auf Grundlage ihrer geomechanischen Eigenschaften im Hinblick auf eine mögliche Wiederverwendung eingestuft werden, geht aus nachstehender Tabelle eine Gesamtmaterialmenge zur Einlagerung hervor (5.316.000 m<sup>3</sup>), die das Aufnahmevermögen des vom BBT-Projekt bezeichneten Lagers Forch übersteigt.

La deliberazione CIPE n. 71 del 31.07. 2009 approva il progetto definitivo della Galleria di Base senza ulteriori prescrizioni in merito alle aree di deposito, per cui è da considerarsi come ottemperante l'organizzazione proposta dal progetto BBT nell'ambito della Val Riga.

L'organizzazione dei cantieri e dei depositi derivata proposta in sede di ottemperanza dal progetto BBT (Figura 6.6) è stata quindi assunta come dato di base per la progettazioni definitiva delle gallerie della tratta di accesso sud.

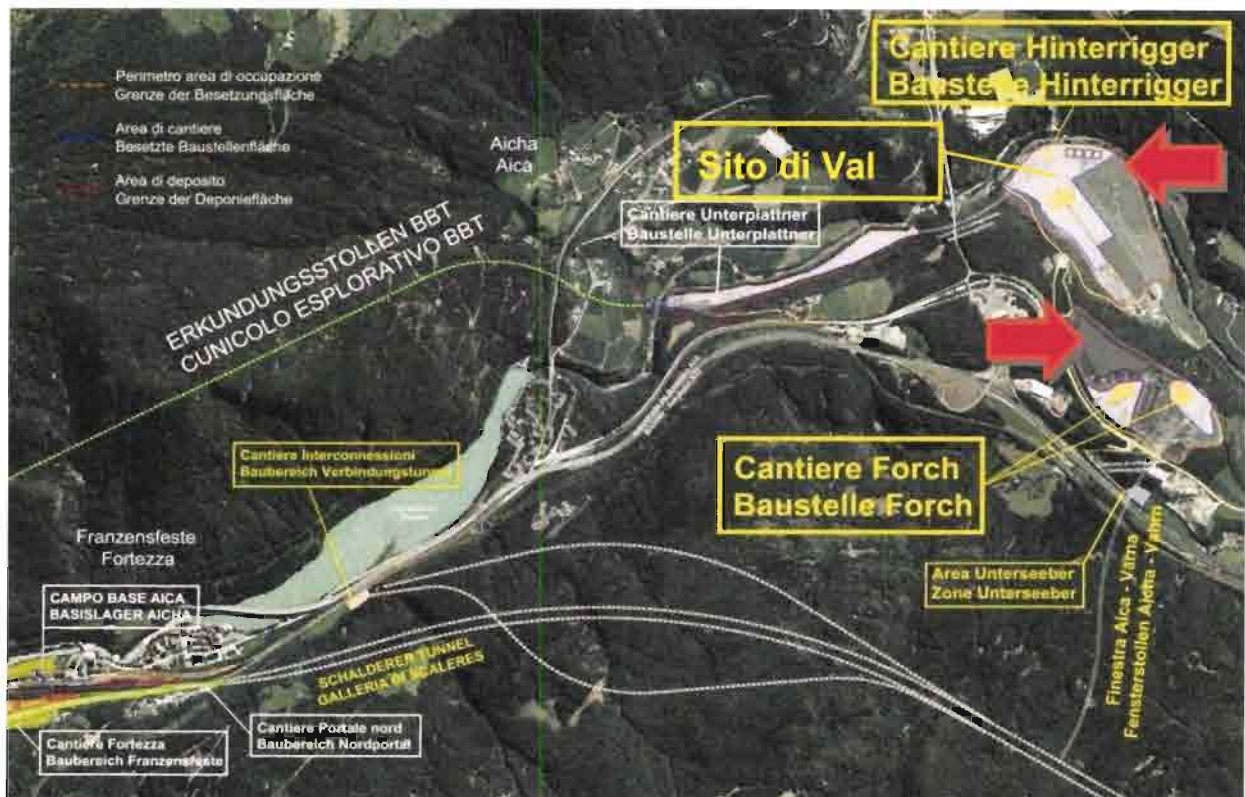


Figura 6.6 - Area di cantiere in Val di Riga – panoramica aree Unterplattnr- Hinterrigger e Forch (dalla relazione di Ottemperanza del progetto della Galleria di Base)

### 6.2.1 Area di deposito Forch e aree integrative

L'ampio scenario temporale intercorso tra il Progetto Preliminare e l'attuale fase progettuale, anche a seguito del quadro approvativo precedentemente sintetizzato, ha determinato la necessità di aggiornare l'articolazione proposta dal progetto BBT adeguandola alle esigenze effettive sia in tema di cantieri che di depositi.

Il bilancio materiali del progetto definitivo, che qualifica gli stessi sulla base delle caratteristiche geomeccaniche funzionali al possibile riutilizzo, come riportato nella successiva tabella, evidenzia un quantitativo di materiali complessivo, da conferire a deposito ( $5.316.000 \text{ m}^3$ ), che supera la capacità del deposito Forch individuata nel progetto BBT.

PRODUKTIONSSTÄTTE/ HERKUNFT	VOLUMEN FEST (m <sup>3</sup> )	DEPONIE VOLUMEN / AM EINSATZORT (m <sup>3</sup> verdichtet)	INTERNE WIEDER- VERWENDUNG (m <sup>3</sup> wiederverdicht)	EXTERNE ENDVERWENDUNG (m <sup>3</sup> verdichtet)	
				Enddeponien	Verwendung PAB/lokaler Markt
Ausbruchmaterial aus unterirdischen Bauten (einschl. Portalen) – Klasse A)	611.000	763.750	763.750	-	-
Ausbruchmaterial aus unterirdischen Bauten (einschl. Portalen) – Klasse B	1.160.000	1.450.000	-	244.926	1.205.074
Ausbruchmaterial aus unterirdischen Bauten (einschl. Portalen) – Klasse C	3.806.400	4.758.000	-	4.758.000	-
Ausbruchmaterial aus oberirdischen Baumaßnahmen – Klasse C	705.028	881.286	568.212	313.074	-
<b>Insgesamt</b>	<b>6.282.428</b>	<b>7.853.036</b>	<b>1.331.962</b>	<b>5.316.000</b>	<b>1.205.074</b>

Klasse „A“ – Materialien ausgezeichneter Qualität, die als Zuschlag für Betonmassen und zur Herstellung von Dämmen und sonstigen Erhöhungen verwendet werden können. Klasse „B“ – Materialien mit guter Qualität, die zur Herstellung des Rumpfteils solcher Erhöhungen verwendet werden können. Klasse „C“ – Materialien, die zum Verfüllen, Verschütten oder zur Endlagerung bestimmt sind.

Daraus hat sich die Notwendigkeit ergeben, im Riggertal drei weitere Gelände ausfindig zu machen.

- Deponie A – Vorderrigger,
- Deponie B - Plakner,
- Deponie C – Plattner.

#### In Abbildung 6.7 – Enddeponien im Riggertal

ist der Bereich des Riggertals dargestellt, in dem sich die als Endlager für die Aushubmaterialien bestimmten Gelände befinden.

Die Deponien befinden sich in dem Talabschnitt zwischen Brennerstaatsstraße 12 im Westen, Autobahnausfahrt A22 Brixen im Süden und dem Eisack im Süden und Osten.

Insgesamt stammt das eingelagerte Material sowohl vom Ausbruch der (in bergmännischer und offener Bauweise vorgetriebenen) Tunnel als auch von den Bauarbeiten im Freien: Insbesondere die für diese Deponien bestimmten Materialien weisen geomechanische Merkmale auf, die nicht für eine Wiederverwendung im Rahmen der geplanten Baumaßnahmen geeignet sind.

Es wird davon ausgegangen, dass diese Gebiete, die heute andere Zweckbestimmungen aufweisen, bei Beginn der Ausbruchsarbeiten die geeignete morphologische Konfiguration für die Einlagerung der Materialien in den diesem Projekt zugrunde gelegten Mengen haben werden.

Im Rahmen der gegenseitigen Verpflichtungen zwischen RFI und Autonome Provinz Bozen wurde bestimmt, dass für diese Gelände Genehmigungen für die Eröffnung von Grubenaktivitäten für Gesteinsmaterial in den Mengen vergeben werden, die für die Einlagerung der Materialien aus Baulos 1 entsprechend nachstehender Erläuterung erforderlich sind.

Die Genehmigungsverfahren auch im Hinblick auf die Umwelt, die Logistik und sämtliche Nebentätigkeiten werden ganz zu Lasten von lokalen Unternehmen gehen, die in Übereinstimmung mit den zuständigen Stellen der Autonomen Provinz Bozen ausgewählt worden sind, sodass die Gebiete zum Zeitpunkt des Beginns der Einlagerungen völlig frei und verfügbar sein werden.



RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 001	B	42 di 270

SITO DI PRODUZIONE/PARTE D'OPERA DI PROVENIENZA	VOLUME IN BANCO [mc]	VOLUME IN DEPOSITO/SITO DI UTILIZZO [mc ricompattato]	RIUTILIZZO INTERNO [mc ricompattato]	UTILIZZO FINALE ESTERNO [mc ricompattato]	
				Siti di deposito definitivi	Utilizzo PAB/Mercato locale
Materiali di scavo provenienti dalle opere in sotterraneo (comprese opere di imbocco) – classe A	611.000	763.750	763.750	-	-
Materiali di scavo provenienti dalle opere in sotterraneo (comprese opere di imbocco) – classe B	1.160.000	1.450.000	-	244.926	1.205.074
Materiali di scavo provenienti dalle opere in sotterraneo (comprese opere di imbocco) – classe C	3.806.400	4.758.000	-	4.758.000	-
Materiali di scavo provenienti dalle opere all'aperto – classe C	705.028	881.286	568.212	313.074	-
<b>Totale</b>	<b>6.282.428</b>	<b>7.853.036</b>	<b>1.331.962</b>	<b>5.316.000</b>	<b>1.205.074</b>

Classe "A" – materiali di ottime qualità che possono essere utilizzati per la produzione di aggregati per conglomerati cementizi e per la formazione di rilevati. Classe "B" – materiali di buona qualità che possono essere utilizzati per la formazione dei corpi di rilevati. Classe "C" – materiali che sono da destinarsi a riempimenti, rinterrati o a deposito definitivo.

Si è determinata pertanto la necessità di individuare, sempre in val Riga, tre aree integrative così identificate:

- deposito A - Vorderrigger,
- deposito B - Plakner,
- deposito C - Plattner.

In Figura 6.7 è rappresentata la zona della Val Riga ove sono state ubicate le aree individuate come destinazione definitiva dei materiali prodotti degli scavi del progetto in esame.

I depositi sono compresi nella zona delimitata dalla Strada Statale 12 del Brennero ad ovest, dallo svincolo autostradale A22 di Bressanone a sud, e dal fiume Isarco a sud ed est.

Nel suo complesso, il materiale allocato proverrà sia dagli scavi delle gallerie (naturali ed artificiali) che delle opere all'aperto: in particolare i materiali destinati in tali depositi evidenziano caratteristiche geo-meccaniche non idonee ad un riutilizzo nell'ambito delle opere civili in progetto.

Si è assunto che, all'atto dell'avvio dei lavori di scavo, tali aree, che oggi presentano diverse destinazioni, risultino nella configurazione morfologica idonea al deposito dei materiali, nelle disponibilità poste a base del presente progetto.

Nell'ambito dei reciproci impegni tra RFI e la Provincia Autonoma di Bolzano, si è determinato che su tali aree vengano concesse autorizzazioni per lo sviluppo di attività di escavazione di materiali litoidi, pari alle volumetrie necessarie al deposito dei materiali provenienti dalla realizzazione del Lotto1, come di seguito illustrato.

L'iter approvativo, anche sotto l'aspetto ambientale, la logistica e tutte le attività connesse, risulteranno a completo carico di imprese locali appositamente individuate, in accordo con le strutture della Provincia Autonoma di Bolzano, in modo da rendere completamente libere e disponibili le aree all'atto dell'avvio delle fasi di deposito.



**Abbildung 6.7** – Enddeponien im Riggertal

Zur Vornahme der Gesteinscharakterisierung der Gebiete und Lieferung geeigneter Elemente für die Bestimmung der Aufnahmefähigkeit der Gruben wurde 2012 eigens eine Untersuchungsmessreihe durch Italferr vorgenommen: Das Material an den, in der Nähe des Eisack-Flussbetts gelegenen Lagerstätten A, B und C setzt sich aus oberflächlichen Terrassierungen jüngerer Schwemmmaterialien zusammen. Bei der Deponie Forch sind Terrassierungen mit größerer Stärke vorhanden, die vom geologischen Gesichtspunkt her gesehen auf ältere Schwemmmablagerungen zurückzuführen sind.

Auf jeden Fall sind diese Materialien für die Nutzung am Bau geeignet. Angesichts der Bodenbeschaffenheit sind diese Gelände als Gruben und zur anschließenden Verfüllung mit etwaiger Überhöhung in Vereinbarkeit mit der Morphologie der Umgebung geeignet.

Der Nutzungsplan muss entsprechend den in den detaillierten Plänen aufgeführten Projektvorgaben realisiert werden, um maximale Ergiebigkeit sowohl beim Aushub als auch bei der anschließenden Einlagerung zu erzielen. Insbesondere haben die Grubenböschungen ein maximales Gefälle von 2:3 mit provisorischen, 3,00 m breiten Stufen alle 5,00 m Höhenunterschied aufzuweisen. Bei der endgültigen Ausgestaltung sind die Grubenböschungen mit einem maximalen Gefälle von 1:2 mit 3,00 m breiten Stufen alle 5,00 m Höhenunterschied zu modellieren. Auf jeden Fall ist die Endoberfläche so zu gestalten, dass




**Figura 6.7 – Depositi definitivi in Val Riga**

Al fine di procedere alla caratterizzazione gelitologica delle aree e di fornire idonei elementi per la determinazione le potenzialità degli invasi di cava, è stata realizzata una apposita campagna indagini condotta da Italferr nel 2012: il materiale in posto dei depositi individuati come A, B e C, prossimi all'alveo del fiume Isarco, risulta costituito da terrazzamenti superficiali di materiale alluvionale recente; nel deposito di Forch sono presenti terrazzamenti con potenze maggiori, risalenti a depositi alluvionali più datati dal punto di vista geologico.

In ogni caso tali i materiali risultano idonei ad essere impiegati nell'ambito di opere civili. Vista la natura dei terreni, le aree risultano idonee ad essere cavate e successivamente ritombate con eventuale sopraelevazione compatibilmente con la morfologia del territorio circostante.

Il piano di coltivazione dovrà essere realizzato secondo le indicazioni progettuali rappresentate sugli elaborati grafici di dettaglio al fine di pervenire ad una resa massima sia in termini di scavo che di futuro deposito; in particolare le scarpate dovranno presentare una pendenza massima 2/3 con banca provvisoria di larghezza pari a 3,00 m ogni 5,00 m di dislivello altimetrico. Nelle sistemazioni finali le scarpate andranno modellate con una pendenza massima 1 / 2 con banca di larghezza pari a 3,00 m ogni 5,00 m di dislivello altimetrico; in ogni caso la superficie finale verrà realizzata permettendo il raccordo morfologico con territorio circostante e i successivi interventi di ripristino e riambientalizzazione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

durch anschließende Wiederherstellungs- und Begrünungsmaßnahmen ihre morphologische Einbindung in die umgebende Landschaft gestattet wird.

Das Höhenmaß des Grubengrunds in jeder Deponie wurde unter Berücksichtigung nicht nur der Geländekonfiguration sondern auch der Beschaffenheit der vorhandenen Böden, der Nähe des Eisack und des Grundwasserspiegels, der in der genannten Studie im Jahr 2012 erfasst wurde, festgelegt. Unter Bezugnahme auf die verfügbaren Daten, liegt der Grubengrund stets oberhalb des Grundwasserspiegels am jeweiligen Standort. In nachstehender Tabelle 6.1 wird die Gesamtheit der Volumen, die aus dem Aushub der Lagerstätten stammen, mit dem Aufnahmevermögen der Lager in der endgültigen Gestaltung verglichen. Unter volumetrischem Vermögen versteht sich das Volumen im Haufen (Volumen von zerkleinertem und vor Ort verdichtetem Material) des Erdreichs, das aus dem Aushub der Bauwerke des vorliegenden Projekts stammt.

Beschreibung	Deponie Forch (m <sup>3</sup> )	Deponie A (m <sup>3</sup> )	Deponie B (m <sup>3</sup> )	Deponie C (m <sup>3</sup> )	Insgesamt (m <sup>3</sup> )
Ausbruch	4.082.000	309.000	460.400	336.500	5.187.900
Verfüllung	3.720.000	450.000	679.000	467.000	5.316.000

**Tabelle 6.1**– Zusammenfassende Tabelle der Enddeponien im Riggertal

Das Projekt für die Wasserhaltung der Deponiegelände sieht die Vorhaltung von Vorrichtungen zum Auffangen und Ableiten oberflächlicher fließender Gewässer und Sickerwasser während der Ausbruchtätigkeit und bei der definitiven Nutzung vor.

In Übereinstimmung mit den Vorgaben der Norm (Dekret des Präsidenten der Provinz vom 21. Januar 2008, Nr. 6 – „Ausführungsregelung für das Provinzgesetz Nr. 8 vom 18. Juni 2002 mit „Bestimmungen über die Gewässer“ im Bereich Gewässerschutz“ (Absatz IV: Regen- und Spülwasser von Außenbereichen (Art. 37 – Art. 47), das von der Autonomen Provinz Bozen ausgegeben wurde, hat Regenwasser, das über die Oberfläche der Deponien fließt, als sauber zu gelten und darf daher direkt ohne Klärungsbedarf in den Eisack oder den Untergrund eingeleitet werden. Vom Drainagesystem sind die Baustellenwasser ausgeschlossen, welche stattdessen Gegenstand des spezifischen Baustellenplans sind (einschließlich der erforderlichen Klärung).

Entlang des Umrisses der Gelände sind bereits ab der Aushubmaßnahme definitive Maßnahmen vorgesehen. Diese bestehen im Anlegen von mit Stein verkleideten Gräben, welche das aufgefangene Wasser direkt entweder in den Eisack oder den Untergrund einleiten.

Für die Phase der Grubentätigkeit sind entlang der Bänke und Böschungen halbkreisförmige Kanäle aus Beton-Fertigteilen zum Auffangen von Regenwasser vorgesehen. Diese laufen zu Sammelschächten mit geeigneter Größe. Ferner ist am Grubenboden eine Reihe von Drainagegräben geplant.

In der Endgestaltung der Deponien besteht das Regenwasser-Drainagesystem, abgesehen von den bereits in der vorhergehenden Phase realisierten definitiven Elementen aus einer Reihe von vor Ort realisierten, offenen Steinkanälen, welche in Sammelschächten münden und damit das Ableiten des Regenwassers an der Oberfläche ermöglichen. Ferner sind auf der Oberfläche des aufgeschütteten Hügels Dachpfannen zum Ableiten von oberflächlichem Fließwasser vorgesehen.

In der endgültigen Projektphase ist ferner die Verlegung einer Reihe von Mikroschlitz-Rohren im Innern der Verfüllung auf Höhe der ursprünglichen Geländeoberkante vorgesehen, damit eine wirksame Drainage des erhöhten Teils gewährleistet wird.

La quota di fondo scavo di ciascun deposito è stata stabilita tenendo conto, oltre la configurazione dell'area, la natura dei terreni in situ, la vicinanza al fiume Isarco, anche del livello della falda desunto dalla citata campagna condotta nel 2012. Facendo riferimento ai dati a disposizione il fondo scavo risulta sempre posto ad una quota più alta di quella della falda in sito. La successiva Tabella 6.1 mette a confronto l'insieme dei volumi in banco del materiale proveniente dagli scavi dei depositi, e la capacità volumetrica dei depositi nella sistemazione finale; per capacità volumetrica ricettiva si intende la volumetria in mucchio (volume di materiale frantumato e compattato in opera) delle terre provenienti dagli scavi delle opere del presente progetto.

Descrizione	Deposito Forch (m <sup>3</sup> )	Deposito A (m <sup>3</sup> )	Deposito B (m <sup>3</sup> )	Deposito C (m <sup>3</sup> )	Totale (m <sup>3</sup> )
Scavo	4.082.000	309.000	460.400	336.500	5.187.900
Ritombamento	3.720.000	450.000	679.000	467.000	5.316.000

**Tabella 6.1 – Tabella riassuntiva depositi definitivi in Val Riga**

Il progetto di sistemazione idraulica delle aree di deposito prevede la predisposizione di opere di raccolta e allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale e di infiltrazione previste durante la fase di scavo e in quella definitiva.

In accordo con quanto previsto dalla normativa (Decreto del Presidente della Provincia, 21 gennaio 2008, n. 6 - "Regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 recante «Disposizioni sulle acque» in materia di tutela delle acque" (Capo IV: Acque meteoriche e di lavaggio di aree esterne (art. 37 - art. 47) emanata dalla Provincia Autonoma di Bolzano, le acque di origine meteorica dilavanti la superficie dei depositi è da ritenersi pulita e quindi recapitabile direttamente nel fiume Isarco o nel sottosuolo senza bisogno di alcun trattamento preventivo. Nel sistema di drenaggio sono escluse le acque del cantiere che saranno oggetto del progetto specifico della cantierizzazione (con gli opportuni trattamenti richiesti).

Lungo il perimetro esterno delle aree sono previsti degli interventi definitivi sin dalla fase di scavo; tali interventi riguardano la predisposizione di fossi di guardia rivestiti in pietrame che recapiteranno le acque raccolte direttamente nei recapiti individuati (fiume Isarco e sottosuolo).

Per la fase di scavo, lungo le banche e lungo le scarpate, sono previste delle canalette semicircolari in CLS prefabbricate per la regimazione delle acque meteoriche; tali canalette confluiranno in pozzetti di raccordo opportunamente dimensionati. È inoltre prevista a fondo scavo, una serie di trincee drenanti.

Nella configurazione finale della sistemazione delle aree di deposito, il sistema di drenaggio delle acque meteoriche, oltre agli elementi definitivi realizzati già nella fase precedente, è rappresentato da una serie di canalette in pietrame a cielo aperto gettate in opera che confluiranno in pozzetti di recapito e che permetteranno la regimazione delle acque meteoriche sulla copertura. Sono inoltre previsti embrici per il convogliamento delle acque di ruscellamento superficiali sul corpo del rinterro.

In fase definitiva di progetto, è inoltre prevista una serie di tubazioni microfessurata da installare all'interno del corpo del riempimento, mediamente ad una quota corrispondente al piano campagna originale dell'area, per garantire un efficace drenaggio della porzione in elevazione.

## 7 EISENBAHNTRASSE

Die Trassenführung von Baulos 1 beginnt nördlich des Wartesaalgebäudes im Bahnhof Franzensfeste als Fortsetzung des Basistunnels gemäß BBT-Projekt zur Verbindung mit dem Brenner und endet südlich des Bahnhofs Waidbruck.

Die Gleise werden mit einem Achsabstand von 40,00 m voneinander verlegt und verlaufen fast gänzlich in bergmännisch als Doppelröhre angelegtem Tunnel.

Vom Bahnhof Franzensfeste, wo die neuen Gleise neben der Bestandsstrecke liegen, verläuft die Trasse nach Süden und tritt nach einem kurzen Abschnitt im Graben in den Tunnel ein (Schalderer), wo sie rechts des Eisack bis zum Austritt ins Eisacktal bei Feldthurns weiterläuft. Im Norden knüpft der Schalderer Tunnel über zwei Verbindungszweige, die fast komplett in Tunneln mit Länge von ca. 2,25 km für Gleis 2 (BP) und ca. 2,4 km für Gleis 1 (BD) verlaufen, an das Bestandsnetz an. Im Süden überquert die Trasse den Eisack mithilfe einer ca. 240 m langen Brücke, um danach auf der linken Eisackseite erneut unterirdisch (Grödner Tunnel) bis zum Ansatz an die Verknüpfung von Waidbruck weiter zu verlaufen.

Der Grödner Tunnel von Baulos 1 ist Teil eines weit längeren Tunnels, der im Süden weiter laufen und bei der Ortschaft Branzoll austreten wird. Dieser Abschnitt gehört zu den zur Vervollständigung vorgesehenen zukünftigen Baulosen (Baulos 5). Die Verbindung des Grödner Tunnels an das Bestandsnetz ist über zwei größtenteils unterirdische Verknüpfungszweige mit einer Länge von ca. 2,3 km für Gleis 2 und ca. 3 km für Gleis 1 geplant, die ausgehend vom Ansatz der Verknüpfungen schließlich beim Bahnhof Waidbruck austreten.



## 7 TRACCIATO FERROVIARIO

Il tracciato del Lotto 1 inizia a nord in asse al fabbricato viaggiatori della stazione di Fortezza in prosecuzione alla galleria di base del progetto BBT di collegamento con il Brennero e termina a sud della stazione di Ponte Gardena.

I binari saranno posti tra loro a interasse 40.00 m e saranno quasi completamente in galleria naturale a doppia canna.

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) e prosegue in destra dell'Isarco fino allo sbocco sulla val d'Isarco in prossimità di Velturmo. A Nord la galleria Scaleres si collegherà all'attuale rete esistente mediante due rami di interconnessione previsti quasi completamente in galleria della lunghezza rispettivamente di 2,25 km circa per il binario pari (B.P) e di 2,4 km circa per il binario dispari (B.D). A Sud Il tracciato attraversa il fiume Isarco mediante un ponte lungo 240 m circa per rientrare nuovamente in sotterraneo (Galleria Gardena) in sinistra Isarco e prosegue sino alle radici delle interconnessioni di Ponte Gardena.

La galleria Gardena del Lotto 1 rappresenta una porzione di una galleria ben più lunga che si svilupperà in prosecuzione a Sud, sbucando presso l'abitato di Bronzolo, e che rientra nell'ambito dei futuri lotti di completamento (lotto 5). 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 binario pari e 3 km circa per il binario dispari che, partendo dalle radici delle interconnessioni, sbucheranno in corrispondenza della stazione di Ponte Gardena.

## 7.1 BESCHREIBUNG DER TRASSENFÜHRUNG VON HAUPTSTRECKE UNDVERKNÜPFUNG

Es folgt eine technische Beschreibung der folgendermaßen unterteilten Gleisbaumaßnahmen:

- Gleis 2 HL-Strecke
- Gleis 1 HL-Strecke
- Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd
- Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd
- Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck
- Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck
- Maßnahmen im Bereich des Bahnhofs Waidbruck

### Bau von Streckengleis 2 HL-Strecke zwischen km 0+000 und 22+492,00:

Gleis 2 beginnt an der Achse des Fahrgastgebäudes (FG) in Franzensfeste, (festgelegt als Km0+000) verläuft zunächst im Freien und tritt dann bei Km 0+525,75 (Nordeingang) in den bergmännisch vorgetriebenen „Schalderer“ Tunnel ein, aus dem es bei Km 15+875,99 (Südeingang) wieder austritt, um auf dem Viadukt zwischen km 15+883,14 und 16+104,40 den Eisack, die Autobahn A22 und die Brennerstraße zu überqueren. Bei km 16+125,92 tritt es in den bergmännisch angelegten „Grödner“ Tunnel ein, in dem es bis zum Endpunkt der Baumaßnahme bei km 22+492 verläuft.

Weitere charakteristische Kilometerpunkte des Trassenverlaufs von Gleis 2 der HL-Strecke sind folgende:

- km 1+639,18 Überführung der Verknüpfung Gleis 2 von Franzensfeste Süd
- km 3+565,08 Fensterstollen Vahrn Nord
- km 3+635,08 Weichenspitze (PS) Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd
- km 3+729,14 Fensterstollen Vahrn Süd
- km 3+839,14 Weichenspitze (PS) Gleisverbindungsstelle (GVS)
- km 12+179,69 Fensterstollen Albeins
- km 20+928,04 Weichenspitze (PS) GVS
- km 20+958,05 Fensterstollen Klausen
- km 20+988,04 Weichenspitze (PS) GVS
- km 22+167,77 Weichenspitze (PS) Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck
- km 22+492,00 ende streckentunnel Baulos 1
- km 23+219,29 Überführung durch Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck

### Bau von Streckengleis 2 HL-Strecke zwischen km 0+000 und 21+917,00:

Gleis 1 beginnt an der Achse des Fahrgastgebäudes (FG) in Franzensfeste, (km0+000) verläuft zunächst im Freien und tritt dann bei Km 0+524,95 (Nordeingang) in den bergmännisch vorgetriebenen „Schalderer“ Tunnel ein, aus dem es bei Km 15+860,20 (Südeingang) wieder austritt, um auf dem Viadukt zwischen km 15+8725,04 und 16+122,79 den Eisack, die Autobahn A22 und die Brennerstraße zu überqueren. Bei km 16+146,50 tritt es in den bergmännisch angelegten „Grödner“ Tunnel ein, in dem es bis zum Endpunkt der Baumaßnahme bei km 21+917 verläuft.

Weitere charakteristische Kilometerpunkte des Trassenverlaufs von Gleis 1 der HL-Strecke sind folgende:

- km 1+587,40 Überführung von Verknüpfung Gleis 2 von Franzensfeste Süd



## 7.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI LINEA E INTERCONNESSIONE

Si riporta riportata una descrizione tecnica degli interventi relativi alla costruzione del binario, così suddivisi:

- Binario Pari linea AC
- Binario Dispari linea AC
- Interconnessione Pari Fortezza Sud
- Interconnessione Dispari Fortezza Sud
- Interconnessione Pari Ponte Gardena
- Interconnessione Dispari Ponte Gardena
- Interventi nell'ambito della stazione di Ponte Gardena

### Costruzione del binario di corsa Pari linea AC tra i Km 0+000 e 22+492.00:

Il binario Pari inizia in prossimità dell'asse fabbricato Viaggiatori (F.V.) di Fortezza, (convenzionalmente Km0+000) prosegue allo scoperto, entra nella galleria naturale "Scaleres" al Km 0+525.75 (imbocco Nord) fino al Km 15+875.99 (imbocco Sud), sovrappassa in viadotto, tra i Km 15+883.14 e 16+104.40, il fiume Isarco, l'autostrada A22 e la strada statale del Brennero; al Km 16+125.92 entra nella galleria naturale "Gardena" per restarvi fino alla fine dell'intervento al km 22+492.

Tra le altre progressive chilometriche caratteristiche del tracciato del binario Pari di linea AC si elencano le seguenti:

- Km 1+639.18 sovrappassaggio da parte dell'interconnessione Pari di Fortezza Sud
- Km 3+565.08 finestra di Varna Nord
- Km 3+635.08 P.S. Interconnessione Pari Fortezza Sud
- Km 3+729.14 finestra di Varna Sud
- Km 3+839.14 P.S. deviatoio Posto di Comunicazione (P.C.)
- Km 12+179.69 Finestra di Albes
- Km 20+928.04 P.S. deviatoio P.C.
- Km 20+958.05 Finestra di Chiusa
- Km 20+988.04 P.S. deviatoio P.C.
- Km 22+167.77 P.S. Interconnessione Pari Ponte Gardena
- Km 22+492.00 fine galleria di linea Lotto 1
- Km 23+219.29 sovrappassaggio da parte dell'interconnessione Dispari di Ponte Gardena

### Costruzione del binario di corsa Dispari linea AC tra i Km 0+000 e 21+917.00:

Il binario Dispari inizia in prossimità dell'asse F.V. di Fortezza, (Km0+000) prosegue allo scoperto, entra nella galleria naturale "Scaleres" al Km 0+524.95 (imbocco Nord) fino al Km 15+860.20 (imbocco Sud), sovrappassa in viadotto, tra i Km 15+8725.04 e 16+122.79, il fiume Isarco, l'autostrada A22 e la strada statale del Brennero, al Km 16+146.50 entra nella galleria naturale "Gardena" per restarvi fino alla fine dell'intervento al km 21+917.

Tra le altre progressive chilometriche caratteristiche del tracciato del binario Dispari di linea AC si elencano le seguenti:

- Km 1+587.40 sovrappassaggio da parte dell'interconnessione Pari di Fortezza Sud

- km 3+623,22 Fensterstollen Vahrn Nord
- km 3+663,22 Weichenspitze (PS) Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd
- km 3+757,28 Fensterstollen Vahrn Süd
- km 4+405,28 Weichenspitze (PS) GVS
- km 12+229,23 Fensterstollen Albeins
- km 20+452,82 Weichenspitze (PS) GVS
- km 21+012,96 Fensterstollen Klausen
- km 21+572,96 Weichenspitze (PS) GVS
- km 21+632,82 Weichenspitze (PS) Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck
- km 21+917,00 ende Streckentunnel Baulos 1
- km 23+215,30 Überführung durch Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck

Anmerkung: Das Südende dieser Trassenstudie liegt jenseits des Endes von Baulos 1 bei km 23+400 (pk Gleis 1), um mit dem Trassenprojekt bis zur Stelle der Überführung der HL-Linie durch die Verknüpfung Gleis 1 von Waidbruck (bei km 23+215,30 pk Gleis 1) zu gelangen.

Bau des Verknüpfungsgleises zwischen Südansatz im Bahnhof Franzensfeste und Gleis 2 der HL-Strecke

Das Verknüpfungsgleis 2 Franzensfeste Süd beginnt (km 0+000) bei der Weichenspitze (PS) an Gleis 2 der Bestandsstrecke bei km 197+584,55 und endet (km 2+758,13) bei der Weichenspitze (PS) an Gleis 2 der neuen HL-Strecke bei km 3+635,08.

Weitere charakteristische Kilometerpunkte des Trassenverlaufs der Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd sind folgende:

- km 0+250,00 Beginn des in offener Bauweise angelegten Tunnels
- km 0+320 Eintritt in bergmännisch angelegten Tunnel
- km 0+709,45 Überführung von Gleis 1 der HL-Strecke
- km 0+776,04 Überführung von Gleis 2 der HL-Strecke

Bau des Verknüpfungsgleises zwischen Südansatz im Bahnhof Franzensfeste und Gleis 1 der HL-Strecke

Das Verknüpfungsgleis 1 von Franzensfeste Süd beginnt (km 0+000) bei der Weichenspitze (PS) an Gleis 2 der Bestandsstrecke bei km 197+450,35 und endet (km 2+795,32) bei der Weichenspitze (PS) an Gleis 1 der neuen HL-Strecke bei km 3+663,22.

Weitere charakteristische Kilometerpunkte des Trassenverlaufs der Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd sind folgende:

- km 0+153,00 Beginn des in offener Bauweise angelegten Tunnels
- km 0+215 Eintritt in bergmännisch angelegten Tunnel

Bau des Verknüpfungsgleises zwischen Gleis 2 der HL-Strecke und Bahnhof Waidbruck

Das Verknüpfungsgleis 2 Waidbruck beginnt (0+000) bei der Weichenspitze (PS) an Gleis 2 der HL-Strecke bei km 22+167,77 und endet (km 2+962,11) im Anschluss an Gleis 4 des Bahnhofs Waidbruck bei km 172+549,15 der Bestandsstrecke.

- Km 3+623.22 finestra di Varna Nord
- Km 3+663.22 P.S. Interconnessione Dispari Fortezza Sud
- Km 3+757.28 finestra di Varna Sud
- Km 4+405.28 P.S. deviatoio P.C.
- Km 12+229.23 Finestra di Albes
- Km 20+452.82 P.S. deviatoio P.C.
- Km 21+012.96 Finestra di Chiusa
- Km 21+572.96 P.S. deviatoio P.C.
- Km 21+632.82 P.S. Interconnessione Dispari Ponte Gardena
- Km 21+917.00 fine galleria di linea Lotto 1
- Km 23+215.30 sovrappassaggio da parte dell'interconnessione Dispari di Ponte Gardena

Nota: Il limite Sud del presente studio di tracciato è stato posto oltre la fine del lotto 1 al Km 23+400 (pk binario Dispari), per arrivare con il progetto del tracciato al punto di sovrappassaggio della linea AC da parte dell'interconnessione Dispari di Ponte Gardena (al Km 23+215.30 pk binario Dispari),

Costruzione del binario di Interconnessione tra la radice Sud della stazione di Fortezza e il binario Pari della linea AC

Il binario di interconnessione Pari di Fortezza Sud parte (Km 0+000) dalla P.S. del deviatoio posto sul binario Pari della linea storica al Km 197+584.55 e termina ( Km 2+758.13) in corrispondenza della P.S. del deviatoio posto sul binario Pari della nuova linea AC al Km 3+635.08

Tra le progressive chilometriche caratteristiche del tracciato dell'interconnessione Pari di Fortezza Sud si elencano le seguenti:

- Km 0+250.00 inizio galleria artificiale
- Km 0+320 imbocco galleria naturale
- Km 0+709.45 sovrappassaggio del binario Dispari linea AC
- Km 0+776.04 sovrappassaggio del binario Pari linea AC

Costruzione del binario di Interconnessione tra la radice Sud della stazione di Fortezza e il binario Dispari della linea AC

Il binario di interconnessione Dispari di Fortezza Sud parte (Km 0+000) dalla P.S. del deviatoio posto sul binario Pari della linea storica al Km 197+450.35 e termina ( Km 2+795.32) in corrispondenza della P.S. del deviatoio posto sul binario Dispari della nuova linea AC al Km 3+663.22


Tra le progressive chilometriche caratteristiche del tracciato dell'interconnessione Dispari di Fortezza Sud si elencano le seguenti:

- Km 0+153.00 inizio galleria artificiale
- Km 0+215 imbocco galleria naturale

Costruzione del binario di Interconnessione tra il binario Pari della linea AC e la stazione di Ponte Gardena

il binario di interconnessione Pari di Ponte Gardena parte (Km 0+000) dalla P.S. del deviatoio posto sul binario Pari della linea AC al Km 22+167.77 e termina ( Km 2+962.11) allacciandosi al binario 4 della stazione di Ponte Gardena in corrispondenza del Km 172+549.15 della linea storica.

Tra le progressive chilometriche caratteristiche del tracciato dell'interconnessione Pari di Ponte Gardena si elencano le seguenti:

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL  VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B	SEITE 48 von 270

Weitere charakteristische Kilometerpunkte des Trassenverlaufs der Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck sind folgende:

- km 2+322,42 Unterführung unter der Bestandsstrecke
- km 2+357,87 Eintritt in bergmännisch angelegten Tunnel
- km 2+580,00 Ende des in offener Bauweise angelegten Tunnels

Bau des Verknüpfungsgleises zwischen Gleis 1 der HL-Strecke und Bahnhof Waidbruck

Das Verknüpfungsgleis 1 Waidbruck beginnt (0+000) bei der Weichenspitze (PS) an Gleis 1 der HL-Strecke bei km 21+632,82 und endet (km 3+375,38) im Anschluss an Gleis 1 des Bahnhofs Waidbruck bei km 172+493,34 der Bestandsstrecke.

Weitere charakteristische Kilometerpunkte des Trassenverlaufs der Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck sind folgende:

- km 1+622,33 Überführung von Gleis 1 der HL-Strecke
- km 1+693,34 Überführung von Gleis 2 der HL-Strecke
- km 3+185,79 Eintritt in bergmännisch angelegten Tunnel
- km 3+214,20 Ende des in offener Bauweise angelegten Tunnels

- Km 2+322.42 sottopasso della linea storica
- Km 2+357.87 imbocco galleria naturale
- Km 2+580.00 fine galleria artificiale

Costruzione del binario di Interconnessione tra il binario Dispari della linea AC e la stazione di Ponte Gardena

il binario di interconnessione Dispari di Ponte Gardena parte (Km 0+000) dalla P.S. del deviatoio posto sul binario Dispari della linea AC al Km 21+632.82 e termina ( Km 3+375.38) allacciandosi al binario 1 della stazione di Ponte Gardena in corrispondenza del Km 172+493.34 della linea storica.

Tra le progressive chilometriche caratteristiche del tracciato dell'interconnessione Dispari di Ponte Gardena si elencano le seguenti:

- Km 1+622.33 sovrappassaggio binario Dispari linea AC
- Km 1+693.34 sovrappassaggio binario Pari linea AC
- Km 3+185.79 imbocco galleria naturale
- Km 3+214.20 fine galleria artificiale

## 7.2 TECHNISCHE MERKMALE

Die technischen Merkmale der Baumaßnahme sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Maximales Gefälle	<p>Gleis 2/1 HL-Strecke 12,5 ‰</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd 12,3 ‰</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd 12,3 ‰</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck 12,5 ‰</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck 12,5 ‰</p> <p>Gleis 2/1 Bestandsstrecke im Bereich Waidbruck 15,4 ‰ (derzeitiges Gefälle im Bereich des Nordansatzes des Bahnhofs)</p>
Streckengeschwindigkeit	<p>Gleis 2/1 HL-Strecke 225 km/h</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd 100 km/h</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd 100 km/h</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck 60/100 km/h</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck 60/100 km/h</p> <p>Gleis 2/1 Bestandsstrecke im Bereich Waidbruck 75 km/h (gleich der momentanen Streckengeschwindigkeit)</p>
Mindestradius in der Ebene	<p>Gleis 2/1 HL-Strecke 2500 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd 500m</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd 500 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck 280 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck 300 m</p> <p>Gleis 2/1 Bestandsstrecke im Bereich Waidbruck 460 m</p>
Mindestradius in der Höhe	<p>Gleis 2/1 HL-Strecke 14.000 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Franzensfeste Süd 10.000 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Franzensfeste Süd 8.000 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck 3.000 m</p> <p>Verknüpfung Gleis 1 Waidbruck 4.500 m</p>
Grenzlinie für feste Anlagen	PMH 5
Kinematische Bezugslinie	C
Achsabstand Gleise	<p>Gleis 2/1 HL-Strecke 40,00 m</p> <p>Gleis 2/1 Bestandsstrecke im Bereich Waidbruck 4,00 m</p>
Geschwindigkeitsbereich	A, B, C, P
Max. nicht kompensierte Beschleunigung	0,6 m/sec <sup>2</sup>
Maximale Überhöhung in Kurve	160 mm

## 7.2 CARATTERISTICHE TECNICHE

Le caratteristiche tecniche dell'intervento sono riportate nella seguente tabella:

Pendenza massima	<p><b>Binari P/D linea AC 12.5 ‰</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Fortezza Sud 12.3 ‰</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Fortezza Sud 12.3 ‰</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Ponte Gardena 12.5 ‰</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Ponte Gardena 12.5 ‰</b></p> <p><b>Binari P/D linea storica nell'ambito di Ponte Gardena 15.4 ‰</b> (pendenza attuale nella zona della radice Nord della stazione)</p>
Velocità di tracciato	<p><b>Binari P/D linea AC 225 Km/h</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Fortezza Sud 100 Km/h</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Fortezza Sud 100 Km/h</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Ponte Gardena 60/100 Km/h</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Ponte Gardena 60/100 Km/h</b></p> <p><b>Binari P/D linea storica nell'ambito di Ponte Gardena 75 Km/h</b> (pari alla velocità di tracciato esistente)</p>
Raggio minimo planimetrico	<p><b>Binari P/D linea AC 2500m</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Fortezza Sud 500 m</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Fortezza Sud 500 m</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Ponte Gardena 280 m</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Ponte Gardena 300 m</b></p> <p><b>Binari P/D linea storica nell'ambito di Ponte Gardena 460 m</b></p>
Raggio minimo altimetrico	<p><b>Binari P/D linea AC 14000 m</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Fortezza Sud 10000 m</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Fortezza Sud 8000 m</b></p> <p><b>Interconnessione Pari Ponte Gardena 3000 m</b></p> <p><b>Interconnessione Dispari Ponte Gardena 4500 m</b></p>
Profilo minimo degli ostacoli	P.M.O. 5
Sagoma cinematica	C
Interasse binari	<p><b>Binari P/D linea AC 40.00 m</b></p> <p><b>Binari P/D linea storica nell'ambito di Ponte Gardena 4.00 m</b></p>
Rango di velocità	A, B, C, P
Accelerazione max non compensata	0.6 m/sec <sup>2</sup>
Massima sopraelevazione in curva	160 mm



### 7.3 MASSNAHMEN IM BEREICH DES BAHNHOFES WAIDBRUCK

Die Anlagen im Bahnhof Waidbruck sind bereits Gegenstand eines Einreichprojekts im Rahmen des funktionellen Teilabschnitts, der von der Kommission CIPE mit dem Beschluss vom 18.02.2013 gebilligt wurde und der eine erste Ausführungsphase umfasst, während der einige Maßnahmen, die Beeinträchtigungen des Eisenbahnverkehrs mit sich bringen, vorgezogen werden.

Die im Rahmen des funktionellen Teilabschnitts vorgesehene Endkonfiguration umfasst ein neues Gleis 1 des Bahnhofs (Überholgleis 1) mit Modul 750 m und Einfahrt mit 60 km/h, zwei neue Verbindungsstellen Gleis 2/1 sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite, sodass das neue Gleis 1 des Bahnhofs auch von Streckengleis 2 benutzt werden kann, und die neuen Sicherheits- und Signalisierungsrichtungen vom Typ ACC.

Dieses Projekt sieht aufgrund der Änderung, die am Trassenverlauf der Verknüpfungen vorgenommen werden musste (siehe Absatz 0)), vor, dass die Bahnhofsgleise 1 und 4 auf der Nordseite nicht mehr mit den Streckengleisen der Bestandsstrecke verbunden sind, sondern zu ausschließlichen Verknüpfungsgleisen zwischen der neuen HL-Strecke und der Bestandsstrecke werden, an welche sie über vorhandene Verbindungen zwischen Streckengleisen und den dazu gehörenden Überholgleisen angeschlossen sind.

Die Arbeiten werden hauptsächlich aus Lageveränderungen des Verlaufs der Streckengleise zwischen ca. km 172+650 und 173+200 bestehen, wobei diese nach Osten verlegt werden, um den Vortrieb in offener Bauweise des Tunnels für das Verknüpfungsgleis 2 im Bereich zwischen Streckengleis 2 und Eisack, nachdem zunächst die Gleise 2/1 zwischen km 172+691 und 173+608 provisorisch umgeleitet worden sind, sowie der doppelten Verbindung zu gestatten, damit die Bauarbeiten ohne Beeinträchtigungen des Bahnbetriebs erfolgen können.

Die Streckengeschwindigkeit der provisorischen Umleitung der Streckengleise wird 75 km/h betragen, d.h. der momentanen entsprechen.

### 7.3 INTERVENTI NELL'AMBITO DELLA STAZIONE DI PONTE GARDENA

Gli impianti di stazione di Ponte Gardena, sono già oggetto di progetto definitivo nell'ambito del Sub lotto Funzionale approvato dal CIPE con delibera del 18/02/2013, che prevede una prima fase realizzativa tesa ad anticipare alcune lavorazioni che comportano soggezioni all'esercizio ferroviario.

La configurazione finale prevista nell'ambito del Sub lotto funzionale prevede in sintesi un nuovo binario primo di stazione (precedenza dispari) di modulo 750m con relativi ingressi a 60 km, due nuove comunicazioni pari/dispari sia lato nord che lato sud per rendere fruibile anche al binario pari il nuovo primo binario di stazione e il nuovo apparato di sicurezza e segnalamento di tipo ACC.

Il presente progetto, a causa della modifica che si è dovuta apportare al tracciato delle interconnessioni (vedi paragrafo 6.1) prevede che i binari 1 e 4 di stazione non siano più collegati lato Nord ai binari di corsa della linea storica, ma diventino esclusivamente binari di interconnessione tra la nuova linea AC e la linea storica, a cui saranno collegati mediante le comunicazioni esistenti tra binari di corsa e relative precedenze.

I lavori consisteranno principalmente nella modifica planimetrica del tracciato dei binari di corsa tra i Km 172+650 e 173+200 circa, con spostamento degli stessi verso Est, per consentire la costruzione della galleria artificiale del binario di interconnessione Pari nella zona compresa tra il binario di corsa Pari e il fiume Isarco, previa deviazione provvisoria dei binari P/D tra i Km 172+691 e 173+608, nonché della relativa doppia comunicazione per consentire la realizzazione delle opere senza porre soggezioni all'esercizio.

La velocità di tracciato della deviazione provvisoria dei binari di corsa sarà di 75 Km/h., pari a quella esistente.

## 8 BETRIEBSSTUDIEN

Im Rahmen der Betriebsstudien wurde eine Analyse der bestehenden und zukünftigen Infrastruktursituation sowie der Betriebsmodelle vorgenommen mit dem Zweck, die Fähigkeit der neuen Infrastruktur zur Bewältigung des geplanten Verkehrsaufkommens in verschiedenen Zeitszenarien zu überprüfen.

Die durchgeführten Analysen lassen einige Bewertungen allgemeiner Art zu:

- Die geplante Gestaltung der Infrastruktur ist in der Lage, das für die Bezugszeiträume vorausgesehene Verkehrsaufkommen zu bewältigen.
- Die Realisierung von Baulos 1 ermöglicht die Erzielung bedeutender Vorteile sowohl im Hinblick auf eine Senkung der Leistungskennzahl der Strecke, sodass im Vergleich zur heutigen Situation höhere Transportvolumen bei gleicher Anzahl von fahrenden Zügen befördert werden können, als auch im Hinblick auf die Verkürzung der Fahrzeiten.

In den nachstehenden Abschnitten werden die wichtigsten Elemente der Studie erläutert:

- eine Übersicht von Funktionalität, Infrastrukturen und Technologie für derzeitige und zukünftige Konfiguration;
- eine Übersicht der derzeitigen und geplanten Betriebsmodelle;
- zwei Betriebszeitpläne, die auf Grundlage von zwei unterschiedlichen Ansätzen für die Streckenwartung entwickelt worden sind.

## 8 STUDI DI ESERCIZIO


Nell'ambito degli studi di esercizio è stata effettuata un' analisi della situazione infrastrutturale esistente e futura e dei modelli di esercizio, finalizzata a verificare la capacità della nuova infrastruttura di soddisfare il traffico di progetto nei vari scenari temporali.

Le analisi condotte permettono di effettuare alcune valutazioni di carattere generale:

- La configurazione infrastrutturale di progetto è in grado di rispondere al traffico previsto per gli orizzonti temporali di riferimento.
- L'intervento della realizzazione del Lotto 1 permette di conseguire importanti benefici sia in termini di riduzione del grado di prestazione della linea, consentendo di trasportare un maggiore tonnellaggio a parità di treni circolanti rispetto alla situazione attuale, sia in termini di riduzione dei tempi di percorrenza.

In particolare nei paragrafi successivi si riportano i principali elementi dello studio svolto

- il quadro funzionale, infrastrutturale e tecnologico della configurazione attuale e futura;
- il quadro dei modelli di esercizio attuale e di progetto;
- due orari di servizio sviluppati a partire da due diverse ipotesi manutentive della linea

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL  VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	52 von 270

## 8.1 DERZEITIGE SITUATION DER INFRASTRUKTUR

Die derzeitige Strecke Brenner – Verona ist ein Güterkorridor von grundlegender Bedeutung für den Zugang zum transeuropäischen Verkehrsnetz. Ca. 60 % des Verkehrs besteht aus Güterzügen. Der von dieser Infrastrukturmaßnahme betroffene Streckenabschnitt (Waidbruck – Franzensfeste) weist vor allem im letzten Abschnitt zwischen Brixen und Franzensfeste starke Gefälle auf, welche die Leistungsfähigkeit der gesamten Strecke beeinträchtigen.

Der derzeitige Streckenabschnitt Waidbruck – Franzensfeste ist insgesamt ca. 26 km lang und umfasst folgende Servicestellen:

- Waidbruck            Bahnhof,
- Klausen             Haltestelle
- Brixen                Bahnhof
- Franzensfeste      Bahnhof

Das Gefälle der Strecke variiert von 15 bis 23 ‰ bergaufwärts, während die Leistungskennzahl der Strecke von 18 bis 24 reicht. Der Abschnitt ist durch recht niedrige Höchstgeschwindigkeiten in Rang A gekennzeichnet, die von 75 km/h bis maximal 100 km/h reichen.

Das derzeitige Modul der Anlagen im Streckenabschnitt, der Gegenstand der Vervierfachung ist, variiert von mindestens 490 m in Brixen bis maximal 750 m in Waidbruck (Neubau).

Alle Servicestellen sind mit Unterführung ausgerüstet.

Als Zugsteuerung kommt das (neu eingeführte) System BAB (Automatischer Streckenblock bei Gleiswechselfahrt) mit vierfach verschlüsselter Signalwiederholung auf der Lok und auf Standardabschnitten (von 1350 bis 1800 m) zum Einsatz. Als Betriebssystem kommt das Leit- und Sicherungssystem SCC mit Zentraler Leitstelle in Verona zum Einsatz. Die gesamte Strecke wird vom Zugverkehrssteuerungssystem SCMT gedeckt.

Die allgemeine Bauregelung für den Bahnhof Waidbruck sieht zum Zeitpunkt des Baubeginns folgendes vor:

- Neubau Bahnhofsgleis 1 (Überholgleis 1) mit Modul 750 m und Einfahrtgeschwindigkeit 60 km/h;
- zwei neue Verbindungen Gleis 2/1 sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite, damit das neue Bahnhofsgleis 1 auch von Gleis 2 genutzt werden kann; die Anlage in der endgültigen Konfiguration sieht doppelte Verbindungen sowohl auf der Seite Brixen (Franzensfeste) als auch auf der Seite Blumau-Tiers (Bozen) vor;
- an Bahnhofsgleis 2 sind Gleise angeschlossen, die als Abstellgleise für die Fahrgestellwartung dienen;
- neue Sicherheits- und Signalvorrichtungen des Typs ACC.

Das Streckenmodul beträgt 600 m (so wie es derzeit in der Informationsbroschüre PIR steht).

## 8.1 SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE ATTUALE

L'attuale linea Brennero – Verona è un corridoio merci fondamentale per l'accesso alla rete Europea. Circa il 60% del traffico circolante è costituito da treni merci. Il tratto di linea, oggetto dell'intervento infrastrutturale (Ponte Gardena - Fortezza), presenta forti acclività, soprattutto nel tratto terminale compreso tra Bressanone e Fortezza, che condizionano la prestazione dell'intera linea.

L'attuale tratto di linea tra Ponte Gardena e Fortezza si estende complessivamente per circa 26 km e comprende i seguenti posti di servizio:

- o Ponte Gardena                      stazione;
- o Chiusa                                      fermata;
- o Bressanone                              stazione;
- o Fortezza                                      stazione.

Le pendenze della linea variano dal 15 al 23% in ascesa mentre il grado di prestazione della linea va dal 18 al 24. La tratta è caratterizzata da velocità di fiancata in rango A piuttosto basse, che variano da un minimo da 75km/h ad un massimo di 100km/h.

L'attuale modulo degli impianti ricompresi nella tratta oggetto dell'intervento di quadruplicamento varia da un minimo di 490m a Bressanone ad un massimo di 750m a Ponte Gardena (di recente realizzazione).

Tutti i posti di servizio sono dotati di sottopasso.

Il regime di circolazione è il BAB (di recente realizzazione) con ripetizione dei segnali in macchina a 4 codici e con sezioni standard (da 1350 a 1800m). Il sistema di esercizio è il SCC con posto centrale a Verona. La tratta di linea è interamente coperta da SCMT (Sistema Controllo Marcia Treni).

Il Piano Regolatore Generale (PRG) della stazione di Ponte Gardena al momento dell'inizio lavori prevede:

- nuovo primo binario di stazione (precedenza dispari) di modulo 750m con relativi ingressi a 60km/h;
- due nuove comunicazioni pari/dispari sia lato nord che lato sud per rendere fruibile anche al binario pari il nuovo primo binario di stazione; l'impianto in configurazione definitiva presenta doppie comunicazioni (cappello da prete) sia lato Bressanone (Fortezza) che lato Prato Tires (Bolzano);
- binari allacciati al secondo binario di stazione adibiti al ricovero carrelli per la manutenzione;
- nuovo apparato di sicurezza e segnalamento di tipo ACC.

Il modulo della linea è di 600m (così come riportato attualmente sul prospetto informativo rete PIR).

## 8.2 DERZEITIGES BETRIEBSMODELL

Das Betriebsmodell der derzeitigen Strecke wurde aus den effektiven Verkehrsdaten abgeleitet, die vom System PIC (Piattaforma integrata della Circolazione - Integrierte Verkehrsplattform) in zweiwöchiger Beobachtung geliefert worden sind.

Insbesondere wurde eine Bezugswoche des geltenden Fahrplans analysiert und ein Mittelwert der wöchentlichen Fahrten aufgeteilt nach Beförderungsarten berechnet.

DERZEITIGES BETRIEBSMODELL												
STRECKENABSCHNITT	VERKEHRSTYP											
	LSZ			Regional			Güter			Insgesamt		
	D	N	GES	D	N	GES	D	N	GES	D	N	GES
FRANZENSFESTE-WAIDBRUCK	10	3	13	47	5	52	45	39	84	102	47	149
WAIDBRUCK - BOZEN	10	3	13	47	5	52	45	39	84	102	47	149

**Derzeitiges Betriebsmodell**



## 8.2 MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE

Il modello di esercizio della linea attuale è stato desunto da dati effettivi di circolazione ricavati dal sistema PIC (Piattaforma Integrata della Circolazione) su due settimane di osservazioni.

In particolare è stata analizzata una settimana di riferimento dell'orario in esercizio e calcolata una media delle circolazioni sulla settimana, suddivisa per tipologie di servizio.

MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE												
TRATTO DI LINEA	TIPOLOGIA DI TRAFFICO											
	LP			Regionali			Merci			Totale		
	D	N	TOT	D	N	TOT	D	N	TOT	D	N	TOT
FORTEZZA-PONTE GARDENA	10	3	13	47	5	52	45	39	84	102	47	149
PONTE GARDENA - BOLZANO	10	3	13	47	5	52	45	39	84	102	47	149

**Modello di esercizio attuale**

### 8.3 GEPLANTE SITUATION DER INFRASTRUKTUR

Zur Vervielfachung als Variante für den Streckenabschnitt Waidbruck - Franzensfeste sind folgende Eingriffe geplant:

- Realisierung der Verknüpfung von Waidbruck ohne störende Überschneidungen sowohl auf HG-/HL-Seite als auch auf der langsamen Strecke (LS) mit Streckengeschwindigkeit 100 km/h und Einbindung in HG-Strecke mit 100 km/h und an LS-Strecke mit 60 km/h. Die Einbindung in den Bahnhof Waidbruck erfolgt über die derzeitigen Überholgleise, die diese Funktion verlieren und ausschließlich der HG-Linie gewidmet werden.

Der Bahnhof Waidbruck wird zum Abzweigungsbahnhof für die neue Streckentrasse ausgebaut. Im Bahnhofsbereich wird weiter zum Zwecke der Schalldämmung bei weiterlaufendem Betrieb und vor Aktivierung der Verknüpfungen eine partielle Überdachung der Gleise der Bestandsstrecke und der beiden Verknüpfungszweige realisiert. Das neue Bahnhofslayout wird in nachstehender Abbildung gezeigt.

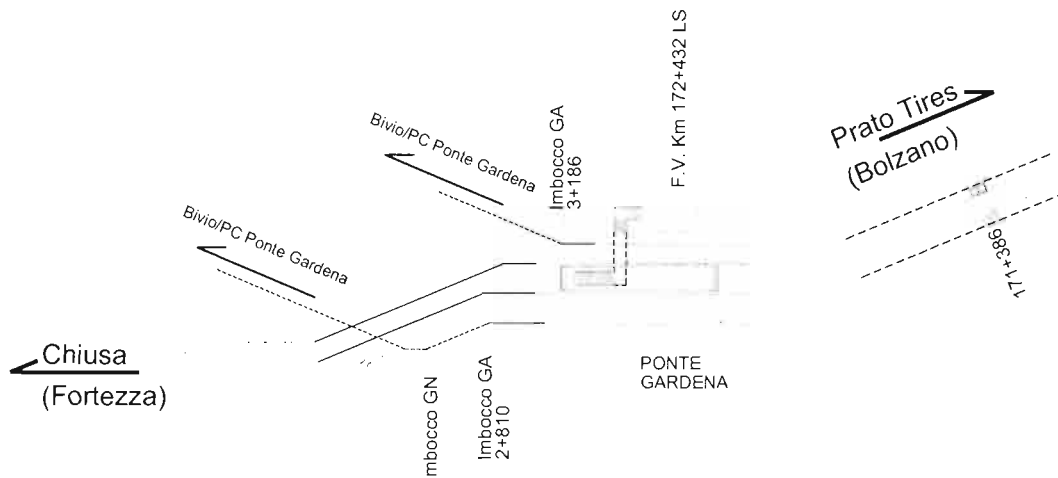


Abbildung 8.1 - Waidbruck

- Realisierung der neuen Gleisverbindungsstelle mit 100 km/h in der Nähe der Einbindung der Verknüpfung an die neue Strecke (Gabelung/GVS Waidbruck Nord). Das Bahnhofslayout wird in nachstehender Abbildung gezeigt.

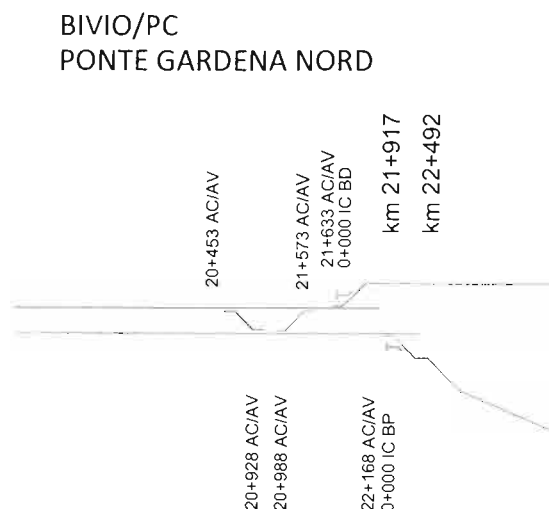


Abbildung 8.2 – Gabelung/GVS Waidbruck Nord

### 8.3 SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE DI PROGETTO

Il quadruplicamento in variante del tratto di linea Ponte Gardena – Fortezza prevede i seguenti interventi:

- realizzazione dell'interconnessione Ponte Gardena, senza interferenza a raso, sia lato AV/AC che lato linea lenta (LL) con velocità di tracciato di 100 km/h ed innesto su linea AV a 100 km/h e su linea LL a 60km/h; l'innesto nella stazione di Ponte Gardena avviene sugli attuali binari di precedenza che perdono tale funzione e sono dedicati esclusivamente alla linea AC.

La stazione di Ponte Gardena si trasforma in stazione di diramazione del nuovo tratto di linea. In ambito stazione viene inoltre realizzata, sotto esercizio e prima dell'attivazione delle interconnessioni, una copertura parziale dei binari di linea storica e dei due rami dell'interconnessione finalizzata alla mitigazione acustica. Il nuovo layout della stazione è riportato nella figura successiva.

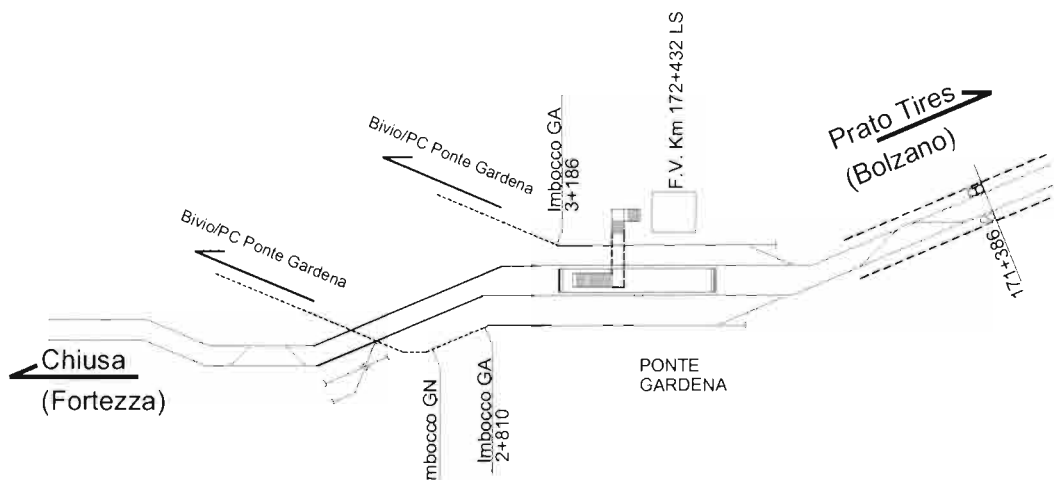


Figura 8.1 - Ponte Gardena

- realizzazione del posto di comunicazione a 100km/h in prossimità dell'innesto dell'interconnessione sulla nuova linea (Bivio/PC Ponte Gardena Nord). Il layout della stazione è riportato nella figura successiva.

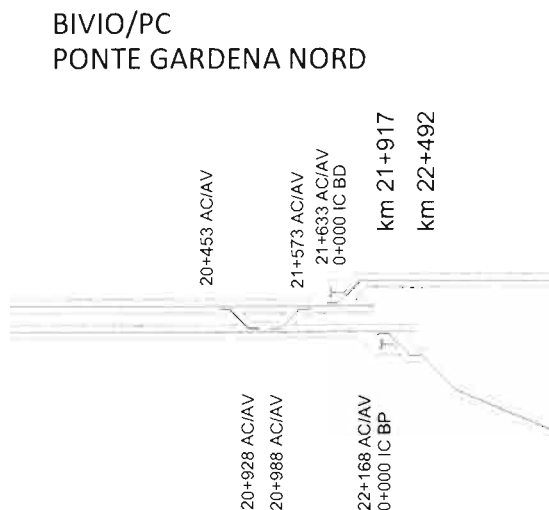
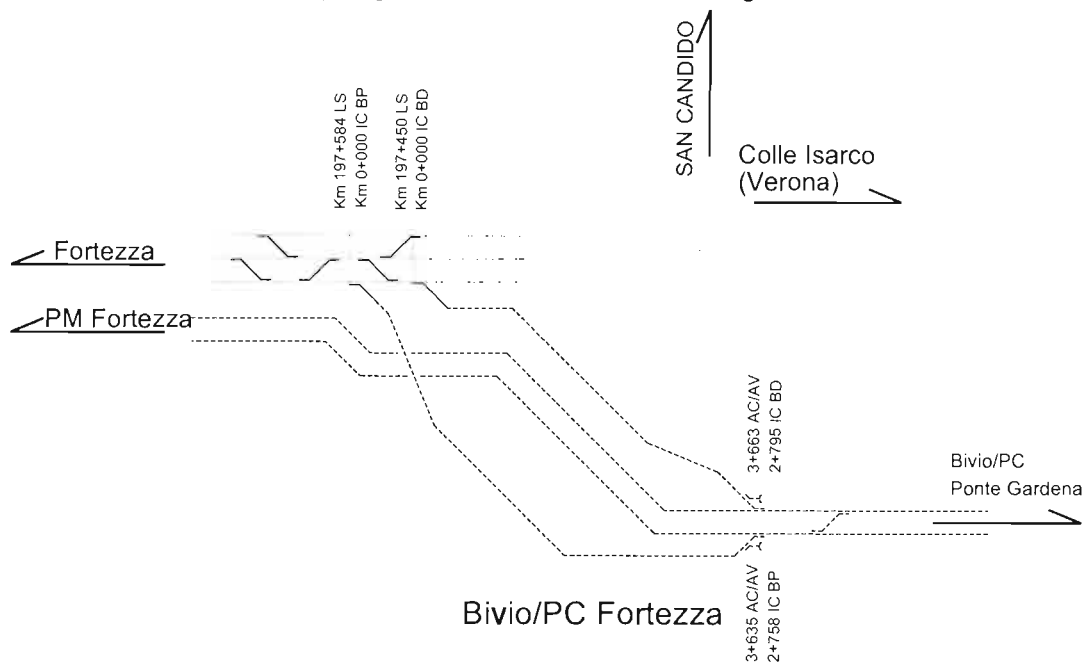


Figura 8.2 - Bivio/PC Ponte Gardena Nord

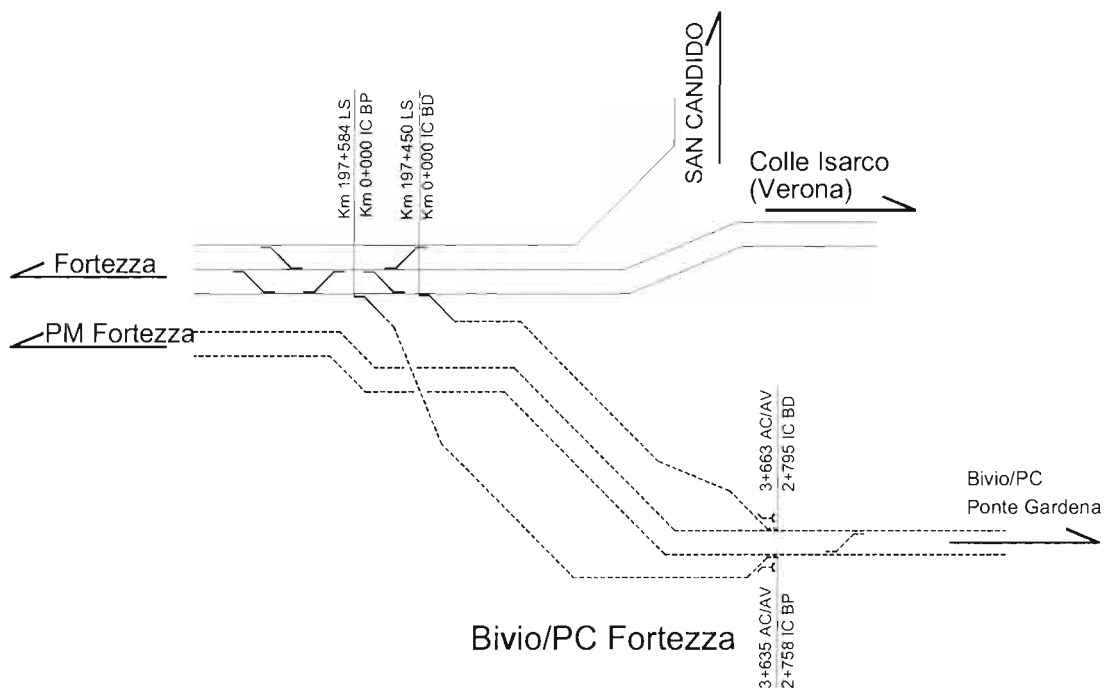
- Realisierung der HG-/HL-Streckentrasse von km 21+917 bis km 0+000;
- Realisierung einer Verbindung Gleis 2/1 in der Nähe der Weichenspitze (PS) der Verknüpfung Franzensfeste (Gabelung/GVS Franzensfeste);
- Realisierung der Verknüpfung Franzensfeste ohne Überschneidungen auf gleicher Ebene auf der Seite der HL-/HG-Strecke sowie mit Einbindung auf gleicher Ebene auf Seiten der Langsamen Strecke mit Streckengeschwindigkeit 100 km/h sowie Einbindung an HG-Strecke mit 100 km/h und 60 km/h an die langsame Strecke; ferner ist die Anlage von zwei neuen Verbindungen mit 60 km/h im Bereich des Bahnhofs Franzensfeste vorgesehen, um die Einbindung der Verknüpfung Franzensfeste funktionstüchtig zu machen.



**Abbildung 8.3- Gabelung/GVS Franzensfeste**

- Die Verknüpfungen sind mit unabhängigem Schienenabschnitt auf der Seite der HL-/HG-Strecke ausgerüstet.
- Die direkt mit der Aktivierung verbundenen technologischen Ausrüstungselemente (ERTMS-Deckung usw.) sind unter die Maßnahmen des funktionellen Teilabschnitts 1 eingegliedert.
- Das maximale Gefälle der neuen Strecke beträgt 12,5 ‰ über eine Entfernung von ca. 16 km.
- Das Gefälle beträgt für die Verknüpfungen Waidbruck maximal 12,5 ‰, für die Verknüpfungen Franzensfeste (Zweig 2) 11,12 ‰.
- Die Streckengeschwindigkeit beträgt 225 km/h.
- Die geplante Stromversorgung erfolgt mit 25 kV AC für die Strecke sowie 25 kV AC und 3kV DC mit entsprechendem Übergang im Bereich der Verknüpfungen.
- Als Kollisionsschutz kommt das ERTMS zweiten Levels mit einer Standardlänge der Sperrabschnitte von ca. 1800 zum Einsatz.
- Das Trassenmanagementsystem gehört zum Multistation-Typ, während das Steuerungs- und Kontrollsystem dem Standard SCC/M für HG entspricht.

- realizzazione del tratto di linea AV/AC da km 21+917 al km 0+000;
- realizzazione di una comunicazione pari/dispari in prossimità della punta scambi dell'interconnessione di Fortezza (Bivio/PC Fortezza);
- realizzazione dell'interconnessione di Fortezza, senza interferenza a raso lato linea AC/AV e con innesto a raso lato LL, con velocità di tracciato di 100km/h, ed innesto su linea AV a 100km/h e su linea LL a 60km/h; è prevista anche la posa di due nuove comunicazioni a 60km/h in ambito stazione di Fortezza per rendere funzionale l'innesto dell'interconnessione di Fortezza.



**Figura 8.3 - Bivio/PC Fortezza**

- Le interconnessioni sono dotate di tronchino di indipendenza lato linea AV/AC.
- Gli attrezzaggi tecnologici funzionali strettamente connessi all'attivazione (copertura ERTMS ecc.) sono ricompresi nell'intervento del lotto funzionale 1.
- La pendenza massima della nuova linea è del 12,5‰ per una estesa di circa 16km.
- La pendenza massima è del 12,5‰ per le interconnessioni di Ponte Gardena, mentre è del 11,12‰ per le interconnessioni di Fortezza (ramo pari).
- La velocità di tracciato è di 225km/h.
- Il sistema di alimentazione è previsto a 25kVca per la linea e 25kVca e 3kV cc con apposita transizione in ambito interconnessioni.
- Il sistema di distanziamento è l'ERTMS di secondo livello con una lunghezza standard delle sezioni di blocco di circa 1800.
- Il sistema di gestione della via è di tipo Multistazione mentre il sistema di comando e controllo è a standard SCC/M per AV.

## 8.4 GEPLANTE BETRIEBSMODELLE

Die geplanten Betriebsmodelle nehmen Bezug auf Infrastrukturszenarien, die vollständig auf einer Linie mit denjenigen liegen, die in der Dokumentation des Brennerbasistunnels (BBT) aufgeführt sind<sup>3</sup>.

Diese Betriebsmodelle weisen an den nicht vervierfachten Abschnitten eine Anzahl von Zügen auf, die an der Grenze der heutigen Kapazitäten liegt (über 300 Züge/Tag). Anschließend ist auch in Funktion der funktionellen Teilabschnitte, die mit Sicherheit verwirklicht werden, ein weiterer technologischer Ausbau für eine Steigerung der derzeitigen Verkehrskapazität in Erwägung zu ziehen (Verringerung der Zugabstände).

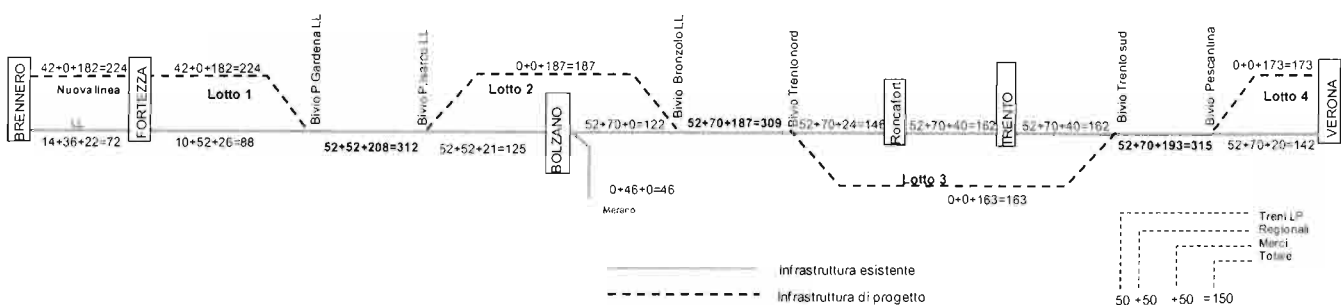
Die Art von Diensten, welche den ausgebauten Abschnitt betreffen, ist nachstehend aufgeführt:

Langstreckenzüge (LSZ) mit Halt an folgenden Ortschaften<sup>4</sup>:

- Rovereto;
- Trient;
- Bozen;
- Franzensfeste;
- Brenner;
- Regionalzüge

Güterzüge und Rollende Landstraße (RoLa)<sup>5</sup>. Nachstehend ist eine Übersicht der Betriebsmodelle für diese Linie aufgeführt.

### Betriebsmodell Szenarium 2015 BBT



**Abbildung 8.4 - Zusammenfassender Überblick Züge Szenarium 2015**

Das im BBT-Dokument aufgeführte Betriebsmodell folgt nachstehend.

<sup>3</sup> „Studie eines Betriebsmodells für das Eisenbahnsystem, das sich aus dem neuen Brennerpass-Basistunnel und den dazu gehörenden Zulaufstrecken auf italienischer und österreichischer Seite zusammensetzt“, Version 3.0 vom 13.03.2006 – Ausgabe durch RFI

<sup>4</sup> Die 10 auf der Bestandsstrecke im Abschnitt Waidbruck – Brenner eingefädelt Züge halten am Bahnhof Brixen.

<sup>5</sup> Der RoLa-Umschlagbahnhof befindet sich bei der Anlage in Roncafort

## 8.4 MODELLI DI ESERCIZIO DI PROGETTO

I modelli di esercizio di progetto fanno riferimento a scenari infrastrutturali perfettamente in linea con quelli riportati sulla documentazione della galleria di base del Brennero (BBT)<sup>3</sup>.

Tali modelli di esercizio presentano, nei tratti di linea non quadruplicati, un numero di treni ai limiti della capacità della linea attuale (superiore ai 300 treni/giorno). Occorrerà valutare successivamente, anche in funzione degli effettivi lotti funzionali di sicura realizzazione, un ulteriore intervento di potenziamento tecnologico al fine di aumentare l'attuale capacità di circolazione (riduzione del distanziamento).

Le tipologie di servizi che interesseranno la direttrice potenziata sono riportate di seguito:

Treni Lunga Percorrenza (LP) con fermate nelle seguenti località<sup>4</sup>:

Rovereto;

Trento;

Bolzano;

Fortezza;

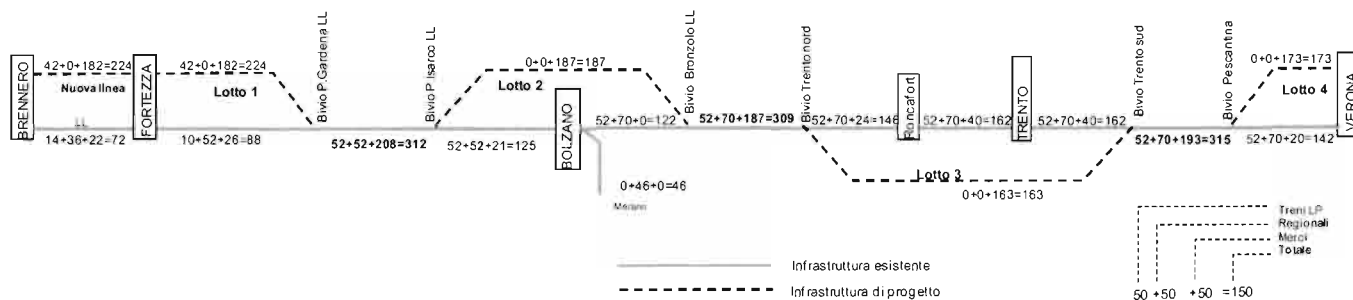
Brennero;

Treni regionali

Treni merci e Autostrada viaggiante (AF)<sup>5</sup>.

Di seguito è riportato il riepilogo dei modelli di esercizio che interessano la direttrice.

### Modello di esercizio Scenario 2015 BBT



**Figura 8.4 - Quadro sintetico riepilogo treni scenario 2015**

Il modello di esercizio riportato sul documento BBT è riportato di seguito.

<sup>3</sup> "Studio di un modello di esercizio del sistema ferroviario costituito dalla nuova galleria di base del valico del Brennero e dalle direttrici ad essa afferenti lato Italia e lato Austria Versione 3.0 del 13/03/2006 – ente emittente RFI

<sup>4</sup> I 10 treni istradati su linea storica nel tratto Ponte Gardena – Brennero effettuano servizio nello scalo di Bressanone;

<sup>5</sup> Lo scalo AF è ubicato nell'impianto di Roncafort.



BRENNER - VERONA (Bestandsstrecke)	LSZ	Reg	Güter	Ges	
Brenner-Franzensfeste	14	36	22	72	
Franzensfeste Gabelung Waidbruck	10	52	26	88	
Gabelung Waidbruck – Gabelung Eisackbr.	52	52	208	312	<b>Gemeinsame Teilstrecke</b>
Gabelung Eisackbrücke - Bozen	52	52	21	125	
Bozen – Bozen Süd	52	116	0	168	
Bozen Süd – Gabelung Branzoll	52	70	0	122	
Gabelung Branzoll – Gab. Trient Nord	52	70	187	309	<b>Gemeinsame Teilstrecke</b>
Gabelung Trient Nord - Roncafort	52	70	24	146	
Roncafort - Trient	52	70	40	162	
Trient – Gabelung Trient Süd	52	70	40	162	
Gab. Trient Süd – Gabelung Pescantina	52	70	193	315	<b>Gemeinsame Teilstrecke</b>
Gab. Pescantina – Gabelung San Massimo	52	70	20	142	

Tabelle 8.1- Zusammenfassung Züge auf Bestandsstrecke Szenarium 2015 BBT

Funktionelle Teilabschnitte	LSZ	Reg	Güt	Ges
Brenner - Franzensfeste (Neubaustrecke)	42	0	182	224
Franzensfeste HL – Gab. Waidbruck (Baulos 1)	42	0	182	224
Gab. Eisackbrücke – Gab. Branzoll (Baulos 2)	0	0	187	187
Gab. Trient Nord - Gab. Trient Süd (Baulos 3)	0	0	163	163
Gab. Pescantina – Verona (Baulos 4)	0	0	173	173

Tabelle 8.2 - Zusammenfassung Züge auf funktionellen Teilabschnitten Szenarium 2015 BBT

	Tag	Nacht	Insgesamt
LSZ	90%	10%	100%
Reg	85%	15%	100%
Güter	50%	50%	100%

Tabelle 8.3 - Übersicht Tag-/Nachtverteilung der Züge Szenarium 2015

BRENNERO - VERONA (Linea Storica)	LP	Reg	Merci	Tot	
Brennero-Fortezza	14	36	22	72	
Fortezza-Bivio P. Gardena	10	52	26	88	
Bivio P.Gardena - Bivio P.Isarco	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>208</b>	<b>312</b>	<i>Tratta comune</i>
Bivio P.Isarco - Bolzano	52	52	21	125	
Bolzano-Bolzano Sud	52	116	0	168	
Bolzano Sud -Bivio Bronzolo	52	70	0	122	
<i>Bivio Bronzolo - B. Trento nord</i>	<b>52</b>	<b>70</b>	<b>187</b>	<b>309</b>	<i>Tratta comune</i>
Bivio Trento Nord - Roncafort	52	70	24	146	
Roncafort - Trento	52	70	40	162	
Trento - Bivio Trento sud	52	70	40	162	
<i>Bivio Trento sud - Bivio Pescantina</i>	<b>52</b>	<b>70</b>	<b>193</b>	<b>315</b>	<i>Tratta comune</i>
Bivio Pescantina - Bivio San Massimo	52	70	20	142	

**Tabella 8.1 - Riepilogo treni su linea storica scenario 2015 BBT**

Lotti funzionali	LP	Reg	Mer	Tot
Brennero-Fortezza (nuova linea)	42	0	182	224
Fortezza AC-Bivio P.Gardena (lotto 1)	42	0	182	224
Bivio P.Isarco -Bivio Bronzolo (lotto 2)	0	0	187	187
Bivio Trento Nord - Bivio Trento Sud (lotto 3)	0	0	163	163
Bivio Pescantina - Verona (lotto 4)	0	0	173	173

**Tabella 8.2 - Riepilogo treni su lotti funzionali scenario 2015 BBT**

	diurno	notturno	Totale
LP	90%	10%	100%
Reg	85%	15%	100%
Merci	50%	50%	100%

**Tabella 8.3 - Riepilogo ripartizioni treni diurni/notturni scenario 2015**

**BETRIEBSMODELL SZENARIOUM 2025 BBT**

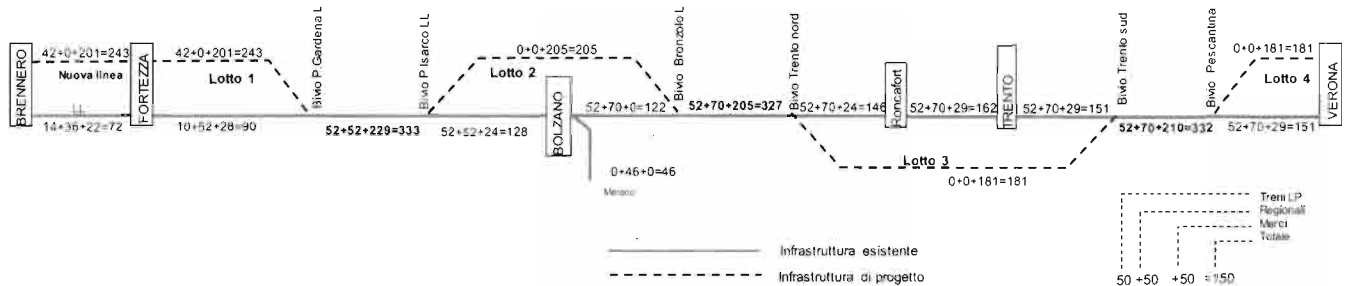


Abbildung 8.5 - Zusammenfassender Überblick Züge Szenarium 2025

Das im BBT-Dokument aufgeführte Betriebsmodell folgt nachstehend.

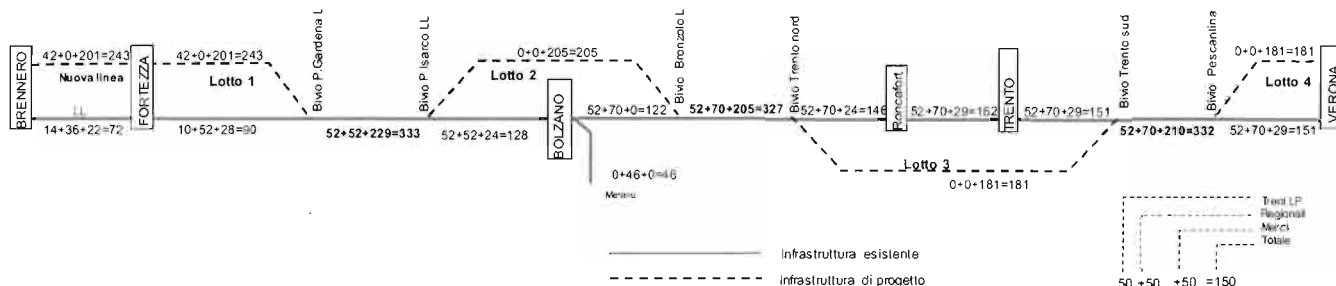
<i>BRENNER - VERONA (Bestandsstrecke)</i>	<i>LSZ</i>	<i>Reg</i>	<i>Güter</i>	<i>Ges</i>	
<i>Brenner-Franzensfeste</i>	14	36	22	72	
<i>Franzensfeste Gabelung Waidbruck</i>	10	52	28	90	
<i>Gabelung Waidbruck – Gabelung Eisackbr.</i>	52	52	229	333	<b>Gemeinsame Teilstrecke</b>
<i>Gabelung Eisackbrücke - Bozen</i>	52	52	24	128	
<i>Bozen – Bozen Süd</i>	52	116	0	168	
<i>Bozen Süd – Gabelung Branzoll</i>	52	70	0	122	
<i>Gabelung Branzoll – Gab. Trient Nord</i>	52	70	205	327	<b>Gemeinsame Teilstrecke</b>
<i>Gabelung Trient Nord - Roncafort</i>	52	70	24	146	
<i>Roncafort - Trient</i>	52	70	40	162	
<i>Trient – Gabelung Trient Süd</i>	52	70	29	151	
<i>Gab. Trient Süd – Gabelung Pescantina</i>	52	70	210	332	<b>Gemeinsame Teilstrecke</b>
<i>Gab. Pescantina – Gabelung San Massimo</i>	52	70	20	142	

Tabelle 8.4- Zusammenfassung Züge auf Bestandsstrecke Szenarium 2025 BBT

Funktionelle Teilabschnitte	LSZ	Reg	Güt	Ges
<i>renner –Franzensfeste (Neubaustrecke)</i>	42	0	201	243
<i>Franzensfeste HL – Gab. Waidbruck (Baulos 1)</i>	42	0	182	224
<i>Gab. Eisackbrücke – Gab. Branzoll (Baulos 2)</i>	0	0	187	187
<i>Gab. Trient Nord - Gab. Trient Süd (Baulos 3)</i>	0	0	163	163
<b><i>Gab. Pescantina – Verona (Baulos 4)</i></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>173</b>	<b>173</b>

Tabelle 8.5- Zusammenfassung Züge auf funktionellen Teilabschnitten Szenarium 2025 BBT

**MODELLO DI ESERCIZIO SCENARIO 2025 BBT**



**Figura 8.5 - Quadro sintetico riepilogo treni scenario 2025**


Il modello di esercizio riportato sullo documento BBT è riportato di seguito.

<i>BRENNERO - VERONA (Linea Storica)</i>	<i>LP</i>	<i>Reg</i>	<i>Merci</i>	<i>Tot</i>	
Brennero-Fortezza	14	36	22	72	
Fortezza-Bivio P.Gardena	10	52	28	90	
<i>Bivio P.Gardena - Bivio P.Isarco</i>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>229</b>	<b>333</b>	<i>Tratta comune</i>
Bivio P.Isarco - Bolzano	52	52	24	128	
Bolzano-Bolzano Sud	52	116	0	168	
Bolzano Sud -Bivio Bronzolo	52	70	0	122	
<i>Bivio Bronzolo - B. Trento nord</i>	<b>52</b>	<b>70</b>	<b>205</b>	<b>327</b>	<i>Tratta comune</i>
Bivio Trento Nord - Roncafort	52	70	24	146	
Roncafort - Trento	52	70	40	162	
Trento - Bivio Trento sud	52	70	29	151	
<i>Bivio Trento sud - Bivio Pescantina</i>	<b>52</b>	<b>70</b>	<b>210</b>	<b>332</b>	<i>Tratta comune</i>
Bivio Pescantina - Bivio San Massimo	52	70	20	142	

**Tabella 8.4 - Riepilogo treni su linea storica scenario 2025 BBT**

<b>Lotti funzionali</b>	<i>LP</i>	<i>Reg</i>	<i>Mer</i>	<i>Tot</i>
Brennero-Fortezza (nuova linea)	42	0	201	243
Fortezza AC-Bivio P.Gardena (lotto 1)	42	0	182	224
Bivio P.Isarco -Bivio Bronzolo (lotto 2)	0	0	187	187
Bivio Trento Nord - Bivio Trento Sud (lotto 3)	0	0	163	163
Bivio Pescantina - Verona (lotto 4)	0	0	173	173

**Tabella 8.5 - Riepilogo treni su lotti funzionali scenario 2025 BBT**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

	Tag	Nacht	Insgesamt
LSZ	90%	10%	100%
Reg	85%	15%	100%
Güter	50%	50%	100%

Tabelle 8.6 - Übersicht Tag-/Nachtverteilung der Züge Szenarium 2025

### BETRIEBSMODELL ZUR ERSTAKTIVIERUNG

Bei der Aktivierung von Baulos 1, während noch auf die Fertigstellung der anschließenden funktionellen Teilabschnitte (2, 3 und 4) gewartet wird, sind beim verwendeten Betriebsmodell die derzeitigen Kapazitätsgrenzen der Bestandsstrecke, die zwischen 250 und 290~300 Züge pro Tag liegen, zu berücksichtigen. In folgenden Tabellen wird das Betriebsmodell für die langsame Strecke und den funktionellen Teilabschnitt bei der Erstaktivierung aufgeführt.

<b>BRENNER - VERONA (Bestandsstrecke)</b>	LSZ	Reg	Güt	Ges
Brenner-Franzensfeste	10	32	22	64
Franzensfeste Gabelung Waidbruck	10	52	26	88
Gabelung Waidbruck – Blumau-Tiers	52	52	146	250

Gemeinsame  
Teilstrecke

Tabelle 8.7 - Zusammenfassung Züge auf Bestandsstrecke

<b>Funktioneller Teilabschnitt</b>	LSZ	Reg	Güt	Ges
<b>Brenner – Franzensfeste (Neubaustrecke)</b>	42	0	120	162
<b>Franzensfeste HL-Gabelung/GVS Waidbruck (Baulos 1)</b>	42	0	120	162
<b>GVS Waidbruck (Baulos 1) - Waidbruck</b>	42	0	120	162

Tabelle 8.8- Zusammenfassung Züge auf funktionellem Teilabschnitt

	Tag	Nacht	Insgesamt
LSZ	90%	10%	100%
Reg	85%	15%	100%
Güter	50%	50%	100%

Tabelle 8.9 - Übersicht Tag-/Nachtverteilung der Züge

	diurno	notturno	Totale
LP	90%	10%	100%
Reg	85%	15%	100%
Merci	50%	50%	100%

**Tabella 8.6 - Riepilogo ripartizioni treni diurni/notturni scenario 2025**

**MODELLO DI ESERCIZIO DI PRIMA ATTIVAZIONE**

Nel caso di attivazione del lotto 1, in attesa dei successivi lotti funzionali (2, 3 e 4), il modello di esercizio da adottare tiene conto degli attuali limiti di capacità della linea esistente, compresi tra 250 e 290~300 treni/giorno. Nelle tabelle seguenti si riporta il modello di esercizio per la linea lenta e per il lotto funzionale in prima attivazione.

<b>BRENNERO - VERONA (Linea Storica)</b>	LP	Reg	Mer	Tot
Brennero-Fortezza	10	32	22	64
Fortezza-Bivio P.Gardena	10	52	26	88
<i>Bivio P.Gardena – Prato Tires</i>	<b>52</b>	<b>52</b>	<b>146</b>	<b>250</b>

*Tratta comune*


**Tabella 8.7 - Riepilogo treni su linea storica**

<b>Lotto funzionale</b>	LP	Reg	Mer	Tot
Brennero-Fortezza (nuova linea)	42	0	120	162
Fortezza AC-Bivio/PC P.Gardena (lotto 1)	42	0	120	162
PC P.Gardena (lotto 1) – Ponte Gardena	42	0	120	162

**Tabella 8.8 - Riepilogo treni su lotto funzionale**

	diurno	notturno	Totale
LP	90%	10%	100%
Reg	85%	15%	100%
Merci	50%	50%	100%

**Tabella 8.9 - Riepilogo ripartizioni treni diurni/notturni**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

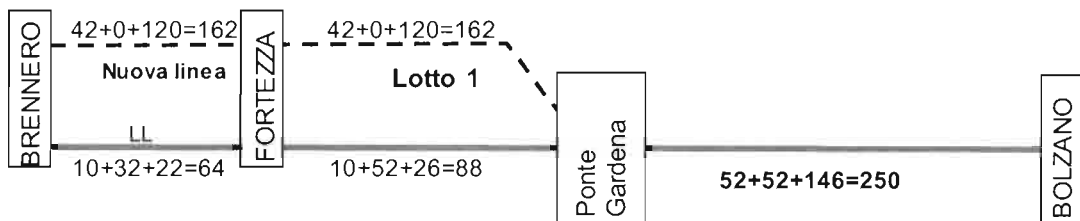


Abbildung 8.6 - Zusammenfassender Überblick Züge

## 8.5 FAHRPLANVARIANTEN PROJEKTSTRECKE

Ausgehend von zwei unterschiedlichen Einteilungen der Wartungszeiten für die Neubaustrecke wurden zwei Fahrplanvarianten ausgearbeitet mit je:

Beibehaltung der derzeitigen Wartungszeit von 2,5 nicht gleichzeitigen Stunden während des Tages für Gleis 1 und 2.

Eine gleichzeitige Wartungszeit von ca. 3 Stunden.

Zur Gewährleistung aller gemäß Betriebsmodell vorgeschriebenen Serviceleistungen, sind sämtliche Fahrten (Langstrecke, Regional und Güter) entsprechend eines Planschemas strukturiert worden.

Im Einzelnen:

- Die Langstreckenfahrten zur/von der Neubaustrecke wurde auf 18 Stunden gegliedert mit einer Verstärkung am Morgen und 2 Verstärkungen am Abend.
- Der Regionalservice auf der Bestandsstrecke ist auf 19 Stunden mit morgendlichen und abendlichen Verstärkungen gegliedert.
- Die auf der Neubaustrecke eingefädelt Gütertransporte sind auf den gesamten Tag aufgegliedert mit einem Basisraster von 4 Zügen/Stunde für jede Fahrtrichtung, die auf 5 Züge/Stunde pro Fahrtrichtung steigen, wenn keine Personenzüge unterwegs sind.

Der Fahrplanraster wird durch restliche Güter- (26) und Personenzüge (10) vervollständigt, die über den ganzen Tag verteilt auf der Bestandsstrecke fahren.

Zur Konstruktion der Stundenraster wurden Gütertrassen mit Geschwindigkeit 100 km/h zugrunde gelegt.

Die Aktivierung der neuen Strecke führt zu einer Umorganisation der derzeitigen Fahrdienste auf der Brennerstrecke.

Die Fahrpläne wurden für das Szenarium BBT 2015 entwickelt.

Als Beispiel werden 2 Auszüge aus den Fahrplanvorschlägen aufgeführt.



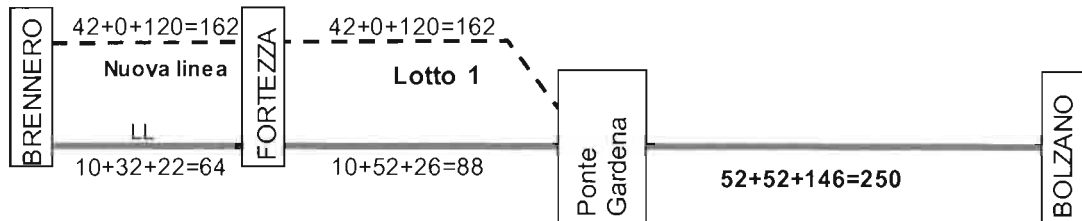


Figura 8.6 - Quadro sintetico riepilogo treni

## 8.5 IPOTESI DI ORARIO DI PROGETTO

A partire da due distinte collocazioni della fascia manutentiva della nuova linea sono state sviluppate 2 ipotesi di orario che vedono rispettivamente:

Conservazione dell'attuale fascia manutentiva di 2,5 ore diurne non contemporanee per i binari dispari e pari;

Una fascia manutentiva contemporanea di circa 3 ore.

Al fine di assicurare l'effettuazione di tutti i servizi previsti nei modelli di esercizio, tutti i servizi (lunga percorrenza, regionali e merci) sono stati strutturati rispettando uno schema di cadenzamento orario.

In particolare:

- il servizio lunga percorrenza diretto/proveniente dalla nuova linea è articolato su 18 ore con un rinforzo mattutino e 2 rinforzi serali;
- il servizio regionale su linea storica è articolato su 19 ore con rinforzi mattutini e serali;
- il servizio merci instradato sulla nuova linea è articolato sull'intera giornata e prevede nella griglia base 4 treni/ora per senso di marcia che si incrementano a 5 treni/ora, sempre per senso di marcia, nel caso in cui non circolino i servizi viaggiatori.

Completano la griglia oraria i servizi residui merci (26 treni) e/o viaggiatori (10 treni) distribuiti sull'intero arco della giornata e instradati sulla linea storica.

Per la costruzione delle griglie orarie sono state considerate le tracce merci con  $v=100\text{km/h}$ .

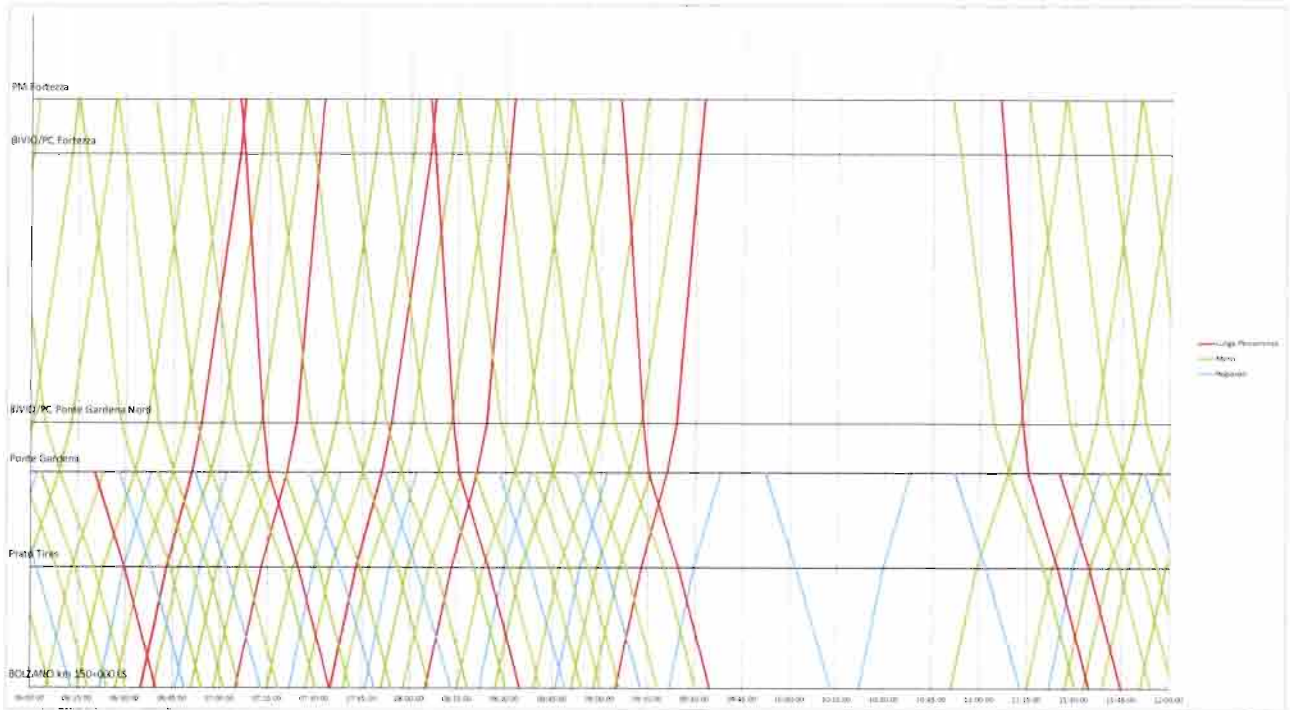
L'attivazione della nuova linea comporterà la riorganizzazione degli attuali servizi previsti sulla direttrice Brennero

Gli orari sono stati sviluppati per lo scenario BBT 2015.

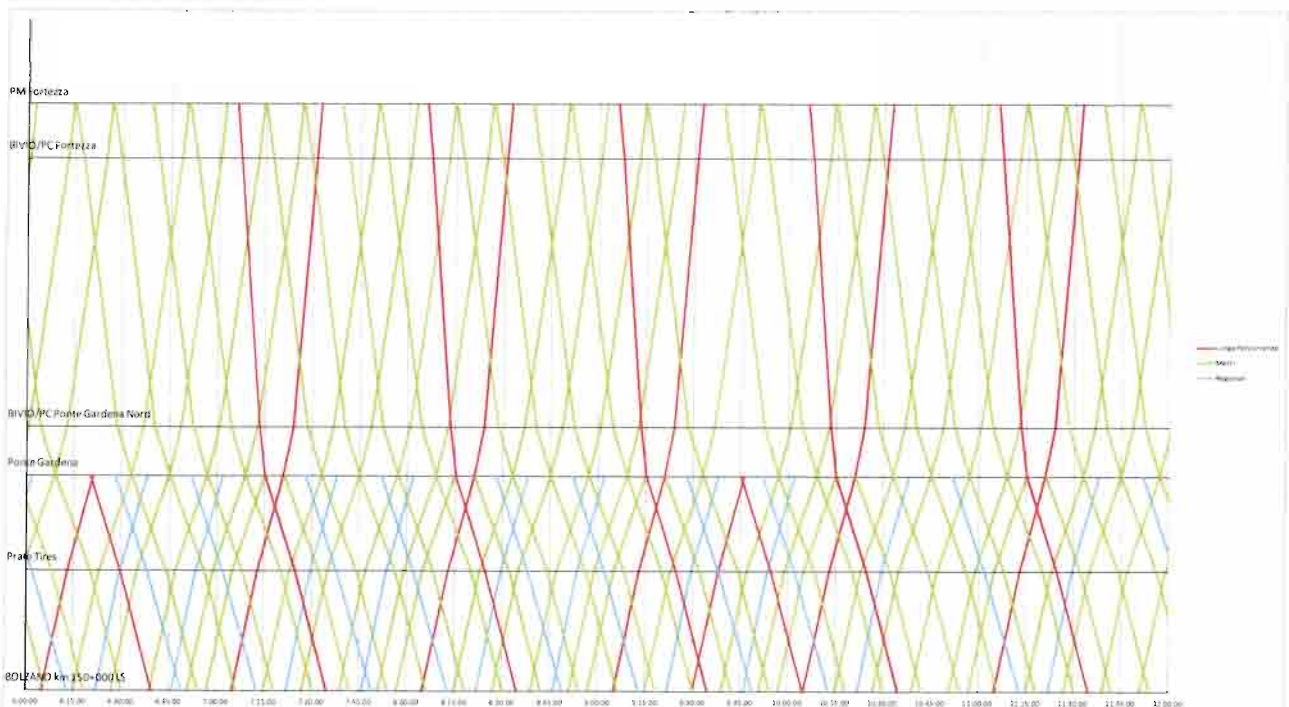
A titolo di esempio si riportano 2 estratti degli orari ipotizzati.

ALLGEMEINER BERICHT

AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	61 von 270



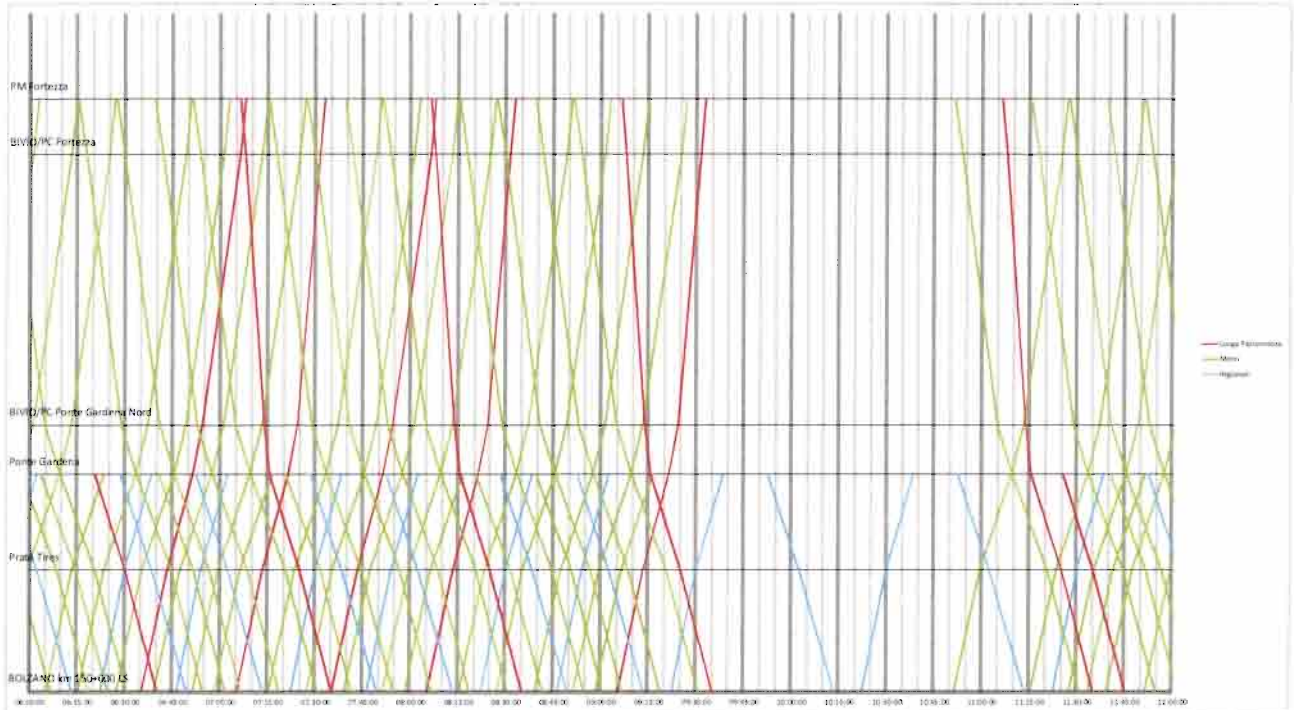
Fahrplan 6 - 12 (Wartungsintervall am Tag)



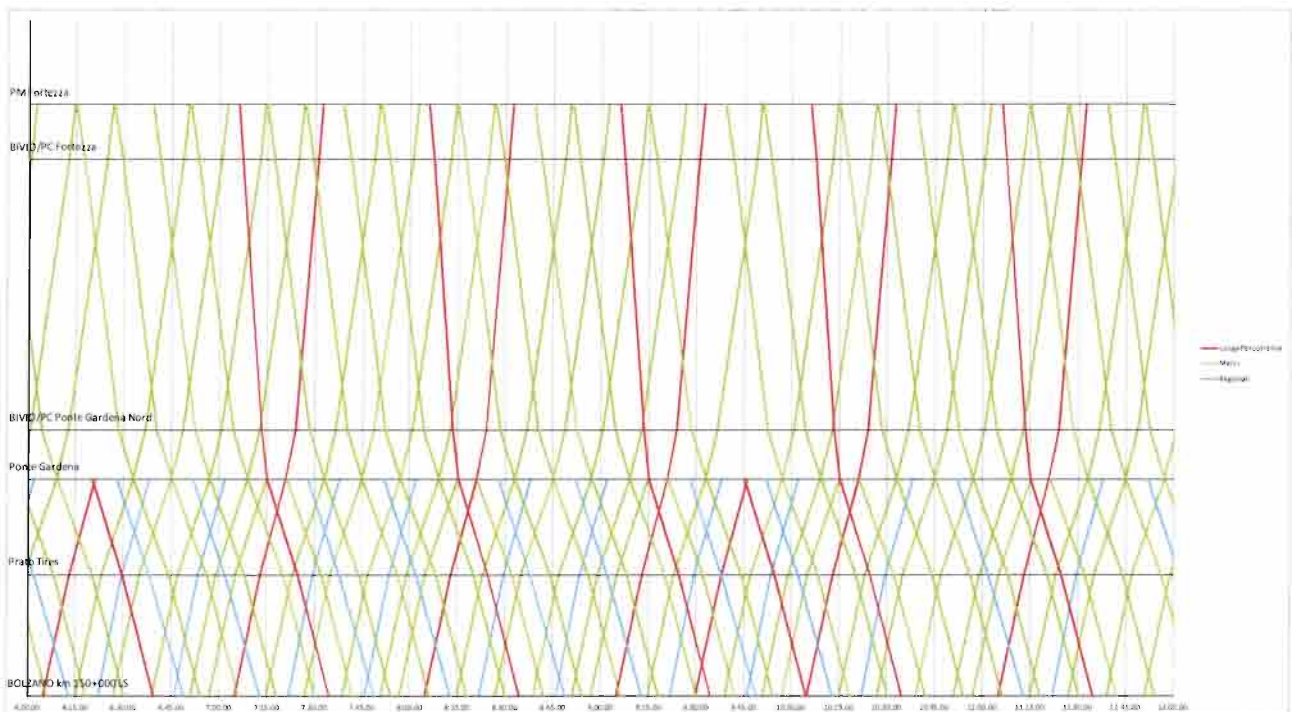
Fahrplan 6 - 12 (Wartungsintervall in der Nacht)

RELAZIONE GENERALE


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 001	B	61 di 270



Orario 6 – 12 (intervallo di manutenzione diurno)



Orario 6 – 12 (intervallo di manutenzione notturno)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 9 SICHERHEIT IM TUNNEL

### 9.1 ALLGEMEINE SICHERHEITSKRITERIEN IM TUNNEL

Die zur Planung und Festlegung der Sicherheitseinrichtungen für die Neubaustrecke Franzensfeste-Waidbruck angewandten Kriterien stehen in engem Zusammenhang mit dem Vorhandensein bedeutender unterirdischer Eisenbahninfrastrukturen, welche eine eingehende Analyse der besonderen Sicherheitsproblematik in Verbindung mit dieser Art von Bauwerken erforderlich machen.

Die im Tunnel verlaufende Eisenbahnlinie weist dem Tunnel selbst innewohnende Sicherheitsmerkmale auf. In der Tat ist sie besser gegen Störfaktoren aus der Umgebung geschützt (Behinderungen auf der Schiene, Erdbeben, Einbrüche usw.), welche oftmals Gefahren für den Eisenbahnbetrieb mit sich bringen.

Auf der anderen Seite können Unfälle im Tunnel die Eindämmung der Folgen erheblich erschweren und es kann vor allem bei Unfallszenarien, in denen der geschlossene Raum einen Verschlimmerungsfaktor (z.B. Brände) darstellt, zu einer verstärkten Schadenswirkung kommen.

Unter den Sicherheitsaspekten nehmen die vorgehaltenen Einrichtungen und die Organisation der Rettungsmaßnahmen beim Auftreten eines Unfalls eine grundlegende Bedeutung ein.

Die für Eisenbahntunnel möglichen Sicherheitsmaßnahmen können drei unterschiedliche Aspekte betreffen:

- Infrastruktur,
- Rollmaterial,
- Betriebs- und Managementverfahren.

Im Bereich dieser Aspekte können die Sicherheitsmaßnahmen folgende Ziele haben:

- Unfallverhütung,
- Eindämmung von Unfallfolgen,
- Erleichterung der Fahrgastevakuierung,
- Erleichterung der Rettungsmaßnahmen.

Falls eine Evakuierung der Fahrgäste aus dem Zug erforderlich werden sollte, was an und für sich bereits eine besonders kritische Situation darstellt, so stellen sich angesichts der Eigenschaften der Tunnelumgebung und der möglichen Fahrgastzahlen die ersten Augenblicke als grundlegend heraus, in denen die eigenständige Organisation der betroffenen Fahrgäste ausschlaggebend ist. Eine solche Situation könnte sich bei weiteren Gefahrenfaktoren wie zum Beispiel einem sich entwickelnden Brand verschlimmern.

## 9 SICUREZZA IN GALLERIA

### 9.1 CRITERI GENERALI DI SICUREZZA IN GALLERIA

I criteri adottati nella progettazione e definizione delle predisposizioni di sicurezza interessanti il tratto di nuova linea tra Fortezza – Ponte Gardena, sono fortemente connessi alla presenza di significative infrastrutture ferroviarie in sottterraneo, che richiede un'analisi delle problematiche della sicurezza legate a tale tipologia di opere.

La sede ferroviaria in galleria presenta delle caratteristiche di sicurezza intrinseca. Essa, infatti, risulta maggiormente protetta dalle interferenze degli eventi esterni (invasione della sede, smottamenti, cedimenti, ecc.) che frequentemente determinano situazioni di pericolo per l'esercizio ferroviario.

D'altronde il verificarsi di un incidente in galleria rende più problematica la mitigazione delle sue conseguenze e può avere un effetto amplificante per quegli scenari incidentali in cui l'ambiente confinato rappresenta un fattore peggiorativo (es. incendio).

Tra gli aspetti legati alla sicurezza, rivestono un'importanza fondamentale le predisposizioni previste e l'organizzazione del soccorso che deve attivarsi qualora si verifichi un evento incidentale.

Le misure di sicurezza possibili per i tunnel ferroviari possono riguardare tre aspetti distinti:

- l'infrastruttura;
- il materiale rotabile;
- le procedure operative e gestionali.

Nell'ambito di tali aspetti le diverse misure di sicurezza possono avere i seguenti obiettivi:

- prevenzione degli incidenti;
- mitigazione delle conseguenze;
- facilitazione dell'esodo dei viaggiatori;
- facilitazione del soccorso.

Nell'eventualità che si renda necessaria l'evacuazione dei passeggeri dal treno, scenario di per sé particolarmente critico, considerando le caratteristiche dell'ambiente in galleria e il numero di passeggeri che potrebbero essere presenti sui convogli, risultano chiaramente fondamentali i primi momenti nei quali è determinante l'organizzazione autonoma dei passeggeri coinvolti. Tale scenario potrebbe ulteriormente aggravarsi in presenza di fattori di pericolo che possono presentarsi come ad esempio lo sviluppo di un incendio.

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	63 von 270

## 9.2 BEZUGSNORMEN FÜR DIE SICHERHEIT IM TUNNEL

Die Sicherheitsanforderungen für die Tunnel der betroffenen Strecke entsprechen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen, die auf europäischer Ebene durch die seit 1. Juli 2008 in Kraft getretene Technische Spezifikation für die Interoperabilität TSI-SET „Safety in Railway Tunnels“ und in Italien durch das Ministerialdekret vom 28.10.2005 „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ (in Kraft seit 8. April 2006) und die technisch-funktionellen Spezifikationen von RFI (Januar 2011-RFI-DTCVA0011\0000901) vorgegeben werden.

Diese Anforderungen wurden durch technische und funktionelle Spezifikationen, Regelungen und Leitlinien harmonisiert und stimmen mit dem derzeit verfügbaren Stand von Wissenschaft und Technik überein.

### 9.2.1 Technische Spezifikation für die Interoperabilität „Sicherheit in Eisenbahntunneln“

Die seit 1. Juli 2008 geltende technische Spezifikation wird auf neue, erneuerte und angepasste Tunnel angewandt, die im transeuropäischen sowohl konventionellen als auch HG-Verkehrsnetz vorhanden sind und eine Länge über 1000 m aufweisen, unbeschadet einiger Sicherheitsmaßnahmen, die für alle Tunnel gelten.

Die TSI definiert die Sicherheitsmaßnahmen für die Untersysteme Infrastruktur, Energie, Steuerung, Kontrolle und Signalisierung, Rollmaterial und Betriebsverfahren.

Dabei ist zu unterstreichen, dass viele von der TSI aufgeführte Anforderungen für Tunnel mit einer bestimmten Länge laut Ministerialdekret vom 28.10.2005 auf Tunnel mit einer größeren Länge anzuwenden sind (z.B. das Vorhandensein eines Handlaufs, die Anlage von auf der Strecke gelegenen Ein-/Ausgängen, die Installation von Notfallbeschilderung usw.).

Dabei nimmt die zu berücksichtigende Tunnellänge eine nicht zu vernachlässigende Rolle ein. In der TSI-SET wird demnach unter Punkt 1.1.2 klar angegeben, dass eine Folge von Tunneln unter folgenden zwei Bedingungen NICHT als ein einziger Tunnel gilt: A) die dazwischen liegende Strecke im Freien muss länger als 500 m sein, B) es muss die Möglichkeit für den Zugang/Ausgang zu einem Sicherheitsbereich auf dieser freien Strecke gegeben sein.

In diesem Fall hängen die erforderlichen Sicherheitseinrichtungen von der Länge des „gleichwertigen“ Tunnels ab. Daher könnte im Unterschied zu einer Folge einzelner, getrennt berücksichtigter, Tunnel die Einführung weiterer Sicherheitsmaßnahmen erforderlich werden.

### 9.2.1 Ministerialdekret „Sicherheit in Eisenbahntunneln“

Das Ministerialdekret vom 28.10.2005 (veröffentlicht im Amtsblatt GU 83 vom 8.4.2006) gilt für alle Eisenbahntunnel mit Länge über 1000 m, gleich ob diese sich bereits in Betrieb, im Bau oder in Planung befinden und die an nicht isolierten Eisenbahninfrastrukturen und Regionalnetzen gemäß Gesetzesverordnung 188/2003 liegen, unbeschadet der Bestimmungen von Anhang II desselben Ministerialdekrets für Tunnel mit Länge von 500 bis 1000m. Das Ministerialdekret gilt hingegen nicht für U-Bahnen und unterirdische Bahnhöfe/Haltestellen.

Für alle Tunnel, die in den Geltungsbereich des Dekrets fallen, stellen die Mindestanforderungen jene Einrichtungen dar, die auf jeden Fall zu schaffen sind. Insbesondere legt Anhang II fest, welche Sicherheitseinrichtungen (Mindestanforderungen) unabhängig von der Risikoanalyse vorzuhalten sind.

Etwaige zusätzliche Anforderungen sind infolge der Risikoanalyse gemäß Art. 13 des Dekrets zu bestimmen, wenn die Mindestanforderungen gemäß Anhang III nicht ausreichend sind.

Zweck des Dekrets ist es, durch die Ergreifung von Vorbeugungs- und Schutzmaßnahmen, die zur Eindämmung kritischer Situationen, bei denen Menschenleben, Umwelt und Tunnelanlagen gefährdet



## 9.2 RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA SICUREZZA IN GALLERIA

I requisiti di sicurezza previsti per le gallerie della tratta in oggetto sono conformi alle disposizioni legislative emanate in campo europeo attraverso la Specifica Tecnica di Interoperabilità STI-SRT "Safety in Railway Tunnels, in vigore dal 1° luglio 2008, e in campo italiano attraverso il DM 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" (in vigore dall'8 aprile 2006) ed alle Specifiche tecnico-funzionali di RFI (gennaio 2011 – RFI-DTCA0011\0000901).

Tali requisiti, sono stati inoltre armonizzati attraverso specifiche tecniche e funzionali, regolamenti/linee guida e risultano coerenti con lo stato della scienza e della tecnica attualmente disponibile.

### 9.2.1 Specifica Tecnica di Interoperabilità "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie"

La specifica tecnica, in vigore dal 1° luglio 2008, si applica a gallerie nuove, rinnovate e adeguate presenti nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità, di lunghezza maggiore di 1000 m, fatte salve alcune misure di sicurezza previste per tutte le gallerie.

La STI definisce le misure di sicurezza per i sottosistemi infrastruttura, energia, comando e controllo e segnalamento, materiale rotabile e procedure operative.

È opportuno sottolineare che molti dei requisiti indicati nella STI previsti per gallerie aventi una lunghezza definita sono per il D.M. 28/10/2005 applicabili per gallerie di lunghezza maggiore (ad esempio, presenza di un corrimano, predisposizione di uscite/accessi intermedi, installazione della segnaletica di emergenza, ecc.).

Peraltro un aspetto non trascurabile riguarda la lunghezza della galleria da prendere a riferimento. Nella STI-SRT infatti, al punto 1.1.2, viene chiaramente indicato che una successione di gallerie NON viene considerata una galleria unica in presenza di due condizioni: A) la separazione fra di esse nel tratto all'aperto è superiore a 500 m, B) esiste una possibilità di accesso/uscita verso un'area di sicurezza nel tratto aperto.

In tali casi, le predisposizioni di sicurezza da prevedere dipendono dalla lunghezza della "galleria equivalente"; pertanto, potrebbe rendersi necessaria l'introduzione di ulteriori misure di sicurezza rispetto a quelle previste per le singole gallerie in successione, se analizzate separatamente.

### 9.2.2 Decreto Ministeriale "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie"

Il D.M. 28/10/2005 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 83 del 8/4/2006 si applica a tutte le gallerie ferroviarie di lunghezza superiore a 1000 m, siano esse già in esercizio, in fase di costruzione o allo stato di progettazione, ubicate sull'infrastruttura ferroviaria e sulle reti regionali non isolate, di cui al D.Lgs. 188/2003, fatto salvo quanto specificato nell'Allegato II dello stesso DM per le gallerie di lunghezza da 500 m a 1000 m. Il DM non si applica invece alle metropolitane e alle stazioni/fermate ferroviarie in sotterraneo.

Per tutte le gallerie che ricadono nel campo di applicazione del Decreto i requisiti minimi rappresentano le predisposizioni che devono essere comunque messe in atto. In particolare l'allegato II stabilisce quali siano le predisposizioni di sicurezza (requisiti minimi) da prevedere, a prescindere dall'esito delle Analisi di Rischio.

I requisiti integrativi eventualmente da adottare devono essere individuati a seguito dell'analisi di rischio di cui all'art. 13 del Decreto, nei casi in cui i requisiti minimi non siano sufficienti in base a quanto disposto nell'allegato III.


werden können, und zur Schadensbegrenzung geeignet sind, ein angemessenes Sicherheitslevel für die Eisenbahntunnel zu gewährleisten.

Die Erreichung der Sicherheitsziele ist das Ergebnis einer optimalen Kombination von auf die Infrastruktur, das Rollmaterial und die Organisations- und Betriebsmaßnahmen angewandten Sicherheitsanforderungen.



Scopo del Decreto è assicurare un livello adeguato di sicurezza per le gallerie ferroviarie mediante l'adozione di misure di prevenzione e protezione atte alla riduzione di situazioni critiche che possano mettere in pericolo la vita umana, l'ambiente e gli impianti in galleria, nonché mirate alla limitazione delle conseguenze in caso di incidente.

Il conseguimento degli obiettivi di sicurezza è il risultato di una combinazione ottimale di requisiti di sicurezza applicati all'infrastruttura, al materiale rotabile ed alle misure organizzative ed operative che possono essere adottate.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

### 9.3 SICHERHEITSEINRICHTUNGEN IM TUNNEL

Nachstehend werden die Sicherheitsanforderungen auf Grundlage einer Gliederung in folgende homogene Gruppen beschrieben:

- Bauteile,
- Zugänglichkeit von außen,
- Technologische Anlagen und Systeme,
- ergänzende technologische Anlagen und Systeme.

#### 9.3.1 Bauteile

##### Einschränkung von Weichen im Tunnelbereich

Das Anbringen von Weichen in Tunneln wurde so weit wie möglich eingeschränkt. Es sind Weichen mit beweglichem Herzstück für die Verknüpfungen und Gleisverbindungsstellen vorhanden.

##### Schutz und Kontrolle des Zugangs

Hierfür sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Absperrungen und Zugangskontrollsysteme zum Schutz aller technischen Räume der Gebäude, der Bypässe und der Fensterstollen;
- Videoüberwachungsanlage mit Kameras, die so positioniert sind, dass die wichtigsten Bereiche kontrolliert werden (Portal zu technischen Räumen; Grenzbereich technologischer Gebäude; Portal der Fensterstollen, Tunnelportalen, Grenzbereich der Notfallplätze, Sicherheitsbereiche). Diese Anlage wird über Direktverbindung an andere Überwachungssysteme angeschlossen, die für die Aktivierung der Kamera und Aufzeichnung der Bilder des von einem Alarmereignis betroffenen Gebiets sorgen. Insbesondere erfolgt die Verbindung an das Absperrungs- und Zugangskontrollsystem und das Brandmeldesystem.
- Umzäunungen, Tore usw. zum Schutz der Notfallbereiche an den Tunnelportalen und Fensterstollen.

##### Brandwiderstand und Brandverhalten

Die Strukturen im Tunnel und die dazu gehörenden Bauwerke haben Brandwiderstand und Brandverhalten gemäß Punkt 1.2.1 des Ministerialdekrets vom 28.10.2005 für Tunnel mit Länge über 2000m und gemäß Punkt 4.2.2.3 und 4.2.2.4 der TSI-SET „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ für alle Tunnel aufzuweisen.

Diesbezüglich gilt für die Tunnel dieser Strecke die TSI-SET, welche bestimmt, dass die Unterversehrtheit des Tragwerks im Brandfall über einen ausreichend langen Zeitraum erhalten bleiben muss, damit die Selbstrettung und Evakuierung von Fahrgästen und Personal ebenso wie das Eingreifen der Rettungskräfte ohne die Gefahr eines Zusammenbruchs erfolgen können. Das Brandverhalten der endverarbeiteten Oberflächenbeschichtung im Tunnel, sei es, dass diese aus Fels, sei es, dass sie aus Betonverkleidung besteht, ist entsprechend zu bewerten. Diese hat den Temperaturen des Brands über einen bestimmten Zeitraum hinweg (Brandkurve EUREKA) zu widerstehen.

Ferner müssen anderes Konstruktionsmaterial und Installationen im Tunnelinnern, je nach Planungsanforderungen, schwer entflammbar, nicht entflammbar oder vor Brandeinwirkung geschützt sein. Das Material für den Tunnelunterbau muss die Anforderungen für die Einstufung in Klasse A2 der Norm EN 13501-1:2002 erfüllen. Nicht tragende Platten und andere Ausrüstung haben die Anforderungen von Klasse B der Norm EN 13501-1:2002 zu erfüllen.

### 9.3 PREDISPOSIZIONI DI SICUREZZA IN GALLERIA

Di seguito si descrivono i requisiti di sicurezza secondo un'articolazione che prevede i seguenti gruppi omogenei:

- opere civili;
- accessibilità esterna;
- impianti e sistemi tecnologici;
- impianti e sistemi tecnologici integrativi;

#### 9.3.1 Opere civili

##### Limitazione deviatoi in galleria

E' stato limitato per quanto possibile il posizionamento di deviatoi in galleria. Sono presenti deviatoi a cuore mobile per le interconnessioni e i posti di comunicazione.

##### Protezione e controllo accessi

Sono previsti i seguenti interventi:

- Impianto antintrusione e controllo accessi esteso a protezione di tutti i locali tecnici dei fabbricati, dei bypass e delle finestre;
- impianto TVCC costituito da telecamere posizionate in modo tale da sorvegliare le aree di maggior interesse (ingressi ai locali tecnologici; area perimetrale fabbricati tecnologici; imbocchi di finestra; imbocchi di galleria; area perimetrali piazzali d'emergenza; aree di sicurezza). Detto impianto sarà interfacciato tramite collegamento diretto con gli altri sistemi di sorveglianza per attivare la telecamera e le relative registrazioni delle immagini dell'area interessata da un evento di allarme; in particolare con il sistema antintrusione e controllo accessi ed il sistema di rilevazione incendi;
- recinzioni, cancelli, ecc. per la protezione delle aree di emergenza agli imbocchi delle gallerie e delle finestre

##### Resistenza e reazione al fuoco

Le strutture della galleria e delle opere annesse presenteranno caratteristiche tali di resistenza e reazione al fuoco, come disciplinati dal punto 1.2.1 del D.M. 28/10/2005 per gallerie di lunghezza maggiore di 2000 m e dai punti 4.2.2.3 e 4.2.2.4 della STI-SRT "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" per tutte le gallerie.

Per quanto sopra, relativamente alle gallerie della tratta è applicata la STI-SRT, la quale stabilisce che l'integrità della struttura deve mantenersi, in caso di incendio, per un periodo sufficientemente lungo per consentire l'autosoccorso e l'evacuazione dei passeggeri e del personale e l'intervento delle squadre di soccorso senza il rischio di crollo strutturale. Deve essere valutato il comportamento in caso di incendio della superficie finita della galleria, sia essa costituita da roccia o rivestita in calcestruzzo. Essa deve resistere alla temperatura dell'incendio per un determinato periodo di tempo (curva di incendio EUREKA).

Inoltre il materiale da costruzione e le installazioni all'interno delle gallerie diverse dalle strutture, devono avere una bassa infiammabilità, essere non infiammabili o protetti, a seconda dei requisiti di progettazione. Il materiale per la sottostruttura delle gallerie deve soddisfare i requisiti di classificazione A2 della norma EN 13501-1:2002. I pannelli non strutturali e le altre attrezzature devono soddisfare i requisiti di classificazione B della norma EN 13501-1:2002.

Laut Ministerialdekret vom 28.10.2005 muss das Tragwerk unterirdischer Bauten Brandwiderstand von mindestens R 120 aufweisen, was mit der Brandkurve gemäß UNI 11076 zu bewerten ist. Die für das Tragwerk verwendeten Materialien gehören zur Brandverhaltensklasse 0.

Die verwendeten Tragwerksschnitte entsprechen anderen, für welche die Erfüllung der Sicherheitsanforderungen im Hinblick auf die Brandfestigkeit gemäß MD 28.10.2005 und TSI-SET bereits geprüft worden sind.

Die Brandwiderstandsprüfungen, bei denen auch der spezifische geotechnische Kontext und die Überlagerungen berücksichtigt werden, werden unter Berücksichtigung aufgeführter Normen in den anschließenden Projektphasen entwickelt.

### Bahnsteige

Der Komplex unterirdischer Bauten von Baulos 1 bringt die Anwendung zahlreicher Regelquerschnitte für die Tunnellaibungen im konventionellen und maschinellen Vortrieb mit sich (siehe Abs.11.3 „Gewölbequerschnitte“).

Auf jeden Fall ist bei jeder Art von Querschnitt ein Bahnsteig mit folgenden geometrischen Eigenschaften vorgesehen:

- Mindestbreite 120 cm,
- Höhe der Bahnsteigoberkante +25 cm senkrecht zur Rollfläche des benachbarten Gleises gemessen,
- Distanz des Bahnsteigrands vom Innenrand der nächsten Schiene von 88/90 cm, parallel zur Rollfläche gemessen.

Insbesondere ist der Fluchtbahnsteig auf der Seite der Bypässe für jeden Tunnel vorgesehen. Der Mindestfreiraum über jedem Bahnsteig beträgt 225 cm.

Nur in den Sicherheitsbereichen Franzensfeste, Eisackbrücke und Waidbruck sind die Bahnsteige +55 cm ab SOK hoch, um den Ausstieg der Fahrgäste bei der Evakuierung zu erleichtern.

An den Verknüpfungen und den Verbindungstunneln 2/1 werden auf Gleisebene Fußgängerüberquerungen angelegt, damit die Fluchtwege keine Unterbrechung erfahren.

### Handlauf

An den Bahnsteigen ist ein Handlauf in einer Höhe zwischen 0,9 – 1,0 m von der Gehfläche des Bahnsteigs vorgesehen, als Geleit für die Fahrgäste während der Evakuierung entlang des Bahnsteigs.

### Aus-/Eingänge

Für den Schalderer und Grödner Tunnel, die in jeweils eingleisiger doppelter Röhre angelegt sind, sind alle 500 m Querschläge (Bypässe) mit Überdruckanlagen für die Evakuierung der Fahrgäste vorgesehen.

Für die Verknüpfungstunnel ist zur Einhaltung von TSI-SET maximal alle 500 m ein Querschlag zwischen den beiden Zweigen vorgesehen.

Im Einzelnen sind die beiden Verknüpfungstunnel von Franzensfeste mit 5, ca. alle 500 m angelegten Bypässen mit Länge zwischen ca. 80 und 500 m miteinander verbunden, während die beiden Tunnel der Verknüpfung von Waidbruck über 7 Querschläge mit variabler Länge bis ca. 500 m, die in konstantem Abstand von ca. 430 m für Gleis 1 und ca. 368 m für Gleis 2 angeordnet sind, miteinander verbunden sind. (siehe Abs. 11.3 „Gewölbequerschnitte“).

Der übliche Querschnitt der Bypässe hat folgende Merkmale:

Per quanto riguarda il DM 28/10/2005, le strutture delle opere in sotterraneo devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiore a R 120, da valutare con la curva di incendio (UNI 11076). I materiali impiegati per le strutture sono di classe di reazione al fuoco 0.

Le sezioni strutturali utilizzate sono analoghe ad altre per le quali è stato verificato il soddisfacimento dei requisiti di resistenza al fuoco richiesti dal DM 28/10/2005 e dalla STI SRT.

Le verifiche di resistenza al fuoco, che terranno conto anche dello specifico contesto geotecnico e delle coperture, saranno sviluppate, con riferimento alle suddette norme, nelle successive fasi progettuali.

#### Marciapiedi

Il complesso delle opere sotterranee del Lotto 1 comporta l'adozione di numerose sezioni tipo di intradosso, in tradizionale e meccanizzato (vedi paragrafo 11.3 "Sezioni di intradosso").

In ogni caso, in tutte le sezioni è previsto un marciapiede le cui caratteristiche geometriche sono le seguenti

- larghezza minima 120 cm;
- altezza del ciglio del marciapiede pari a +25 cm misurata perpendicolarmente al piano di rotolamento del binario attiguo;
- distanza del ciglio del marciapiede dal bordo interno della più vicina rotaia pari a 88/90 cm, misurata parallelamente al piano di rotolamento.

In particolare, il marciapiede per l'esodo è previsto dal lato dei by-pass per ciascuna galleria. Lo spazio libero minimo al di sopra del marciapiede risulta pari a 225 cm.

Solamente nelle aree di sicurezza di Fortezza, Ponte Isarco e Ponte Gardena i marciapiedi saranno alti +55 cm p.f. per facilitare la discesa dal treno dei passeggeri durante l'esodo.

In corrispondenza delle interconnessioni e delle gallerie di comunicazione pari/dispari, per garantire la continuità del marciapiede di esodo saranno posati degli attraversamenti pedonali a raso.

#### Corrimano

In corrispondenza dei marciapiedi è previsto un corrimano, ad un'altezza compresa tra 0.9 – 1.0 m dal piano di calpestio del marciapiede, che serve da guida per i passeggeri durante l'esodo lungo il marciapiede.

#### Uscite/accessi

Per le gallerie Scaleres e Ponte Gardena, che presentano una configurazione a doppia canna - singolo binario, sono previsti collegamenti trasversali (by-pass) ogni 500 m, attrezzati con impianti di sovrappressione per garantire l'esodo dei passeggeri.

Per le gallerie di interconnessione, al fine di rispettare la STI-SRT, è previsto il collegamento tra i due rami al massimo ogni 500 m.

In particolare, le due gallerie dell'interconnessione di Fortezza sono collegate con 5 by-pass ogni 500 m circa, di lunghezza variabile 80 - 500 m circa; mentre le due gallerie dell'interconnessione di Ponte Gardena sono collegate con 7 collegamenti trasversali con passo costante per il BD ogni 430 m circa e per il BP ogni 368 m circa, di lunghezza variabile fino a 500 m circa. (vedi paragrafo 11.3 "Sezioni di intradosso")

La sezione trasversale corrente dei by-pass ha le seguenti caratteristiche:

- Mindestnutzhöhe: 2,25 m,
- Mindestnutzbreite: 2,25 m,

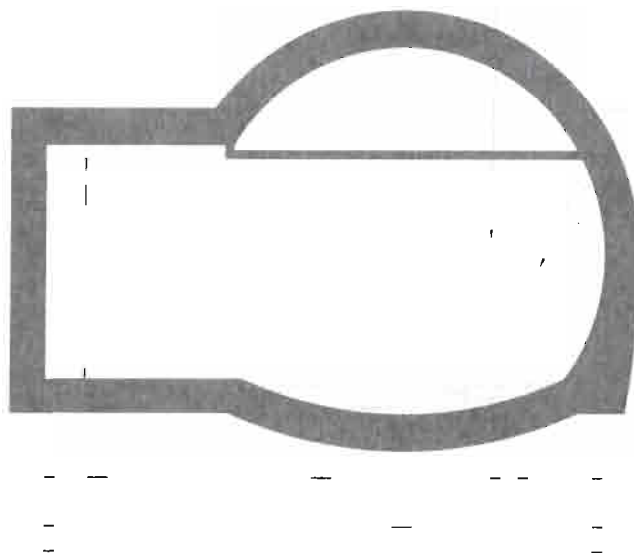
Die Querschläge sind mit einflügeligen Schiebetüren mit folgenden Eigenschaften ausgerüstet (auf der zum Tunnel weisenden Seite):

- Gewährleistung von mechanischem Brandwiderstand über mindestens 120 min.;
- Verhinderung des Durchtretens von heißem Rauch über mindestens 120 min.;
- Gewährleistung der Hitzeisolation über mindestens 120 Min.;
- Beständigkeit gegenüber Verlust oder Beeinträchtigungen der Funktionalität aufgrund der Überdrücke durch die Vorbeifahrt der Züge im Tunnel;
- leichtes und sicheres Öffnen von beiden Fluchrichtungen aus unabhängig vom Überdruck im Innern des Bypasses;
- Verhindern des Schließens, während die Fahrgäste durch die Tür strömen.

Die Mindest-Nettoabmessungen für den Durchgang der Tür entsprechen 2,00 m x 2,00 m; der Gehweg hat eine Gesamtbreite von 3,60 m mit einer 2,40 m breiten nutzbaren Gehfläche, während die restliche Fläche für die Anlagenausrüstung des Querschlags zur Verfügung steht.

Die in bidirektionale Schiebetür wird mit Griff und Taste zum Öffnen auf beiden Türseiten ausgerüstet werden.

Das Öffnen der Tür erfolgt elektromechanisch mit redundanter Sicherheit, das Schließen automatisch.



**Abbildung 9.1 – Querschnitt bei der Bypass-Tür**

- Altezza utile minima: 2,25 m
- Larghezza utile minima: 2,25 m

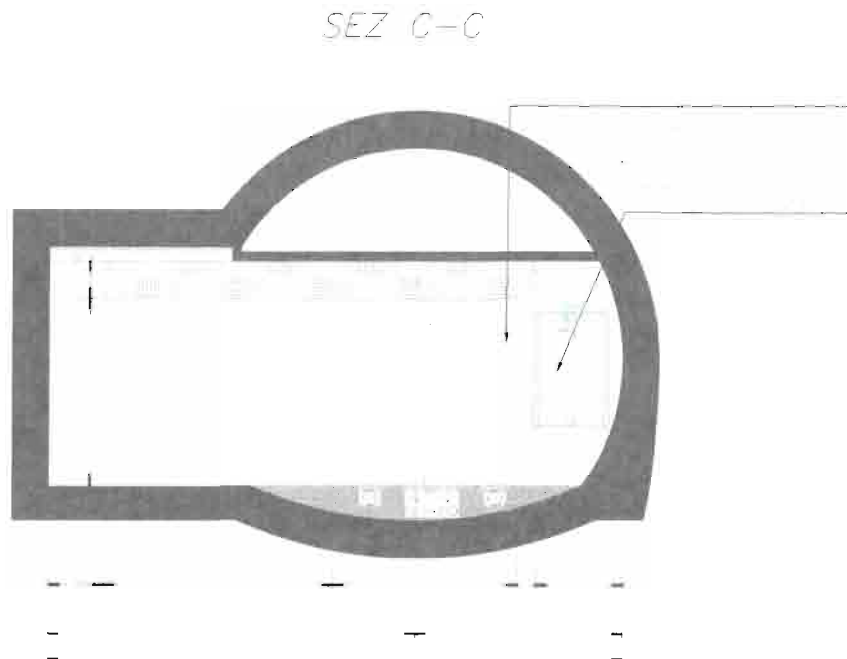
I by-pass saranno dotati di porte scorrevoli a singola anta con le seguenti caratteristiche (per il lato esposto verso la galleria):

- garantire una resistenza meccanica al fuoco di almeno 120';
- impedire il passaggio dei fumi caldi per 120';
- garantire un isolamento termico per almeno 120';
- resistere senza perdita o riduzione della funzionalità alle sovrappressioni indotte dalla marcia dei treni in galleria;
- consentire una facile e sicura apertura in entrambe le direzioni di esodo indipendentemente dalla sovrappressione all'interno del by-pass;
- evitare la chiusura in caso di flusso di esodanti.

Le dimensioni minime di passaggio nette della porta saranno 2,00 m x 2,00 m; il tratto pedonale misura una larghezza di 3,60 m, con la larghezza utile di transito pari a 2,40 m e la parte restante a disposizione delle dotazioni impiantistiche del by-pass.

La porta scorrevole bi-direzionale, sarà dotata di maniglia e pulsante di apertura su entrambi i lati della porta.

L'apertura della porta sarà elettro-meccanica a sicurezza ridondata e la chiusura sarà di tipo automatico.



**Figura 9.1 - Sezione in corrispondenza della porta del by-pass**

Im Endabschnitt des Verknüpfungstunnels Gleis 2 Waidbruck ist ein direkter Ausgang nach draußen (Treppe) vorgesehen, dank dessen ein Abstand von höchstens 500 m zwischen den Ausgängen gewährleistet wird, da an dieser Stelle keine weitere Verbindung mit der Verknüpfung Gleis 1 mehr möglich ist.

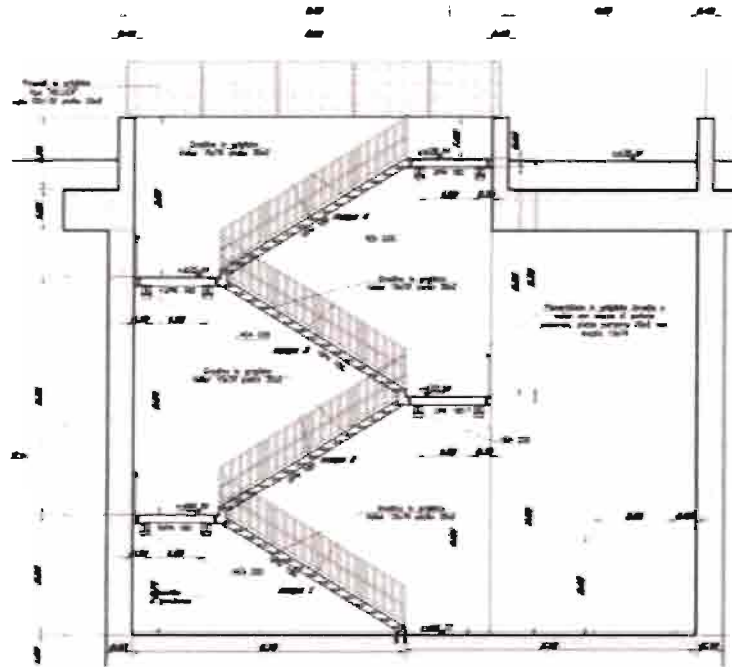


Abbildung 9.2 – Querschnitt Treppe Verknüpfung Waidbruck

Ferner sind für den Schalderer-Streckentunnel zwei Aus-/Eingänge entlang der Strecke (Fensterstollen Vahrn Süd und Albeins) und ein Aus-/Portal entlang der Strecke für den Tunnel Waidbruck (Fensterstollen Klausen) vorgesehen, die entsprechend für die Evakuierung der Fahrgäste und den Zugang für Geräte und Rettungsmannschaften ausgerüstet sind (siehe Abs. 11.3 „Gewölbequerschnitte“).

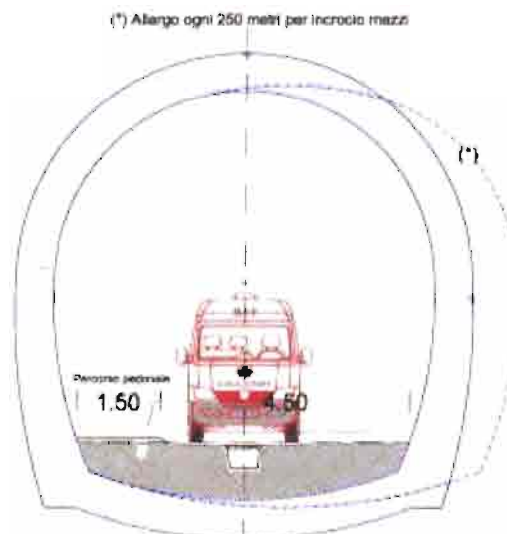


Abbildung 9.3 – Beispielhafter Querschnitt Fensterstollen



Nel tratto terminale della galleria di interconnessione pari di Ponte Gardena è prevista un'uscita diretta verso l'esterno (scala) che consente di mantenere un passo massimo di 500 m tra le uscite, non potendo realizzare un ulteriore collegamento con la galleria di interconnessione dispari).

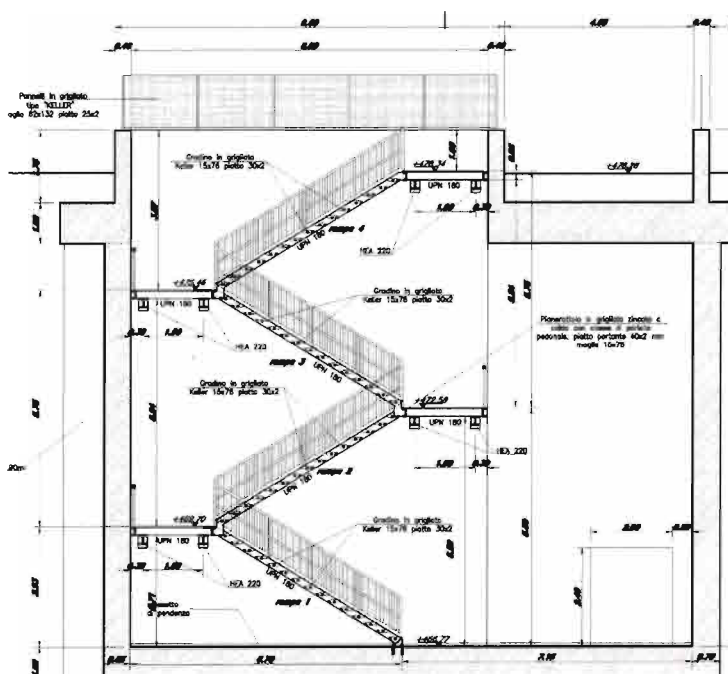


Figura 9.2 - Sezione scala Interconnessione Ponte Gardena

Inoltre per la galleria di linea Scaleres sono previste due uscite/accessi intermedie (finestre di Varna Sud ed Albes) e una uscita/accesso intermedia per la galleria Ponte Gardena (finestra di Chiusa) opportunamente attrezzate per garantire l'esodo dei passeggeri e l'accesso dei mezzi e delle squadre di soccorso (vedi paragrafo 11.3 "Sezioni di intradosso")

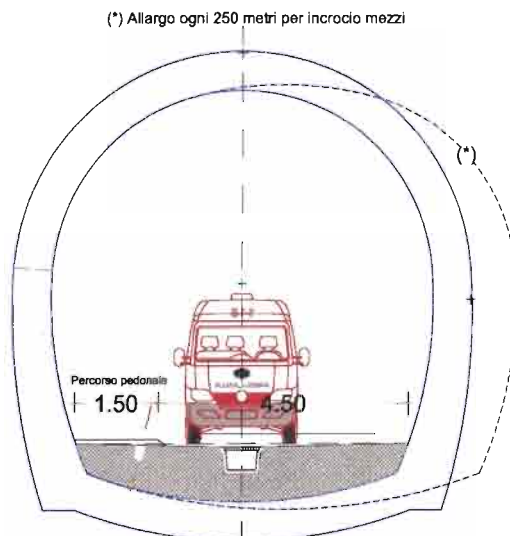



Figura 9.3 – Sezione tipo Finestra

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

- Oben genannte Fenster werden mit eigener Beleuchtung (siehe „NotbeleuchtungSchalter zum Einschalten der Notbeleuchtung im Tunnel;

“) und einer Abzugsanlage für die Abgase der Rettungsfahrzeuge ausgerüstet sein.

### 9.3.2 Zugang von draußen und Sicherheitseinrichtungen außerhalb der Tunnel

Entsprechend den Vorgaben von MD 28.10.2005 und TSI/SET sind Notfallplätze/Rettungsbereiche mit mindestens 500m<sup>2</sup> in der Nähe der Tunnelportalen sowie entlang der Tunnelstrecke liegende Zugänge, Fensterstollen und Notausgänge einzurichten.

Im Einzelnen ist an den Portalen der Verknüpfung Franzensfeste und Waidbruck folgendes vorgesehen:

- Ein Notfallplatz/Rettungsbereich mit mindestens 500 m<sup>2</sup>, der über eine geeignete Straße an das normale Verkehrsnetz angebunden ist (Mindestbreite 6 m; Kurvenradius mindestens 11m, Gefälle unter 16%);
- ein Triage-Bereich;
- eine ebene Fläche zur Positionierung des bimodalen Fahrzeugs.

Bezüglich der Portalen „entlang der Strecke“ ist am Eisack-Viadukt geplant:

- auf Geländeebene ein Notfallplatz/Rettungsbereich mit mindestens 500 m<sup>2</sup>, der über eine geeignete Straße an das normale Verkehrsnetz angebunden ist (Mindestbreite 6 m; Kurvenradius mindestens 11m, Gefälle unter 16%);
- auf Geländeebene ein Triage-Bereich;
- auf dem Viadukt, an Schienenoberkante eine ebene Fläche zur Positionierung des bimodalen Fahrzeugs.

Im Bereich Franzensfeste wird am Portal des Brennerbasistunnels sowohl für diesen als auch für den Schalderer Tunnel vom BBT-Einreichprojekt folgendes vorgesehen:

- ein Rettungsbereich mit mindestens 3.100 m<sup>2</sup>, der über eine geeignete Straße an das normale Verkehrsnetz angebunden ist (Mindestbreite 6 m; Kurvenradius mindestens 11m, Gefälle unter 16%);
- ein Helikopterlandeplatz;
- ein Gleis für den Rettungszug, der über ein Schiebtor auf die HG-/HL-Strecke einfährt.

Abgesehen davon ist gemäß MD 28.10.2005 eine eben Fläche für die Positionierung des bimodalen Fahrzeugs geplant. Von dieser ebenen Fläche aus kann das bimodale Fahrzeug über eine entsprechende Wegführung die Streckengleise der betroffenen Linie über das auch für den Rettungszug bestimmte Schiebtor erreichen.

An der Einfahrt der Fensterstollen Vahrn Süd, Albeins und Klausen sowie bei der Treppe bei pk 2+378 an der Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck ist ein Notfallplatz/Rettungsbereich mit mindestens 500 m<sup>2</sup> vorgesehen.

#### Sicherheitsbereiche

Angesichts der Länge der Strecke, die sich als ein ca. 27 km langes, den Vorgaben der TSI entsprechendes Tunnelsystem ergibt, sind am NordPortal des Schalderer Tunnels und am Portal der Verknüpfungstunnel Waidbruck zwei Sicherheitsbereiche (Kap. 4.2.2.6.1 „Definition von Sicherheitsbereich“) geplant.

Diese stützen sich auf das Prinzip, laut dem bei einem Unfall im Tunnel der betroffene Zug seine Fahrt bis zu einem Bereich außerhalb des Tunnels fortsetzen muss, der angemessen ausgerüstet ist, um das Aussteigen der Fahrgäste und deren Evakuierung zu einem nahe gelegenen Rettungsbereich sowie das Eingreifen der Rettungskräfte am Unfallzug zu erleichtern.

Le suddette finestre saranno dotate di illuminazione propria (vedi "*illuminazione di emergenza*") e di impianto di estrazione gas di scarico dei mezzi di soccorso a servizio delle finestre.

### 9.3.2 Accessibilità esterna e Predisposizioni di sicurezza esterne alle gallerie

In linea con quanto previsto dal DM 28/10/2005 e delle STI/SRT, sono previsti piazzali di emergenza/aree di soccorso di almeno 500 m<sup>2</sup> in prossimità degli imbocchi delle gallerie e degli accessi intermedi, finestre e uscita di sicurezza.

In particolare, agli imbocchi delle gallerie di interconnessione Fortezza e Ponte Gardena è previsto:

- un piazzale di emergenza/area di soccorso di almeno 500 m<sup>2</sup>, collegato con la viabilità ordinaria attraverso una strada di caratteristiche opportune (larghezza minima 6 m; raggio di curvatura minimo 11 m; pendenza inferiore al 16 %);
- un'area di triage;
- un piano a raso per il posizionamento del mezzo bimodale.

Per quanto riguarda gli imbocchi "intermedi" in corrispondenza del viadotto sull'Isarco, è previsto:

- a piano campagna, un piazzale di emergenza/area di soccorso di almeno 500 m<sup>2</sup>, collegato con la viabilità ordinaria attraverso una strada di caratteristiche opportune (larghezza minima 6 m; raggio di curvatura minimo 11 m; pendenza inferiore al 16 %);
- a piano campagna, un'area di triage;
- sul viadotto, a piano ferro, un piano a raso per il posizionamento del mezzo bimodale.

Nell'area di Fortezza, all'imbocco della galleria di base del Brennero, a servizio della stessa e della galleria Scaleres, il progetto definitivo BBT prevede:

- un'area di soccorso di almeno 3.100 m<sup>2</sup>, collegato con la viabilità ordinaria attraverso una strada di caratteristiche opportune (larghezza minima 6 m; raggio di curvatura minimo 11 m; pendenza inferiore al 16 %);
- una piazzola di atterraggio elicotteri;
- un binario per il treno di soccorso che entra sulla linea AV/AC attraverso un cancello scorrevole.


Oltre a quanto sopra, nel rispetto del DM 28/10/2005, è previsto un piano a raso per il posizionamento del mezzo bimodale. Dal suddetto piano a raso, avendo cura dell'itinerario, il mezzo bimodale potrà raggiungere i binari di corsa della linea in oggetto attraverso il cancello scorrevole destinato anche al treno di soccorso.

All'imbocco delle finestre di Varna Sud, di Albes e di Chiusa ed in corrispondenza della scala alla pk 2+378 dell'interconnessione binario pari di Ponte Gardena è previsto un piazzale di emergenza/area di soccorso di almeno 500 m<sup>2</sup>.

#### Aree di sicurezza

Data la lunghezza della tratta che si configura come un sistema gallerie di circa 27 km, in linea con quanto previsto nella STI, all'imbocco nord della galleria Scaleres e all'imbocco delle gallerie di Interconnessione Ponte Gardena, sono previste due Aree di Sicurezza (cap. 4.2.2.6.1 "Definizione di area di sicurezza").

Queste nascono dal principio secondo il quale, se si verifica un incidente in galleria, il treno interessato dovrà continuare la marcia fino ad un'area, all'esterno della galleria, specificatamente attrezzata per agevolare la discesa dal treno dei viaggiatori ed il loro allontanamento verso l'area di soccorso limitrofa, per favorire l'intervento delle squadre di soccorso e per il trattamento dei treni incidentati.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Insbesondere sind am NordPortal des Schalderer Tunnels im Bereich Franzensfeste, abgesehen von den oben definierten baulichen Maßnahmen, die Realisierung eines Sicherheitsbereichs und eine Anlage zur Behandlung von Unfallzug, Fahrgästen und Gütern mit den nachstehend beschriebenen Eigenschaften geplant.

An der Manövriestelle im Außenbereich zwischen den beiden Streckengleisen zwischen pk 56+400 – pk 56+800 (fortlaufende Kilometerangabe aus BBT-Projekt) ist die Positionierung eines Bahnsteigs (+ 55 SOK) mit 400 m Länge und variierender Breite vorgesehen, der für den Ausstieg der Fahrgäste aus dem Zug benötigt wird.

In der Tat ist über die gesamte Strecke von pk 56+450 – pk 56+500 die Positionierung eines Fußgängerüberwegs auf gleicher Ebene sowohl für Streckengleis 1 als auch für Überholgleis 1 geplant, über den die Fahrgäste bei der Evakuierung den Rettungsbereich neben Gleis 1 erreichen können, indem sie die Schallschutzbarrieren mithilfe von Türen mit Panikgriffen oder Schiebetoren „durchqueren“.

Zwischen dem Fluchtbahnsteig und den Seitenbanketten ist ebenfalls ein ebener Fußgängerübergang vorgesehen, der es, falls der Bahnsteig nicht begehbar sein sollte, gestattet, die seitlichen Banketten zu erreichen, um sich vom brennenden Zug zu entfernen.

Für den Fluchtbahnsteig sind geeignete Beschilderung, Notbeleuchtung und Beschallung geplant, mit deren Hilfe die Fahrgäste auf dem Bahnsteig zum nächsten Rettungsbereich geleitet werden, sowie eine Videoüberwachungsanlage und eine Notrufanlage.

Ferner ist auf den Seitenbahnsteigen beider Überholgleise eine Löschanlage bestehend aus UNI 45 gerechten Hydranten in einem Abstand von 125 m geplant sowie eine Schaumlöschanlage mit Monitoren im Abstand von 50 m.

Eine solche Monitor-Schaumlöschanlage ist auch entlang des Bahnsteigs am Überholgleis des Brennerbasistunnels über 350 m mit einem Monitor-Abstand von 30 m vorgesehen, sodass ein Güterzug mit Gesamtlänge von 750 m „abgedeckt“ werden kann.

Eine entsprechende Anlage ist am Portal der zukünftigen Verlängerung des Grödner Tunnels im Rahmen eines etwaigen weiteren Projekts einzuplanen.

Am Portal der Verknüpfung Waidbruck im Bahnhof Waidbruck ist abgesehen von den oben beschriebenen baulichen Maßnahmen die Realisierung eines Sicherheitsbereichs für Fahrgäste mit den nachstehend beschriebenen Eigenschaften geplant.

Für die Verknüpfung Gleis 2 direkt hinter der ebenen Fläche für das bimodale Fahrzeug ist ein neuer Fluchtbahnsteig (+55 SOK) mit ca. 290 m Länge und Mindestbreite 1,20 m für den Ausstieg der Fahrgäste vorgesehen.

Für die Verknüpfung Gleis 1 ist als Fortführung des vorhandenen Bahnsteigs des Bahnhofs Waidbruck in Südrichtung ein neuer Fluchtbahnsteig (+ 55 SOK) mit ca. 80 m Länge und Mindestbreite 1,20 m über eine Gesamtlänge von 200 m vorgesehen, der für den Ausstieg der Fahrgäste aus dem Zug benötigt wird.

Diese beiden neuen Bahnsteige sind untereinander über einen Fußgängerüberweg auf gleicher Höhe verbunden.

Ferner ist am Streckenabschnitt im Freien zwischen den beiden Tunneln (Eisack-Brücke) ein Sicherheitsbereich für die Evakuierung der Fahrgäste und den Zugang der Rettungskräfte geplant.

Im Einzelnen besteht genannter Sicherheitsbereich aus den Bahnsteigen des Viadukts (siehe Abs. 13 „EISACK-BRÜCKE“) mit ca. 230 m Länge Gleis 2 und 260 m Länge Gleis 1 mit Mindestbreite 2m und Höhe +55cm, von denen über eine Treppe, die unter Gleis 1 hindurchführt (Abbildung 9.4, Abb. 9.5), zu den

In particolare, all'imbocco nord della galleria Scaleres, nell'area di Fortezza, oltre alle predisposizioni civili definite sopra è prevista la realizzazione di un'area di sicurezza ed un impianto di trattamento dei treni incidentati, passeggeri e merci aventi le caratteristiche di seguito descritte.

In corrispondenza del Posto di Movimento, all'esterno, tra i due binari di corsa, tra le pk 56+400 – pk 56+800 (progressive del progetto BBT), è previsto il posizionamento un marciapiede (+55 p.f.) di 400 m di lunghezza e di larghezza variabile, necessario alla discesa dei viaggiatori dal treno.

Infatti, per tutta l'estesa tra le pk 56+450 – pk 56+500, è previsto il posizionamento di un attraversamento pedonale a raso su entrambi i binari dispari, di corsa e di precedenza, che consenta agli esodanti sul marciapiede di raggiungere l'area di soccorso lato binario dispari, passando "attraverso" le barriere antirumore mediante porte con maniglione antipanico o cancello scorrevole.

Tra il marciapiede per l'esodo e le banchine laterali è comunque previsto un attraversamento pedonale a raso che, qualora non sia possibile percorrere il marciapiede, consenta di raggiungere le banchine laterali per allontanarsi dal treno incendiato.

A servizio del marciapiede per l'esodo è prevista un'idonea segnaletica, illuminazione di emergenza e diffusione sonora che guidi i passeggeri esodanti scesi sul marciapiede verso l'area di soccorso limitrofa ed un impianto TVCC e di telefonia di emergenza.

Inoltre, sulle banchine laterali a servizio di entrambi i binari di precedenza è prevista l'impiantistica antincendio costituita da idranti UNI 45, con passo di 125 m, ed un impianto di spegnimento a schiuma, costituito da monitori con passo di 50 m.

L'impianto di spegnimento a schiuma con monitori è previsto anche lungo la banchina del binario di precedenza della galleria di base del Brennero per un'estesa di circa 350 m e con passo di circa 30 metri, in modo tale da "contenere" un treno merci con una lunghezza di 750 m totale.

Analogo impianto sarà previsto all'imbocco del futuro prolungamento della galleria Gardena a cura di eventuale altro progetto.

All'imbocco delle gallerie di interconnessioni Ponte Gardena, nella stazione di Ponte Gardena, oltre alle predisposizioni civili definite sopra è prevista la realizzazione di un'area di sicurezza per i passeggeri aventi le caratteristiche di seguito descritte.

A servizio dell'interconnessione binario pari, subito a ridosso del piano a raso per il mezzo bimodale, è previsto un nuovo marciapiede per l'esodo (+55 p.f.) di 290 m circa di lunghezza e di larghezza minima 1.20 m, necessario alla discesa dei viaggiatori dal treno.

A servizio dell'interconnessione binario dispari, in continuità verso sud con il marciapiede esistente della stazione di Ponte Gardena, è previsto un nuovo marciapiede per l'esodo (+55 p.f.) di 80 m circa di lunghezza e di larghezza minima 1.20 m, per una lunghezza complessiva di 200 m di marciapiede, necessario alla discesa dei viaggiatori dal treno.

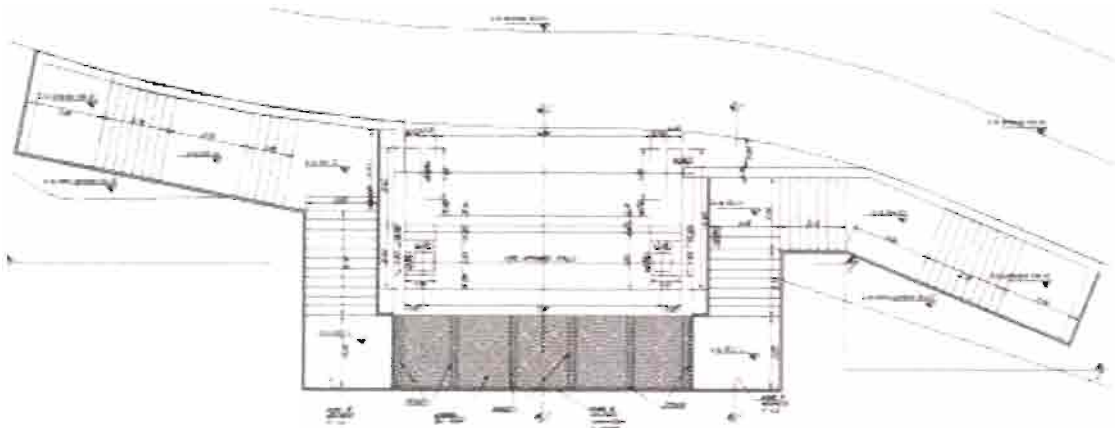
I due suddetti nuovi marciapiedi sono collegati tra di loro attraverso un attraversamento pedonale a raso.

Inoltre, in corrispondenza del tratto all'aperto tra le due gallerie (Ponte sull'Isarco) è stata prevista un'area di sicurezza per l'esodo dei passeggeri e l'accesso delle squadre di soccorso.

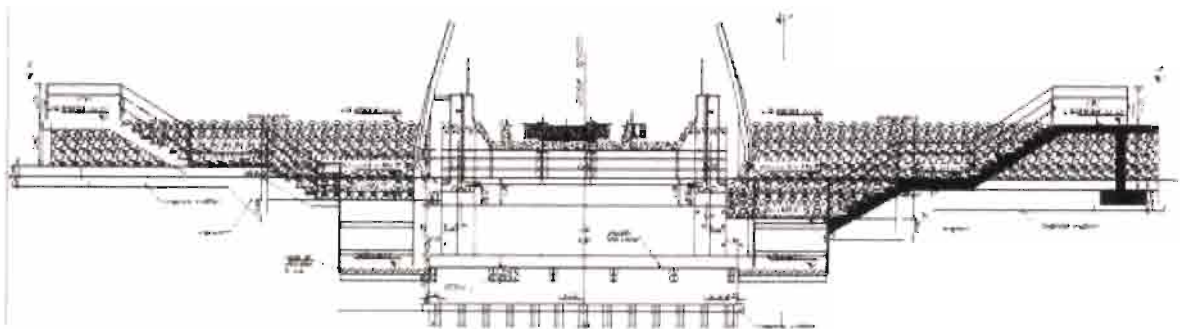
In particolare, la suddetta area di sicurezza è costituita dai marciapiedi stessi del viadotto (vedi paragrafo 13 "PONTE SUL FIUME ISARCO"), di lunghezza 230 m BP e 260 m circa BD, di larghezza minima 2 m ed altezza +55 cm, dalle quali è possibile scendere, attraverso una scala che sottoattraversa il binario dispari (Figura 9.4, Figura 9.5), alla viabilità di soccorso e quindi al piazzale di emergenza sottostante il ponte.

Rettungs- und Fluchtwegen und zum unter der Brücke befindlichen Notfallplatz hinabgegangen werden kann.

Die Treppe hat eine begehbare Breite von mindestens 2,25 m, sowohl auf den Stufen als auch auf den Treppenabsätzen.



**Abbildung 9.4 – Grundriss Treppe an Eisack-Brücke**



**Abbildung 9.5 – Querschnitt Treppe an Eisack-Brücke**

Für diese Fluchtbahnsteige sind angemessene Beschilderung, Notbeleuchtung und Beschallung geplant, mit deren Hilfe die evakuierten Fahrgäste vom Bahnsteig zur Nottreppe und über diese zum Rettungsbereich geleitet werden. Ferner sind Videoüberwachungsanlage, Notruftelefon und Brandschutz mittels Hydranten des Typs UNI 45 alle 125 m vorgesehen.

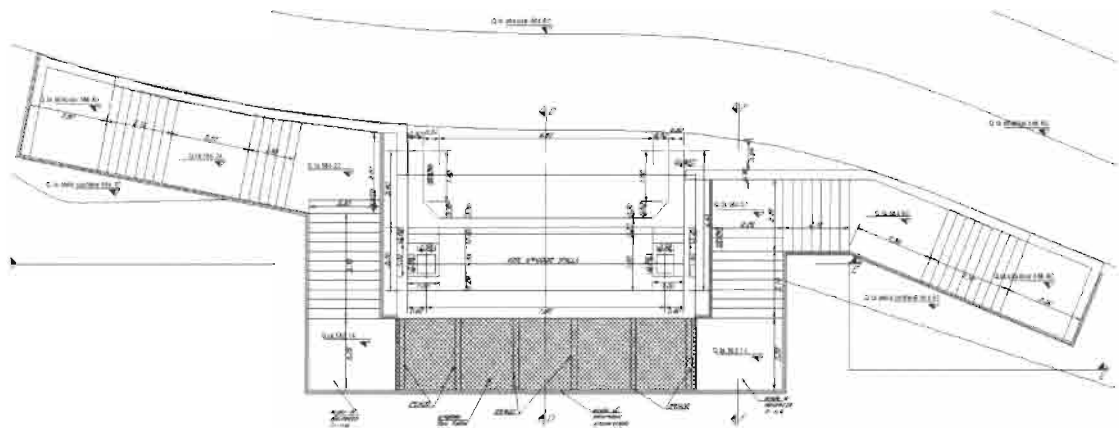
#### Helikopterlandeplatz

Bezüglich der Vorgaben von Mindestanforderung „1.4.3 – Helikopterlandeplatz“ von MD 28.10.2005 wird für den NordPortal des Schalderer Tunnels und die Verknüpfungen Franzensfeste auf den Helikopterlandeplatz im Notfallbereich Franzensfeste Bezug genommen, der gemeinsam mit BBT unterhalten wird.

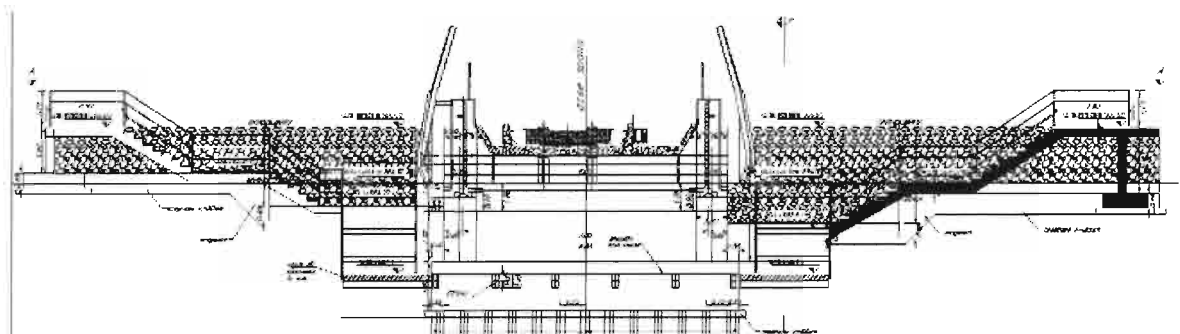
Für den SüdPortal des Verknüpfungstunnels Waidbruck wird auf den Helikopterlandeplatz des nahe gelegenen Schlern Tunnels Bezug genommen.

Für die entlang der Tunnelstrecken gelegenen Portalen am Eisack-Viadukt ist ein Helikopterlandeplatz in der Nähe des Notfallplatzes vorgesehen. Das Krankenhaus Brixen ist auf jeden Fall nur ca. 9 km entfernt.

La scala ha una larghezza netta calpestabile minima di 2.25 m, sia per i gradini che per i pianerottoli.



**Figura 9.4 – Pianta scala ponte Isarco**



**Figura 9.5 – Sezione scala ponte Isarco**


A servizio dei suddetti marciapiedi per l'esodo è prevista un'ideale segnaletica, illuminazione di emergenza e diffusione sonora che guidi i passeggeri esodanti scesi sul marciapiede verso la scala di emergenza e quindi all'area di soccorso; e gli impianti TVCC, di telefonia di emergenza ed antincendio con idranti UNI 45 ogni 125 m.

#### Piazzole per Elisoccorso

Con riferimento a quanto prescritto dal requisito minimo "1.4.3 - Piazzole per l'elisoccorso" del DM 28/10/2005, per quanto riguarda l'imbocco lato nord della galleria Scaleres e delle interconnessioni di Fortezza si fa riferimento all'elisoccorso posto nell'area di emergenza di Fortezza, in comune con BBT.

Per quanto riguarda l'imbocco lato sud della galleria di interconnessione di Ponte Gardena, si fa riferimento all'elisoccorso della limitrofa galleria esistente Sciliar.

Per quanto riguarda gli imbocchi "intermedi" in corrispondenza del viadotto sull'Isarco, è prevista un'area per l'elisuperficie vicina al piazzale di emergenza; comunque a circa 9 km si trova l'ospedale di Bressanone.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

### 9.3.3 Technologische Anlagen und Systeme

#### Notfallkommunikation

Die Funkanlage im Tunnel wird mithilfe eines Systems des Typs GSM-R und GSM-P realisiert. Für die Notfallkommunikation der Rettungskräfte (Bahnpersonal und Feuerwehr) wird das System GSM-R verwendet, das mittels BTS an den Portalen und zum Tunnel hin ausgerichteten Antennen realisiert wird und einer festen Benutzergruppe mit geeigneten Ruffunktionen und Prioritäten zur Verfügung steht. Durch die Rufpriorität werden andere Verbindungen unterbrochen, falls momentan kein Kommunikationskanal frei ist.

Das Datenübertragungssystem ist vom Typ SDH für Anwendungen des GSM-R-Langstreckensystems.

Das GSM-R-System wird für die mobile Funkkommunikation im Eisenbahnbereich verwendet und deckt sowohl die Aspekte von normalem Verkehr und Wartung aus auch außergewöhnliche Notsituationen im Eisenbahnbereich, zu denen die Rettungsmaßnahmen gehören. Das System gestattet es, in seinem Innern verschiedene, voneinander getrennte Rufgruppen auf lokaler und nationaler Basis zu erstellen und zu verwalten (jede Gruppe kann spezifischen Benutzertypen gewidmet sein, zum Beispiel: Wartungspersonal der Sicherheits- (IS) und Telekommunikations- (TLC) und Traktionsstromanlagen (TE), Bahnpolizei, Oberbau-Wartungspersonal, Feuerwehr, Sanitäter usw.), welche ihrerseits auf unterschiedlichen gegeneinander abgegrenzten Rufbereichen aktiviert werden können. Unter die Benutzer des Funksystems können auch geografische Nummern des öffentlichen oder bahninternen Festnetzes oder des öffentlichen Mobiltelefonnetzes eingegeben werden, die in die Gruppenkommunikation einbezogen werden. Die Rufgruppe der Feuerwehr wird national mit der Nummer 301 ausgewiesen und hat keinerlei Einschränkung hinsichtlich der Anzahl von Benutzern für die Verwendung.

Es ist ferner eine GSM-P-Anlage vorgesehen, die mithilfe von Kopfstationen an den Portalen realisiert wird. Die Funkreichweite im Tunnel wird durch hintereinander geschaltete Verstärker und Schlitzkabel gewährleistet, das im mittleren Abschnitt für das Hand-over sorgt.

#### Zuverlässigkeit der elektrischen Installationen

Elektrische Komponenten, die zur Versorgung der verschiedenen Notanlagen (Beleuchtung und Antriebe) bestimmt sind, sind gegen Pannen und - soweit möglich – gegen Folgeschäden durch etwaige Unfälle geschützt.

Die Notstromanlagen für die Notfalleinrichtungen werden ferner geeignete Auslegungen und Redundanzen aufweisen, damit bei Pannen oder Unfällen eine maximale Ausfallstrecke von ca. 250 m auftreten kann.

Notfallbeleuchtung und Kommunikationssystem verfügen ferner über eine Reserve von 90 Minuten.

#### Löschwasseranlage

In Übereinstimmung mit den Vorgaben von MD 28.10.2005 ist eine Löschwasseranlage mit vollen Rohren (stehendes Wasser) vorgesehen, die im Tunnel und den Sicherheitsbereichen unter dem Bahnsteig verlegt und angemessen geschützt wird.

Der Druck in den Rohren wird nur aufgebaut, nachdem die Spannung von der Oberleitung abgeschaltet worden ist, und nur durch Bahnpersonal oder Feuerwehrkräfte entweder direkt vor Ort oder über Fernbetätigung.

Die Versorgung der Anlage erfolgt bilateral mit Sammelbecken.

Die Pumpzentralen versorgen die Hauptleitung, von der die Nebenleitungen zur Versorgung der Hydranten im Tunnel abzweigen.

Die Bemessung der Anlagen erfolgt unter Berücksichtigung folgender Parameter:



### 9.3.3 Impianti e sistemi tecnologici

#### Comunicazione nelle emergenze

L'impianto di propagazione radio in galleria sarà realizzato mediante un sistema GSM-R e GSM-P. Per le comunicazioni di emergenza delle squadre di soccorso (squadre FS, personale VV.F.) è utilizzato il sistema GSM-R, realizzato mediante BTS agli imbocchi e antenne verso la galleria, a disposizione di un gruppo chiuso di utenti, con opportune funzionalità e priorità di chiamata. La priorità di chiamata permette di abbattere le altre connessioni qualora non fossero disponibili canali di traffico.

Il sistema di trasmissione dati è del tipo SDH per applicazioni del sistema Lunga Distanza del sistema GSM-R.

Il sistema GSM-R è finalizzato alle comunicazioni radiomobili in ambito ferroviario, coprendo sia gli aspetti ordinari di circolazione e di manutenzione che quelli straordinari di situazioni di emergenza ferroviaria sotto la quale si possono annoverare le operazioni di soccorso. Il sistema consente di creare e gestire al suo interno diversi e distinti gruppi di chiamata su base locale e nazionale (ogni gruppo può essere dedicato a specifiche tipologie di utenze ad esempio: manutentori IS, manutentori TLC, manutentori TE, Polferr, Manutentori armamento, Vigili del Fuoco, 118, ecc.) che possono essere a loro volta attivati su distinte e perimetrate aree di chiamata. Tra gli utenti della chiamata possono essere inseriti anche delle numerazioni geografiche di rete fissa pubblica o FS o dei cellulari pubblici che verranno coinvolti nella comunicazione del gruppo. Il gruppo di chiamata dei VV.F. è identificato con il numero 301 su base nazionale e non ha alcuna limitazione in termini di numero d'utenti utilizzabili.

È previsto, inoltre, un impianto GSM – P che verrà realizzato mediante stazioni di testa agli imbocchi; l'estensione radio in galleria è garantita da amplificatori in cascata e cavo fessurato, che nella parte intermedia realizza l'hand – over.

#### Affidabilità delle installazioni elettriche

I componenti elettrici destinati all'alimentazione dei vari impianti di emergenza (luce e forza motrice) saranno protetti da guasti e per quanto possibile da danni conseguenti ad eventi incidentali.

Gli impianti di alimentazione elettrica a servizio dei dispositivi di emergenza, inoltre, avranno opportune configurazioni e ridondanze tali da garantire, in caso di guasto o incidente, un tratto massimo di fuori servizio pari a 250 metri circa.

Inoltre le luci di emergenza e i sistemi di comunicazione disporranno di una riserva di 90 minuti.

#### Impianto idrico antincendio


In accordo con quanto prescritto dal D.M. 28/10/2005, è previsto un impianto idrico antincendio, a tubazione piena ("acqua morta"), posata sotto il marciapiede e adeguatamente protetta, in galleria e nelle aree di sicurezza.

La pressurizzazione avverrà solo dopo il tolti tensione della linea di contatto ed esclusivamente ad opera di personale FS/VV.F., direttamente in loco o tramite un comando a distanza.

L'alimentazione dell'impianto è del tipo bilaterale con relative vasche di accumulo.

Le centrali di pressurizzazione alimenteranno la condotta primaria dalla quale saranno realizzati gli stacchi che alimenteranno gli idranti in galleria.

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in considerazione dei seguenti parametri:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

- Anschlüsse vom Typ UNI 45 ausgerüstet mit Kästen vom Typ UNI 45, die in beiden Tunnelröhren alle 125 m angebracht werden;
- gleichzeitige Verwendung von 4 Anschlüssen über mindestens 60 Minuten bei Gewährleistung einer Fördermenge von 200 l/min mit 5,5 bar pro Hydrant unter den ungünstigsten Höhen- und Entfernungsbedingungen.

Die Sammelbecken mit einem Fassungsvermögen von mindestens 100 m<sup>3</sup> befinden sich am Portal der Verknüpfung Franzensfeste, am NordPortal des Schalderer Tunnels, in den Einbindungsbereichen der Fensterstollen Vahrn Süd und Albeins mit dem Schalderer Tunnel, am NordPortal des Grödner Tunnels am Einbindungsbereich des Klausener Fensterstollens mit dem Grödner Tunnel und am Portal der Verknüpfung Waidbruck.

#### Notfallbeschilderung

Die für die Tunnel und Sicherheitsbereich vorgesehene Notfallbeschilderung bezieht sich laut geplanten Sicherheitseinrichtungen auf:

- Entfernung und Richtung des nächsten Notausgangs;
- Lage der Ausgänge;
- Kennzeichnung der Sammelstelle;
- Schilder für „Gabelung“;
- ebenerdige Fußgängerüberwege;
- Schutzvorrichtungen für Fahrgäste bei der Evakuierung (Rauchschutzmasken);
- Notfallausrüstung für die Rettungskräfte;
- Stromquelle für elektrische Geräte;
- Löschwasseranlage bei den Hydranten;
- Notruftelefon TEM;
- Schalter zum Einschalten der Notbeleuchtung im Tunnel;
- Erdungsvorrichtungen (MAT) der Oberleitung an den Tunnelzugängen.

#### Notbeleuchtung

Die Notbeleuchtung auf den Fluchtwegen wird mit Leuchtkörpern aus kompakten 18 W Fluoreszenzlampen im Abstand von ca. 15 m und auf einer Höhe von der SOK von ca. 2,25 m realisiert. Die Installation erfolgt entlang der Tunnelwand über dem Gehweg.

Die Anlage wird gleichmäßige Beleuchtung entlang des Fluchtwegs mit Beleuchtungswerten (Lux) gemäß oben genannter Spezifikation und entsprechend MD 28.10.2005 sowie TSI/SET gewährleisten.

Die Notbeleuchtungsanlagen der Fluchtwege sind normalerweise ausgeschaltet und können eingeschaltet werden:

- durch Betätigung bei der zentralen Leitstelle über das Steuerungs- und Kontrollsystem der Beleuchtungs- und Nutzstromanlagen (LFM);
- Mit Eingreifen von den Steuerwarten in den Gebäuden an den Tunnelportalen durch lokale Schaltstellen für Beleuchtungs- und Nutzstrom;
- durch Betätigung eines der beleuchteten Notschalters im Tunnel, die im Abstand von ca. 80 m angebracht werden.

Die Stromversorgung für den Notfall oder bei anderem Bedarf muss über mindestens 90 Minuten garantiert werden.

- attacchi UNI 45, corredati di cassetta UNI 45, posizionati, in entrambe le canne, ogni 125 m;
- contemporaneità di utilizzazione di n. 4 attacchi per almeno 60 minuti, assicurando una portata di 200 l/min a 5,5 bar per l'idrante posto nelle condizioni più sfavorevoli per altimetria e distanza.

Le vasche di accumulo, con capacità di almeno 100 m<sup>3</sup>, sono previste all'imbocco dell'interconnessione di Fortezza, all'imbocco nord della galleria Scaleres, nelle zone di innesto delle finestre di Varna Sud e di Albes con la galleria Scaleres, all'imbocco nord della galleria Gardena, nella zona di innesto della finestra di Chiusa con la galleria Gardena ed all'imbocco dell'interconnessione Ponte Gardena.

#### Segnaletica di emergenza

La segnaletica di emergenza prevista nelle gallerie e nelle aree di sicurezza della tratta in oggetto, secondo le predisposizioni di sicurezza previste è relativa a:

- distanza e direzione delle uscite più vicine;
- ubicazione delle uscite;
- indicazione del punto di raccolta;
- cartelli di "bivio";
- attraversamenti pedonali a raso;
- dispositivi di protezione per i viaggiatori in caso di esodo (mascherine antifumo);
- attrezzature di emergenza a disposizione delle squadre di soccorso;
- fonte di alimentazione di apparati elettrici;
- impianto idrico antincendio in corrispondenza dell'idrante;
- telefonia di emergenza TEM;
- pulsanti di accensione dell'illuminazione di emergenza in galleria;
- dispositivi di M.A.T. della linea di contatto in corrispondenza degli accessi in galleria.

#### Illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza, dei percorsi di esodo, verrà realizzato installando corpi illuminanti con lampade fluorescenti compatte da 18W con un passo di circa 15 m, ad una altezza dal piano ferro di circa 2,25 m. L'installazione è prevista lungo la parete della galleria sovrastante il camminamento.


L'impianto garantirà uniformità di illuminazione lungo il camminamento e i valori d'illuminamento (lux) previsti dalla suddetta specifica e quindi in linea con il DM 28/10/2005 e la STI/SRT.

Gli impianti di illuminazione di emergenza delle vie di esodo saranno normalmente spenti e potranno accendersi:

- Con intervento da specifica postazione del Posto Centrale, attraverso il sistema di comando e controllo degli impianti LFM;
- Con intervento dai posti di comando nei fabbricati agli imbocchi delle gallerie tramite postazione locale LFM;
- Con comando da uno qualunque dei pulsanti di emergenza illuminati, previsti in galleria con un passo di circa 80 m.

Deve essere garantita alimentazione elettrica per l'emergenza o per altre necessità assicurando una disponibilità di almeno 90 minuti.

Per le tre finestre è previsto un impianto di illuminazione del tutto analogo a quello previsto in galleria.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Für die drei Fensterstollen ist eine gleichartige Beleuchtungsanlage wie im Haupttunnel vorgesehen.

Die im Tunnel geplanten ebenerdigen Übergänge an den Verknüpfungen und Verbindungsstellen von Gleis 2/1 werden mit ähnlichen Leuchtkörpern beleuchtet wie im Tunnel und in den Fensterstollen, die jedoch mit 32 W Lampen ausgerüstet sein werden.

Insbesondere werden an jedem Übergang 3 Lampen pro Seite angebracht, die auf dieselbe Art und Weise wie die Notfallbeleuchtung geschaltet werden.

Die Verbindungstunnel Gleis 2/1 werden hingegen mit der gleichen Art von Lampen beleuchtet, wie die für den Fluchtweg verwendeten, diese werden jedoch nur für Betriebs- und Wartungszwecke eingeschaltet.

#### Rauchabzugssystem für die Fluchtwege

Für den Streckentunnel ist ein Überdrucksystem für die Querschläge (Bypässe) vorgesehen, bei dem Luft aus dem nicht vom Unfall betroffenen Tunnel eingeblasen wird, um zu verhindern, dass der Rauch aus dem Unfalltunnel eindringt, und um die Evakuierung der Fahrgäste an einen sicheren Ort zuzulassen, welche aus der gegenüberliegenden (unbeschädigten) Tunnelröhre besteht.

Für Querschläge mit Länge über 100 m sind zwei Filterbereiche vorgesehen, die über Doppeltüren in Überdruck realisiert werden.

Die Verbindungsbypässe zwischen den beiden Tunnelröhren des Streckentunnels werden mit Schiebetüren abgeschottet und mit Kontrollanlagen ausgerüstet, die in der Lage sind, einen ausreichenden Überdruck aufrechtzuerhalten, um das Eindringen des Rauchs zu verhindern.

Es gibt zwei Arten von Bypass:

- Bypass mit Länge unter 100 m (kurzer Bypass), der nur am Zugang mit einer Tür versehen ist, sodass nur ein Filterbereich vorhanden ist;
- Bypass mit Länge über 100m (langer Bypass), der durch Türen am Zutritt und entlang des Querschlags gekennzeichnet ist, sodass zwei Filterbereiche entstehen.

Ferner ist an den Fensterstollen Vahrn Süd, Albeins und Klausen ein Filterbereich mit Druckanlage vorgesehen, der Außenluft über den Stollen ansaugt und in den Filterbereich einbläst, sodass ein ausreichender Überdruck beibehalten wird, um das Eindringen von Rauch zu vermeiden.

Die Zugangs-/Ausgangstreppe des Verknüpfungstunnels Waidbruck Gleis 2 benötigt keinen Filterbereich, da diese aufgrund ihrer geometrischen Anlage als „Freiraum“ entsprechend MD 30. November 1983 – „Begriffe, allgemeine Definitionen und grafische Symbole im Brandschutz“ wirkt.

#### Notrufanlage (Freisprechanlage) und Beschallung

Für die hier genannten Tunnel ist eine Notruf-/Beschallungsanlage vorgesehen, um im Notfall die Kommunikation von Zugpersonal oder Fahrgästen im Tunnelinneren und der zentralen Leitstelle zu gestatten sowie um erforderlichenfalls Weisungen durch Bahnpersonal oder Rettungskräfte an die Fahrgäste erteilen zu können.

Hierzu sind Freisprechanlagen (TEM) mit Full-Duplex-System an den Tunnelportalen, entlang des Tunnels alle 250 m und in den Sicherheitsbereichen vorgesehen.

Die Anlagen sind für die ausschließliche Verwendung im Notfall bestimmt und umfassen die Freisprech-Kommunikation sowie die Aussendung des Notrufs von der Sprechstelle über Tastendruck an die Konsole der Verkehrssteuerungs-/Notfallzentrale. Dieses System gestattet die sofortige grafische Anzeige des aufgetretenen Notfalls am Monitor der Zentrale.

Gli attraversamenti a raso previsti in galleria in corrispondenza delle interconnessioni e delle comunicazioni Pari/Dispari saranno illuminati con apparecchi illuminanti simili a quelli utilizzati in galleria e nelle finestre, ma saranno dotati di lampada da 32 W.

In particolare in corrispondenza di ciascun attraversamento a raso verranno disposte 3 lampade per ciascun lato, con accensione comandata con le stesse modalità previste per le lampade di emergenza.

Le gallerie di comunicazione Pari/Dispari, invece, saranno illuminate con lampade dello stesso tipo di quelle impiegate per l'illuminazione delle vie di esodo, ma queste saranno attivate solo per esigenze di servizio e manutenzione.

#### Sistema di controllo fumi nelle vie di esodo

Per la gallerie della tratta è prevista la messa in sovrappressione dei collegamenti trasversali (by-pass), immettendo negli stessi aria prelevata dalla galleria non incidentata, per impedire l'ingresso dei fumi provenienti dalla galleria incidentata e consentire l'esodo dei viaggiatori verso il luogo sicuro che è rappresentato dalla canna opposta (canna sana).

Per i collegamenti trasversali di lunghezza superiore a 100 m, sono previste due zone filtro realizzate mediante doppie porte e poste in sovrappressione.

I by-pass di collegamento tra le due canne delle gallerie della tratta saranno compartimentati con porte scorrevoli e saranno dotati di appositi impianti di controllo fumi in grado di mantenere una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi al suo interno.

Sono individuati due tipologie di bypass :

- by-pass di lunghezza minore di 100 m (by-pass corti), con porte posizionate unicamente agli accessi in modo tale da determinare una sola zona filtro;
- by-pass di lunghezza maggiore di 100 m (by-pass lunghi), caratterizzati da porte agli accessi e porte intermedie in modo tale da determinare due zone filtro.

Inoltre, nelle finestre di Varna Sud, di Albes e di Chiusa è prevista una zona filtro dotata di un impianto di pressurizzazione che preleverà aria esterna dall'imbocco della finestra e la immetterà nella stessa zona filtro così da mantenere una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi al suo interno.


La scala di accesso/uscita nella galleria di Interconnessione di Ponte Gardena BP non necessita di una zona filtro, in quanto, date le sue caratteristiche geometriche, si configura essa stessa come uno "spazio scoperto" secondo la definizione del DM 30 novembre 1983 – "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi").

#### Impianto telefonico di emergenza (viva/voce) e di diffusione sonora

Per le gallerie in oggetto sarà previsto un impianto di telefonia di emergenza/diffusione sonora al fine di consentire, durante un'eventuale emergenza, le comunicazioni dall'interno della galleria tra il personale di bordo o i viaggiatori e il centro di controllo nonché impartire le necessarie disposizioni al pubblico in caso di necessità da parte del personale ferroviario ovvero delle squadre di soccorso.

A tale scopo saranno previste postazioni telefoniche costituite da telefono a viva-voce (TEM) con sistema di conversazione full duplex, agli imbocchi delle gallerie, lungo le gallerie ogni 250m, e nelle aree di sicurezza.

Gli impianti sono destinati ad esclusivo utilizzo per l'emergenza e prevedono la conversazione a viva-voce e l'invio della chiamata di soccorso dalla postazione telefonica agendo su un pulsante a pressione con conseguente squillo della consolle del gestore della circolazione/emergenza; tale sistema consente l'immediata visualizzazione grafica sul monitor in una postazione remota della presenza di un'emergenza in corso.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD.00 00 002	VERS. B

Die Anlage gestattet es ferner (bei Notfällen oder Betriebsstörungen während des Eisenbahnverkehrs), den Fahrgästen über ein Beschallungssystem mit angemessen verteilten Lautsprechern die erforderlichen Anweisungen für das rasche Verlassen des Tunnels und die erforderlichen Hinweise zur Unterstützung und Erleichterung etwaiger Rettungsmaßnahmen zu erteilen.

#### Stromversorgung

An jeder Schalttafel eines Streckenabschnitts ist ein Notstrom-Schaltschrank mit Steckdose zur Stromversorgung der elektrischen Geräte im Tunnel für die Rettungskräfte vorhanden.

#### Steuerwarten

Für die Streckentunnel ist eine Warte für Steuerung, Kontrolle, Diagnose und Wartung der Sicherheitseinrichtungen bei der zentralen Leitstelle in Verona vorgesehen.

Von der Steuerwarte aus werden die Anlagen sowohl während der normalen Betriebsphasen (Diagnose und Wartung) als auch im Notfall gesteuert.

#### Trennung der Oberleitung

Es sind angemessen angeordnete Trennstellen der Oberleitung vorgesehen, damit Züge, die vor oder nach einem von einem Unfall oder einfach von einem Kurzschluss in einem Leitungsabschnitt betroffenen Zug fahren, bewegt werden können, mit Leitungsabschnitten entlang der gesamten Strecke mit Länge von höchstens 5 km.

#### Unterbrechungs- und Erdungssystem der Oberleitung

Unbeschadet der bei der Bahn geltenden Prozeduren für Anforderung und Bestätigung von Spannungsabschaltung des Traktionsstroms und Erdung, wird ein System installiert, dass bei Unfällen im Tunnel die Abschaltung der Oberleitung und deren Schutzerdung über Vorrichtungen zulässt, die in der Nähe aller Zugänge für die Rettungskräfte (Portalen, Haltestellen) neben dem betroffenen Gleis und vom Zugangsweg für die Rettungskräfte in den Tunnel aus gut sichtbar angebracht sind. Der Vorgang der Erdung kann sowohl vor Ort als auch über Fernbedienung vorgenommen werden.

Nach erfolgter Erdung der Oberleitung kann vom Schaltkasten jedes Erdungstrennschalters (MAT) ein Sicherheitsschlüssel abgezogen werden, wodurch dem Rettungspersonal garantiert wird, dass keine weiteren Schaltungen am betreffenden Gerät vorgenommen werden können.

Insbesondere sind Erdungsvorrichtungen an folgenden Stellen vorgesehen:

- Schalderer Tunnel: Nordeingang,
- Schalderer Tunnel: Südeingang,
- Tunnelportal Verknüpfung Franzensfeste,
- Tunnel Waidbruck: Nordeingang,
- Tunnelportalen Verknüpfung Waidbruck,
- Fensterstollen Vahrn Süd, Albeins und Klausen,
- Streckenportal pk 2+378 Verknüpfungstunnel Waidbruck Gleis 2.

#### Verfügbarkeit Rettungsgeräte

Entlang des Tunnels werden alle 250 m Notfallgeräte für die Rettungskräfte und/oder Fahrgäste zur Verfügung gestellt.

Insbesondere ist alle 250 m neben der Schalttafel des Streckenabschnitts ein Notfallschrank aus Edelstahl angebracht, der zwei 1000W Scheinwerfer, 1 Dreifuß zur Halterung des Scheinwerfers und eine manuelle

L'impianto, inoltre, consente (in caso di emergenze o di anomalie che si dovessero verificare durante l'esercizio ferroviario) di comunicare ai viaggiatori, tramite un sistema di diffusione sonora con trombe opportunamente dislocate, le istruzioni per l'evacuazione rapida dalla galleria e fornisce le indicazioni necessarie a supportare e facilitare le eventuali operazioni di soccorso.

#### Alimentazione di energia elettrica

è prevista, in corrispondenza di ogni quadro elettrico di tratta un armadio di soccorso con una presa per consentire l'alimentazione in galleria degli apparati elettrici in uso alle squadre di soccorso.

#### Postazioni di controllo

Per le gallerie della tratta è prevista una postazione per il comando, il controllo, la diagnostica e manutenzione delle predisposizioni di sicurezza presso il PCS di Verona.

Dalla postazione di controllo sono gestiti gli impianti sia durante le normali fasi di esercizio (diagnostica e manutenzione) sia in presenza di una emergenza.

#### Sezionamento linea di contatto

Sono previsti dei sezionamenti della linea di contatto opportunamente ubicati allo scopo di consentire la mobilità di treni accodati o precedenti quelli incidentati o semplicemente posti sotto una tratta di linea di contatto interessata da un corto circuito, con sezioni, lungo l'intera tratta, di lunghezza non superiore a 5 km.

#### Sistema di interruzione e messa a terra della linea di contatto

Fermo restando le procedure di richiesta e conferma di toltensione TE e messa a terra in uso nelle F.S., sarà installato un sistema che, in presenza di un incidente in galleria, consenta la disalimentazione della linea di contatto e la relativa messa a terra di sicurezza, mediante dispositivi posizionati in prossimità di tutti gli accessi delle squadre di soccorso (imbocchi, fermata), lateralmente al proprio binario di riferimento ed in posizione visibile dal percorso di accesso delle squadre di soccorso alla galleria. L'operazione di messa a terra potrà essere realizzata sia in loco che da remoto.

Ad avvenuta messa a terra della linea di contatto, dalla cassa di manovra di ciascun sezionatore di messa a terra (MAT) sarà possibile estrarre una chiave di sicurezza, a garanzia del personale di soccorso circa l'impossibilità di ulteriori manovre sull'apparecchiatura.


In particolare, sono previsti dispositivi di messa a terra nei seguenti punti:

- galleria Scaleres: imbocco nord;
- galleria Scaleres: imbocco sud;
- imbocco gallerie di interconnessione di Fortezza;
- galleria Ponte Gardena: imbocco nord;
- imbocco gallerie di interconnessione Ponte Gardena;
- finestre di Varna Sud di Albes e di Chiusa;
- accesso intermedio pk 2+378 galleria interconnessione Ponte Gardena binario pari.

#### Disponibilità attrezzature di soccorso

Sono disposte lungo la galleria, ogni 250 m, attrezzature d'emergenza a disposizione delle squadre di soccorso e/o dei passeggeri.

In particolare, ogni 250 m circa, accanto al quadro elettrico di tratta, è previsto un armadio di soccorso in acciaio inox contenente n.2 proiettori da 1000W ciascuno, n.1 treppiedi di sostegno per il proiettore ed un

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Kabelrolle mit 200 m brandhemmendem Stromkabel mit geringer Rauch- und Giftgasemission mit Stecker am Ende und Steckdose für die mobile Stromversorgung der Scheinwerfer auf Dreifußständer sowie 100 Einmalmasken enthält.

#### Feste Anlagen für die Kontrolle des Zugzustands

Es sind Anlagen zur Temperaturerfassung heiß gelaufener Achslager (RTB) am Boden bzw. vorbeugend an strategischen Stellen im Netz geplant, sodass eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein heiß gelaufenes Achslager bereits erfasst wird, bevor der Zug in den Tunnel einfährt und dass dieser rechtzeitig gestoppt werden kann.

Diese Anlage wird dem Standard für HG-/HL-Züge entsprechen und in der Streckengeschwindigkeit entsprechenden Abständen angeordnet.

#### Anforderungen an das Brandverhalten (Stromkabel)

Sämtliche Stromkabel der Beleuchtungs- und Nutzstromanlagen im Tunnel sind aus brand- und flammenhemmendem Material, das im Brandfall keine korrodierenden Gase und nur extrem geringe Mengen giftiger Gase und dichten Rauchs freisetzt.

#### Erkennung von Brand, Rauch und Gasen in technischen Räumen

Es ist ein Branderkennungssystem für alle technischen Räume der Gebäude, der Bypässe und der Fensterstollen vorgesehen.

Insbesondere wird die Branderkennungsanlage, die zur automatischen Erfassung und Aktivierung bestimmter Alarmsignale und Maßnahmen dient, die Installation verschiedener Komponenten umfassen, darunter: Optische Rauchmelder, Sauerstoffsensoren, Wasserstoffsensoren usw.

### **9.3.4 Ergänzende technologische Anlagen und Systeme**

#### Geschwindigkeitsüberwachung / Signalisierungssystem

In Bezug auf diese Anforderung ist die Strecke mit dem System ERTMS (European Rail Traffic Management System) Level 2 ausgerüstet, einem hochmodernen System für die Fernsteuerung und Kontrolle der Zugsicherheit auf Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsstrecken.

Das System, das den Verkehr auf den neuen Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsstrecken der europäischen Züge gewährleistet, steht über eine gemeinsame, auf die Funkübertragung von Daten und Informationen gestützte „Sprache“ im Dialog mit den Zügen, deren Fahrt in jedem Moment vom System überwacht wird.

Das System gestattet die konstante Kontrolle der Geschwindigkeit vom Sicherheitscomputer an Bord und sorgt für das Abbremsen des Zugs, wenn die zulässige Geschwindigkeit überschritten wird.

Es gestattet die Anzeige am Bildschirm im Fahrerhaus der Daten bezüglich der zugelassenen Geschwindigkeit sowie der Distanz bis zum Hindernis für den Zugführer.

#### Trenntüren

In Übereinstimmung mit den Vorgaben des Projekts für den Brennerbasistunnel und für andere bereits errichtete lange Eisenbahntunnel wurden geeignete Trennsysteme durch Trenntüren EI 120 an den Verbindungstunneln der Schalderer und Grödner Tunnel eingeplant, um die Tunnelröhre 2 von Tunnelröhre 1 zu trennen und so im Brandfall die Umwälzung des Rauchs aus dem Unfalltunnel in den unbeschädigten Tunnel zu verhindern, der so als Zufluchtsort dienen kann.



rullo avvolgicavo con comando manuale con 200 m di cavo elettrico non propagante la fiamma e a bassa emissione di fumi e gas tossici, con alle estremità una spina ed una presa per consentire l'alimentazione mobile dei proiettori su treppiede e 100 mascherine usa e getta.

#### Impianti fissi per il controllo dello stato del treno

Sono previsti impianti di Rilevamento Temperatura Boccole (RTB) calde a terra o preventivi sulla rete in posizioni strategiche in modo da avere un'elevata probabilità di rilevare una boccola calda prima che il treno entri in una galleria e di bloccare un treno difettoso prima che vi entri.

L'impianto RTB sarà a standard AV/AC, con cadenzamento coerente con la velocità della linea.

#### Requisiti di resistenza e reazione al fuoco (cavi elettrici)

Tutti i cavi per gli impianti LFM in galleria, saranno del tipo non propagante l'incendio, non propagante la fiamma, assenza di gas corrosivi in caso di incendio, ridottissima emissione di gas tossici e di fumi opachi in caso di incendio

#### Rivelazione di incendio, fumo e gas nei locali tecnici

E' previsto un impianto di rivelazione incendi esteso a tutti i locali tecnici dei fabbricati, dei bypass e delle finestre

In particolare, l'impianto di rivelazione incendi atto alla rilevazione automatica ed all'attivazione delle predeterminate misure di segnalazione di allarme ed intervento, comprenderà l'installazione di alcuni componenti, tra i quali: rivelatori ottici di fumo, rivelatori di ossigeno, rivelatori di idrogeno, ecc.

### **9.3.4 Impianti e sistemi tecnologici integrativi**

#### Monitoraggio della velocità/sistema di segnalamento

Con riferimento a tale requisito, la linea è attrezzata con il sistema ERTMS (European Rail Traffic Management System) livello 2, sistema all'avanguardia per la gestione e il controllo della distanza di sicurezza dei treni sulle linee dedicate all'Alta Velocità/Alta Capacità.

Il sistema, che garantisce la circolazione sulle nuove linee Alta Velocità/Alta Capacità dei treni europei, dialogando con un "linguaggio" comune, si basa sulla radiotrasmissione dei dati e delle informazioni permettendo di seguire la marcia del treno istante per istante.

Il sistema consente un controllo continuo di velocità dal computer in sicurezza di bordo e comando di frenatura per velocità oltre quella consentita.

Esso permette la visualizzazione, su schermo in cabina di guida, dei dati di velocità consentita e della distanza dall'ostacolo per il macchinista..

#### Porte di disconnessione

In linea con quanto previsto nel progetto della Galleria di base del Brennero ed in altre lunghe gallerie ferroviarie già realizzate, sono stati previsti idonei sistemi di separazione mediante porte di disconnessione EI 120 in corrispondenza delle gallerie di comunicazione nelle gallerie Scaleres e Gardena al fine di separare la canna pari dalla dispari ed evitare, in caso di incendio, un eventuale ricircolo dei fumi dalla canna incidentata alla canna sana, da destinare a luogo sicuro.

La porta sarà normalmente aperta e la sua chiusura (e successiva apertura) sarà servo comandata a sicurezza ridondata operata tramite apposito quadro di controllo e comando, con possibilità di

Diese Tür ist normalerweise geöffnet und ihre Schließung (und das anschließende Öffnen) erfolgt über Servomechanismus mit redundanter Sicherheitsvorrichtung, welche über eine eigene Steuer- und Schalttafel betätigt wird. Es besteht auch die Möglichkeit für manuelles Schließen/Öffnen mithilfe vertikaler Griffe und Betätigungstasten auf beiden Türseiten. Diese Taste muss gut sichtbar angebracht sein und ein Hinweisschild aufweisen.

Die Tür muss mit Mikroschaltern ausgestattet sein, die den offenen/geschlossenen Zustand und die Funktionstüchtigkeit erfassen.

Ferner sind Systeme für das automatische Öffnen bei der Annäherung des Zugs und automatische Systeme, die das Schließen der Tür bei Vorhandensein von Hindernissen oder Spannung in der Oberleitung verhindern, einzuplanen.

#### Drainagesystem für gefährliche Flüssigkeiten

In den Streckentunneln ist ein Auffang- und Entsorgungssystem für gefährliche Flüssigkeiten im Tunnel vorgesehen, das die Aufgabe erfüllt, verschmutztes Wasser abzufangen (Flüssigkeiten aus Störsituationen sowie Löschwasser) und es über Leitungen und Siphons zu den Sammelbecken zu führen (siehe Absatz 111.4 „Wasserableitungssystem“).

#### Schaumlöschanlage

Im Sicherheitsbereich/Zugbehandlungsanlage in Franzensfeste ist an den Seitenbahnsteigen beider Überholgleise eine Schaumlöschanlage geplant, die aus Monitoren mit 50 m Abstand besteht.

Eine solche Monitor-Schaumlöschanlage ist auch entlang des Bahnsteigs am Überholgleis des Brennerbasistunnels über 350 m mit einem Monitor-Abstand von 30 m vorgesehen, sodass ein Güterzug mit Gesamtlänge von 750 m „abgedeckt“ werden kann.

chiusura/apertura manuale tramite maniglione verticale e pulsante di apertura/chiusura su entrambi i lati della porta. Tale pulsante dovrà essere visibile e accompagnato da targa indicante la posizione.

La porta dovrà essere dotata di microinterruttori che ne rilevino l'apertura/chiusura e la funzionalità.

Dovranno inoltre essere previsti sistemi per apertura automatica in caso di avvicinamento del treno e sistemi automatici per prevenire la chiusura della porta in presenza di ostacoli o di tensione nella linea elettrica di contatto

#### Sistema di drenaggio liquidi pericolosi

Nelle gallerie della tratta è previsto un sistema di raccolta e smaltimento dei liquidi pericolosi in galleria, con la funzione di intercettare le acque contaminate (liquidi provenienti da eventi anomali ed acque antincendio) e deviarle verso le vasche di ritenuta tramite condotti e sifoni (vedi paragrafo 11.4 "Sistema di smaltimento delle acque").

#### Impianto spegnimento a schiuma

Nell'area di sicurezza/Impianto Trattamento Treni di Fortezza, sulle banchine laterali a servizio di entrambi i binari di precedenza è previsto un impianto di spegnimento a schiuma, costituito da monitori con passo di 50 m.

L'impianto di spegnimento a schiuma con monitori è previsto anche lungo la banchina del binario di precedenza della galleria di base del Brennero per un'estesa di circa 350 m e con passo di circa 30 metri, in modo tale da "contenere" un treno merci con una lunghezza di 750 m totale.

## 10 ANWENDBARE TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN FÜR DIE INTEROPERABILITÄT

Die derzeitige Strecke Verona – Franzensfeste gehört zum konventionellen, transeuropäischen, interoperablen Verkehrsnetz .

Gemäß der Definition durch die Richtlinie 96/48/EG i.d.g.F. ist das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsnetz ein integriertes System, das die Interoperabilität hinsichtlich der Grundvoraussetzungen gewährleistet. Für sämtliche HG-/HL-Strecken, die zu den interoperablen Korridoren gehören, hat das Parlament der Europäischen Gemeinschaft im Laufe dieser Jahre die folgenden Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität ausgegeben, welche auf das Projekt von Baulos 1 Anwendung finden:

- Teilsystem HG-Infrastruktur: 2008/217/EG vom 20/12/2007;
- Teilsystem HG-Energieversorgung: 2008/284/EG vom 06/03/2008;
- Teilsystem Kontrolle-Steuerung und Signalisierung: 2012/88/EU vom 25/01/2012 i.d.g.F.
- Personen mit Bewegungseinschränkungen: 2008/164/EG vom 21/12/2007;
- Sicherheit in Eisenbahntunneln (SET): 2008/163/EG vom 20/12/2007.

Der Vollständigkeit halber werden die weiteren für das HG-Netz ausgegebenen TSI aufgeführt, obwohl diese keine Infrastrukturaspekte betreffen:

- Rollmaterial HG: 2008/232/EG vom 21/02/2008;
- Teilsystem Betrieb: 2008/231/EG vom 01/02/2008;
- Teilsystem Wartung HG: 2002/730/EG vom 30/05/2002.

Es werden auch die für das konventionelle Verkehrsnetz ausgegebenen TSI aufgeführt, obwohl diese in der Substanz keine Anwendung auf das Planungsobjekt finden, mit Ausnahme kleinerer Maßnahmen in Waidbruck:

- Teilsystem konventionelle Infrastruktur: 2011/275/EG vom 26/04/2011;
- Teilsystem konventionelle Energieversorgung: 2011/274/EG vom 26/04/2011;

Für die Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur zwischen Franzensfeste und Waidbruck wurde eine vorläufige Analyse der Einhaltung der TSI-Anforderungen für die Teilsysteme: „HG-Infrastruktur“ (Bez. 2008/217/EG) und „HG-Energie“ (Bez. 2008/284/EG sowie der TSI-Anforderungen „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ (Bez. 2008/163/EG) sowie TSI „Personen mit Bewegungseinschränkungen“ (Bez. 2008/164/EG) vorgenommen.

## 10 SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITÀ APPLICABILI

L'attuale linea Verona – Fortezza ricade nella rete interoperabile trans-europea convenzionale).

Il Sistema Ferroviario Trans-europeo ad Alta Velocità, così come definito dalla direttiva 96/48/CE e successive modificazioni ed integrazioni, è un sistema integrato al fine di garantire l'interoperabilità per quanto riguarda i suoi requisiti essenziali. Per tutte le tratte AV/AC facenti parte dei corridoi interoperabili, il Parlamento della Comunità Europea ha emanato, nel corso di questi anni, le seguenti Specifiche Tecniche di Interoperabilità, applicabili al progetto del Lotto 1.:

- Sottosistema Infrastruttura AV: 2008/217/CE del 20/12/2007;
- Sottosistema Energia AV: 2008/284/CE del 06/03/2008;
- Sottosistema Controllo-Comando e Segnalamento: 2012/88/UE del 25/01/2012 e s.m.i.
- Persone a Mobilità Ridotta (PMR): 2008/164/CE del 21/12/2007;
- Sicurezza nelle gallerie ferroviarie (SRT): 2008/163/CE del 20/12/2007.


Per completezza si riportano le ulteriori STI emesse per la rete AV, sebbene non riguardino aspetti infrastrutturali:

- Materiale Rotabile AV: 2008/232/CE del 21/02/2008;
- Sottosistema Esercizio: 2008/231/CE del 01/02/2008;
- Sottosistema Manutenzione AV: 2002/730/CE del 30/05/2002.

Si riportano anche le STI emesse per la rete Convenzionale, anche se queste non risultino sostanzialmente applicabili all'oggetto della progettazione, a meno di interventi minori presso Ponte Gardena:

- Sottosistema Infrastruttura convenzionale: 2011/275/UE del 26/04/2011;
- Sottosistema Energia convenzionale: 2011/274/UE del 26/04/2011;

Per l'infrastruttura ferroviaria Alta Velocità tra Fortezza e Ponte Gardena è stata condotta l'analisi preliminare di rispondenza ai requisiti STI per i sottosistemi: "Infrastruttura AV" (rif.: 2008/217/CE) ed "Energia AV" (rif.: 2008/284/CE), ed ai requisiti della STI "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie" (rif.:2008/163/CE) e della STI "Persone a Mobilità Ridotta" (rif. 2008/164/CE).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11 TUNNELPROJEKT

In den nachfolgenden Absätzen werden die Themen im Zusammenhang mit der endgültigen Planung der unterirdischen Bauwerke entwickelt, wobei die Hauptziele in folgendem bestehen:

- Definition der Geometrie und technischen Eigenschaften der Bauwerke;
- Klassifikation von Böden/Gestein, die vom Tunnelbau betroffen sind;
- Herausarbeitung der Probleme in Verbindung mit dem Verhalten von Böden/Gestein beim Ausbruch in Funktion der geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Situation;
- Definition der Realisierungsmethoden (konventionell und/oder maschinell) sowie der Regelquerschnitte für den Ausbruch;
- Definition von Dauer und Baukosten der Werke.

Nachdem die Arbeitsmethode erläutert worden ist, wird auf geologische, hydrogeologische und geotechnische Probleme hingewiesen und es werden die Aspekte der Verwirklichung sowie die Sicherheitsanforderungen angesprochen.

### 11.1 ARBEITSMETHODE

Die Planung der unterirdischen Bauwerke betraf die Definition der Konfiguration der Tunnel dieser Teilstrecke unter Beachtung der Sicherheitsnormen für Eisenbahntunnel<sup>6</sup> und insbesondere des Planungsdokuments „Allgemeiner Sicherheitsbericht zur Teilstrecke Baulos 1“ (IBL110D 97 RG SC 00 03 001), in dem die Sicherheitsanforderungen für das spezifische Projekt und die Definition der strukturellen und baulichen Aspekte der Tunnel erörtert werden.

Gemäß der Methode ADECO-RS (Analyse der kontrollierten Verformung in Gestein und Böden)<sup>7</sup> wurde die Planung in folgende Projektphasen aufgliedert:

- Erhebung geologischer und geotechnischer Elemente (Erkundungsphase),
- Analyse des Verhaltens der Gesteinsgefüge beim Ausbruch (Diagnosephase),
- Auswahl der Baumethode und Definition der Regelquerschnitte für Ausbruch und Vortrieb (Therapiephase)

Die bei der Einreichplanung getätigten Entscheidungen stützten sich auf die Entwicklungen der vorausgehenden Planungsphasen (Vorprojekt), die Analyse der Daten und Grundvoraussetzungen sowie der Dokumentation durch Studien im Laufe der Erkundungsphase.

Während der Erkundungsphase wurden zur Planung des Bauwerks eine Reihe geologischer Untersuchungen direkter und indirekter Art durchgeführt, ergänzt durch geologische, hydrogeologische und geomorphologische Messungen und begleitet von Laborversuchen an den entnommenen Bodenproben. Die Ergebnisse dieser geologischen Messreihe wurden durch die Ergebnisse der vorigen Projektphase (Vorprojekt) ergänzt. Die sich daraus ergebende geologische, hydrogeologische und geotechnische Situation gestattete insbesondere die Definition folgender Aspekte:

<sup>6</sup> MD 28.10.2005 „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ und Entscheidung der Kommission 2008/163/EG – Technische Spezifikation für die Interoperabilität betreffend „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im transeuropäischen konventionellen und Hochgeschwindigkeitsbahnsystem.

<sup>7</sup> Lunardi P. „Planung und Bau von Tunneln: Analyse der kontrollierten Verformung von Gestein und Böden - ADECO-RS“. Verlag Hoepli, 2006.

## 11 PROGETTO DELLE GALLERIE

Nei successivi paragrafi, sono sviluppati i temi legati alla progettazione definitiva delle opere in sotterraneo i cui i principali obiettivi sono:

- definizione della geometria e delle caratteristiche tecniche delle opere;
- classificazione di terreni/rocce interessati dalla realizzazione delle gallerie;
- individuazione delle problematiche connesse al comportamento dei terreni/rocce in fase di scavo in funzione del quadro geologico, idrogeologico e geotecnico;
- definizione delle modalità realizzative (tradizionale e/o meccanizzato) e delle sezioni tipo di scavo;
- definizione dei tempi e dei costi di costruzione delle opere.

Dopo aver illustrato la metodologia di lavoro, si farà un accenno alle problematiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche e si affronteranno gli aspetti realizzativi e i requisiti in termini di sicurezza.

### 11.1 METODOLOGIA DI LAVORO

La progettazione delle opere in sotterraneo ha riguardato la definizione della configurazione delle gallerie della tratta nel rispetto delle normative in termini di sicurezza sulle gallerie ferroviarie<sup>6</sup> e nello specifico del documento di progetto "Relazione generale di sicurezza della tratta Lotto 1" (IBL110D 97 RG SC 00 03 001) in cui vengono declinati i requisiti di sicurezza per lo specifico progetto, e la definizione degli aspetti strutturali e costruttivi delle gallerie.

In accordo con il metodo ADECO-RS (Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli)<sup>7</sup>, la progettazione si è articolata nelle seguenti fasi progettuali:

- 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)

Le scelte messe a punto in sede di progettazione definitiva si sono basate su quanto sviluppato nelle precedenti fasi Progettuali (Progetto Preliminare), 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 geomorfologici e accompagnata da prove di laboratorio su campioni. Le risultanze dell'attuale campagna geognostica sono state integrate con le risultanze della precedente fase progettuale (Progetto Preliminare). Il quadro geologico, idrogeologico e geotecnico risultante ha permesso di definire in particolare i seguenti aspetti:

<sup>6</sup> DM 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" e Decisione Europea 2008/163/CE - Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente "la sicurezza nelle gallerie ferroviarie" nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;

<sup>7</sup> Lunardi P. "Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS". Ed. Hoepli, 2006.

- die Lithologie der Gesteinsmassen und deren Schichtfolge entlang der Tunneltrasse;
- die in der von den Bauarbeiten betroffenen Umgebung vorhandene Morphologie mit besonderem Augenmerk für die Eingangsbereiche;
- der hydrogeologische Bezugsrahmen;
- die geomechanischen Haupteigenschaften der durchquerten Gesteinsmassen und deren Verhalten beim Ausbruch.

Die technischen Anwendungsaspekte wurden auch auf Grundlage der gesammelten Dokumentation und der Vertiefungen durch die Ortsbesichtigungen insbesondere der Eingangsbereiche entwickelt.

Die Ergebnisse der geologischen Studie wurden mit dem Zweck geprüft und ausgelegt, die Hauptplanungsprobleme in Verbindung mit der Realisierung der einzelnen Phasen (Diagnosephase) herauszuarbeiten, indem unter den verfügbaren technischen Lösungen die beste im Hinblick auf Umweltschutz und Sicherheitsanforderungen sowohl während der Ausführungs- als auch der Betriebsphase herausgearbeitet wurde (Therapiephase).

Demnach wurden die Ausbruchsmethoden und geeignetsten Vortriebsquerschnitte für die verschiedenen Teilstrecken festgelegt, indem - in Funktion der geotechnischen und geomorphologischen Eigenschaften der Materialien, der erwarteten Verformungserscheinungen und der Störfaktoren entlang des Streckenverlaufs - die Art der dem Aushub vorausgehenden Verfestigungsmaßnahmen bestimmt wurde.



- la 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.

Gli aspetti tecnico-applicativi sono stati sviluppati anche sulla base della documentazione raccolta e degli approfondimenti derivanti dai sopralluoghi eseguiti in situ, 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 propeedeutici allo scavo.

## 11.2 AUSGESTALTUNG UND ENTWICKLUNG DER UNTERIRDISCHEN BAUWERKE

Zur Gewährleistung angemessener Sicherheitsanforderungen beim Betrieb wurden die bergmännisch vorgetriebenen Tunnel Schalderer und Grödner mit einem System von zwei eingleisigen parallel verlaufenden Tunnelröhren mit einem Achsabstand von 40 m ausgestaltet, die alle 500 m (Höchstabstand) durch Sicherheitsquerschläge miteinander verbunden sind, um genannte europäische Norm TSI „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ einzuhalten. Für die Streckentunnel sind 42 Querschläge (31 im Schalderer Tunnel und 11 im Grödner Tunnel) geplant.

Auch die Verknüpfungstunnel sind untereinander alle 500 m (Höchstabstand) durch Sicherheitsquerschläge verbunden: Es sind 12 Querschläge (5 in der Verknüpfung Franzensfeste und 7 in den Verknüpfungen Waidbruck) und ein Sicherheitsausgang ins Freie bei der Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck vorgesehen.

In den nachstehenden Tabellen werden die wichtigsten unterirdischen Bauwerke aufgeführt, die im Schalderer- und Grödner-Tunnelsystem im Trassenverlauf in Nord-Südrichtung angetroffen werden:

<b>Streckentunnel Schalderer</b>	Tunnel in Konfiguration mit zwei eingleisigen Röhren mit ca. 15,4 km Länge.
<b>Verknüpfungstunnel Franzensfeste</b>	Zwei eingleisige Tunnel mit ca. 2,25 km Länge für den Zweig von Gleis 2 und ca. 2,4 km für die Verknüpfung Gleis 1. Die Verknüpfungen werden über zwei Abzweigungsquerschnitte an die Streckentunnel angebunden.
<b>Einfache Gleisverbindungsstelle (GVS) Schalderer</b>	Kaverne bestehend aus einem eingleisigen Tunnel und zwei vergrößerten Verbindungsquerschnitten mit geometrisch passenden Abmessungen für Montage und Bewegung der Schild-TBM.
<b>Fensterstollen Aicha-Vahrn und Schutterstollen Forch</b>	Zwei ca. 1 km lange Tunnel für den mittleren Ansatz der Ausbrucharbeiten am Schalderer Tunnel, die durch einen Abschnitt im Freien im Gebiet Unterseeber von zwei weiteren Schutterstollen mit ca. 0,4 km Länge für den Anschluss an das Deponiegelände Forch getrennt sind.
<b>Fensterstollen Albeins</b>	Ca. 0,7 km langer Stollen für den Ansatz der Ausbrucharbeiten entlang des Streckentunnels.
<b>Querschläge</b>	Fußgänger-Bypässe sowohl für die Haupttunnel als auch für die Verknüpfungstunnel im Abstand von maximal 500 m voneinander.
<b>Sonstige funktionelle Systembauten</b>	Unterirdische Technikräume in der Nähe des Einbindungsbereichs der Fensterstollen mit den Haupttunneln, Wendestellen im Einbindungsbereich, technische Bypässe, technische Nischen.
<b>Sonstige funktionelle Tunnelbauten</b>	Ausweichräume für die Montage der Vorschub- und Bohrstruktur der TBM.

**Tabelle 11.1 - Wichtigste unterirdische Bauten des Systems Schalderer Tunnel Teilstrecke Franzensfeste-Südeingang**

## 11.2 CONFIGURAZIONE E SVILUPPO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

Per garantire adeguati requisiti di sicurezza in esercizio, la configurazione per le 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 citata normativa europea STI "Sicurezza nelle gallerie ferroviaria", da cunicoli di sicurezza trasversali. Per le gallerie di linea sono previsti 42 passaggi trasversali (31 nella galleria Scaleres e 11 nella galleria Gardena).

Anche le gallerie di interconnessione sono collegate tra loro ogni 500 metri (distanza massima) con cunicoli di sicurezza trasversali: sono previsti 12 passaggi trasversali (5 nelle interconnessioni di Fortezza e 7 nelle interconnessioni di Ponte Gardena) e un'uscita di sicurezza all'esterno nell'interconnessione pari di Ponte Gardena.

Nella tabelle seguenti si riportano le principali opere sotterranee che fanno parte del sistema galleria Scaleres e Galleria Gardena che si incontrano seguendo il tracciato da Nord a Sud:

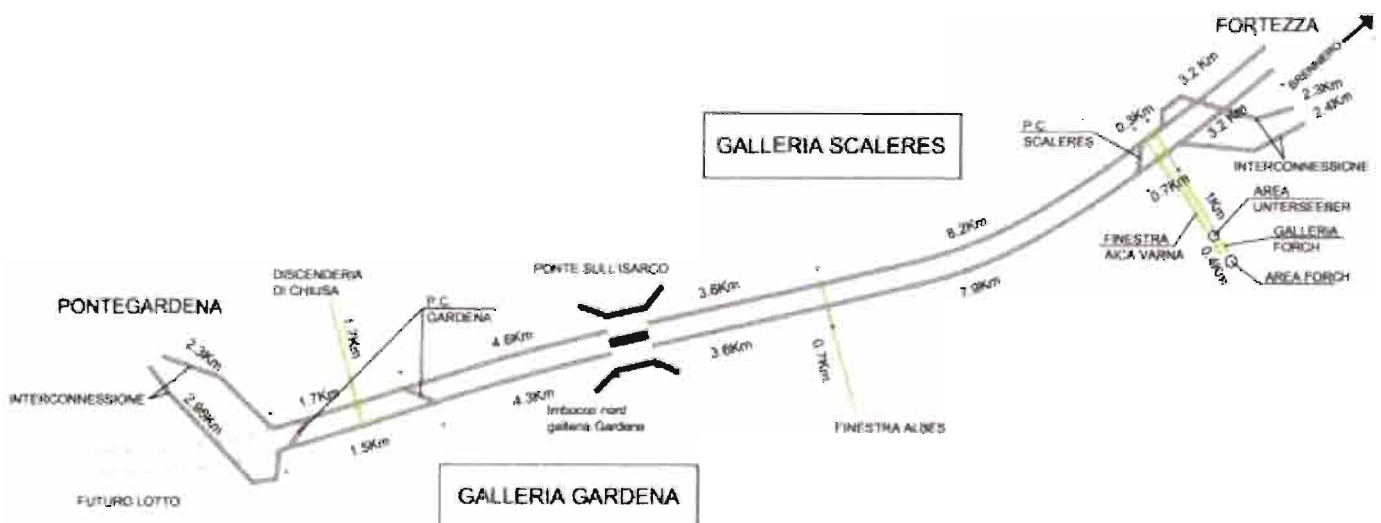
<b>Galleria di linea Scaleres</b>	Galleria con configurazione a doppia canna/singolo binario della lunghezza di 15,4 km circa.
<b>Gallerie di Interconnessione di Fortezza</b>	Due gallerie a singolo binario di lunghezza 2,25 km circa per il ramo pari e 2,4 km circa per l'interconnessione dispari. Le interconnessioni si innestano nelle canne della linea tramite la realizzazione di due cameroni di diramazione.
<b>Posto di Comunicazione semplice Scaleres</b>	Camerone composto da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione di dimensioni geometriche adeguate a consentire il montaggio e la traslazione delle TBM scudate.
<b>Finestre di Aica-Varna e gallerie di smarino Forch</b>	Due gallerie affiancate di circa 1 km per l'attacco intermedio dello scavo della galleria Scaleres separate da un tratto all'aperto, zona Unterseeber, dalle altre due gallerie di smarino affiancate, di circa 0,4 km, per il collegamento all'area di deposito Forch.
<b>Finestra di Albes</b>	Galleria di circa 0,7 km per l'attacco intermedio dello scavo della galleria di linea.
<b>Cunicoli trasversali di collegamento</b>	By-pass pedonali previsti sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocati ad intervalli di 500 m al massimo.
<b>Altre opere funzionali al sistema</b>	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.
<b>Altre opere funzionali alla galleria</b>	Camere di sfioro, per il montaggio della struttura di spinta e di partenza della TBM.

Tabella 11.1 - Principali opere sotterranee del sistema galleria Scaleres - Tratto Fortezza-Imbocco sud

<b>Haupttunnel Grödner</b>	Tunnel in Konfiguration mit zwei eingleisigen Röhren mit ca. 6,3 km Länge für Gleis 2 und ca. 5,8 km für Gleis 1.
<b>Fensterstollen Klausen</b>	Tunnel für den Ansatz der Vortriebsarbeiten entlang des Grödnertunnels mit ca. 1,8 km Länge.
<b>Doppelte Gleisverbindungsstelle</b>	Doppeltes Gleisverbindungssystem jeweils bestehend aus einem eingleisigen Tunnel und zwei Verbindungsquerschnitten. Die Kavernen der Gleisverbindungsstelle (GVS) Süd weisen geometrisch angemessene Abmessungen für Montage und Bewegung der Schild-TBM für den Vortrieb der Verknüpfungstunnel auf.
<b>Verknüpfungstunnel</b>	Zwei eingleisige Tunnel mit ca. 2,3 km Länge für den Zweig mit Gleis 2 und ca. 3 km für den Zweig mit Gleis 1, der die Hauptstrecke überquert. Die Verknüpfungen sind über zwei vergrößerte Verzweigungsquerschnitte an die Röhren des Haupttunnels angebunden.
<b>Querschläge</b>	Diese Bauwerke sind sowohl für die Haupttunnel als auch für die Verknüpfungstunnel im Abstand von maximal 500 m voneinander vorgesehen.
<b>Sonstige funktionelle Systembauten</b>	Quer zu den Fensterstollen angelegte Kavernen für Technikräume, Wendestellen am Ende der Fensterstollen, technische Bypässe, technische Nischen.
<b>Sonstige funktionelle Tunnelbauten</b>	Ausweichräume für die Montage der Vorschub- und Bohrstruktur der TBM.

**Tabelle 11.2 - Wichtigste unterirdische Bauten des Systems Grödner Tunnel - Teilstrecke Nordportal - Waidbruck**

Der Regelquerschnitt der Verknüpfungstunnel entspricht dem Streckentunnel und den Basisspezifikationen. Die Gesamtentwicklung sämtlicher unterirdischer Bauten von Baulos 1 unter Miteinbeziehung der Querschläge und anderer funktioneller Systembauten (Technikräume) beläuft sich auf ca. 62 km. Das entsprechende Volumen an Ausbruchmaterial am Ausgrabungsort beträgt ca. 5,5 Mio. m<sup>3</sup>.



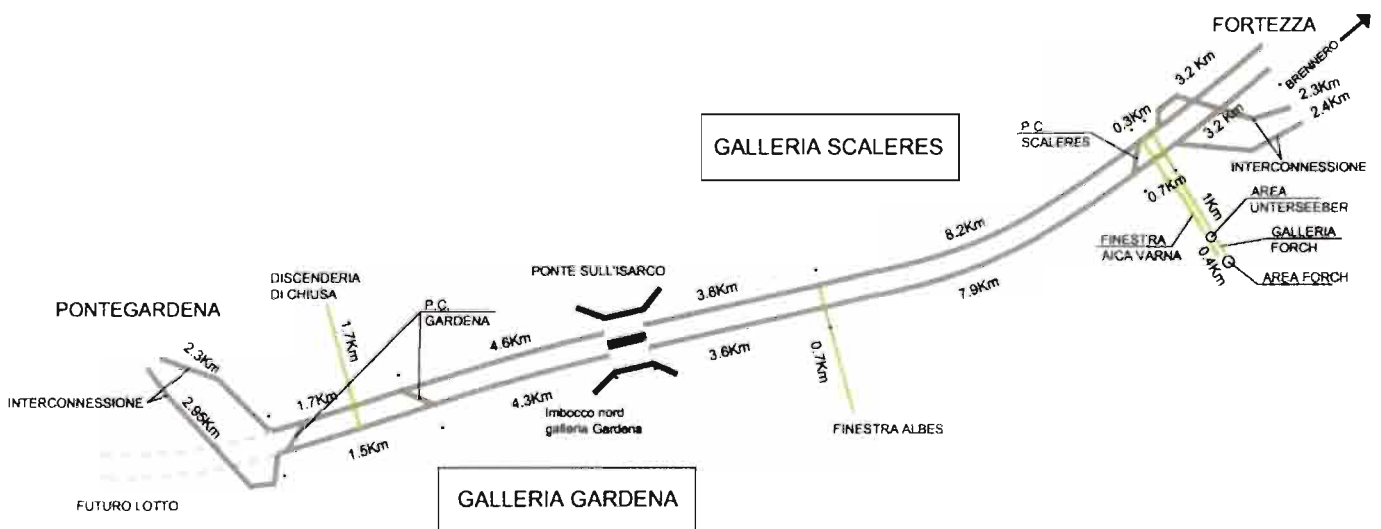
**Abbildung 11.1 – Schematische Darstellung des Systems von Baulos 1**

<b>Galleria di linea Gardena</b>	Galleria con configurazione a doppia canna/singolo binario lunghezza di 6,3 km circa per il B.P. e di 5,8 km circa per il B.D.
<b>Finestra di Chiusa</b>	Galleria per l'attacco intermedio dello scavo della galleria Gardena della lunghezza di 1,8 km circa
<b>Posto di Comunicazione doppia</b>	Doppio sistema di comunicazione, ciascuno composto da una galleria a singolo binario e da due cameroni di connessione. I cameroni del PC Sud presentano dimensioni geometriche adeguate a consentire il montaggio e la traslazione della TBM scudata per lo scavo delle gallerie di interconnessione.
<b>Gallerie di Interconnessione</b>	Due gallerie a singolo binario della lunghezza 2,3 km circa per il ramo pari e 3 km circa per il ramo dispari, che sovrappassa la linea. Le interconnessioni si innestano nelle canne di linea tramite la realizzazione di due cameroni di diramazione.
<b>Cunicoli trasversali di collegamento</b>	Queste opere sono previste sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocati ad intervalli di 500 m al massimo.
<b>Altre opere funzionali al sistema</b>	Cameroni trasversali alle finestre per locali tecnici, cameroni di manovra al termine delle finestre, by-pass tecnici, nicchioni tecnici.
<b>Altre opere funzionali alla galleria</b>	Camere di sfocco, per il montaggio della struttura di spinta e di partenza della TBM.


**Tabella 11.2 - Principali opere sotterranee del sistema galleria Gardena - Tratto Imbocco Nord - Ponte Gardena**

La sezione tipo delle gallerie di interconnessione è conforme alla galleria di linea e risponde alle stesse specifiche di base.

Lo sviluppo complessivo di tutte le opere sotterranee del Lotto 1, contando anche i cunicoli trasversali di collegamento e le altre opere funzionali al sistema (locali tecnici) è di 62 km circa; il corrispondente volume di materiale estratto, calcolato in banco, è di 5,5 milioni di m<sup>3</sup> circa.



**Figura 11.1 - Schematico sistema gallerie Lotto 1**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

### 11.3 GEWÖLBEQUERSCHNITTE

Der Komplex der unterirdischen Bauten von Baulos 1 bringt die Anwendung zahlreicher unterschiedlicher Regelquerschnitte für die Gewölbeflächen mit sich. Diese sind in nachstehender Tabelle mit ihren Identifikationskürzeln aufgeführt und nachstehend erläutert.

REGEL- QUER- SCHNITT	ANWENDUNG	REGEL- QUER- SCHNITT	ANWENDUNG
LT	Streckentunnel in konventionellem Vortrieb	F2	Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord
LTs	Verbindungstunnel Gleis 2/1	F3	Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd
LTt	Verbindungstunnel Gleis 2/1	I1	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1
LM	Streckentunnel in maschinellem Vortrieb	I2	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1
LMs	Ausweich- und Anfahrraum TBM	I3	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1
Cs	Ausweichraum zur Montage der Vorschubstruktur	C0	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1
G	Montageraum TBM	C1	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1
F0	Servicestollen	C2	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1
F1	Fensterstollen Albeins und Technikräume	C3	Verknüpfungs- und Verbindungskavernen 2/1

Tabelle 11.3 – Regelquerschnitte der Gewölbe

#### 11.3.1 Bergmännisch vorgetriebene Strecken- und Verknüpfungstunnel

Die Gewölbequerschnitte weisen bei beiden vorgesehenen Baukonfigurationen, d.h. sowohl bei konventionellem (LT) als auch bei maschinellem Vortrieb (LM), einen Gewölberadius von 4,2 m und Ebene der Mittelpunkte bei 2,7 m über SOK auf. Bei maschinellem Vortrieb hat der Schnitt einen einzigen Mittelpunkt, bei konventionellem Vortrieb beträgt hingegen der Radius der Ulmen 4,40 m. Auch die Konstruktionstoleranzen unterscheiden sich bei den beiden Schnitten: sie betragen 10 cm (am Radius) für den TBM-Vortrieb und 5cm für den konventionellen Vortrieb. Zur Ermöglichung einer Optimierung der Innenräume der Schnitte wird die Gleisachse stets um 30 cm versetzt zur Tunnelachse verlegt und auf der entgegengesetzten Seite wird ein Servicepfad angelegt.

Die Querschnitte wurden unter Einhaltung der Basisspezifikationen entworfen:

- zur Ermöglichung einer Höchstgeschwindigkeit von 225 km/h;
- zur Ermöglichung der Durchfahrt des Gabarit Typ C mit seinen Fahrzeugbegrenzungslinien (siehe nachstehende Abbildung), die gemäß den Regelungen von ÖBB und FS berechnet worden sind;
- Stromversorgung mit 2x25 KV AC;
- für den Einsatz nicht konventionellen Oberbaus (auf Platte).

In der Situation einer geraden Trasse mit den oben genannten Abmessungen ist ein Lichtraum von 48+49 m<sup>2</sup> gegeben.

### 11.3 SEZIONI DI INTRADOSSO

Il complesso delle opere sotterranee del Lotto 1 comporta l'adozione di numerose sezioni tipo di intradosso, elencate nella seguente tabella secondo le rispettive sigle di identificazione, e di seguito illustrate.

SEZIONE TIPO DI INTRADOSSO	APPLICAZIONI	SEZIONE TIPO DI INTRADOSSO	APPLICAZIONI
LT	Galleria di linea scavo tradizionale	F2	Finestra di Aica-Varna nord
LTs	Galleria di comunicazione pari/dispari	F3	Finestra di Aica-Varna sud
LTt	Galleria di comunicazione pari/dispari	I1	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D
LM	Galleria di linea scavo meccanizzato	I2	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D
LMs	Camera di sfocco e di partenza TBM	I3	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D
Cs	Camera montaggio struttura di spinta	C0	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D
G	Camerone montaggio TBM	C1	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D
F0	Cunicolo di servizio	C2	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D
F1	Finestra di Albes e locali tecnici	C3	Cameroni di interconn. e di comunic. P/D

Tabella 11.3 - Sezioni tipo di intradosso


#### 11.3.1 Gallerie naturali di linea e di interconnessione

Le sezioni d'intradosso, in entrambe le configurazioni costruttive previste, tradizionale (LT o meccanizzato (LM) presentano il raggio della calotta pari a 4,2 metri e piano dei centri posto a 2,7 metri sul piano ferro.; nel caso dello scavo meccanizzato la sezione è di tipo monocentrico, invece nel caso dello scavo tradizionale il raggio dei piedritti è pari a 4,40 metri. Anche le tolleranze costruttive si differenziano nelle due sezioni: sono di 10 cm (sul raggio) per il meccanizzato e di 5 cm per il tradizionale. 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.

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 i relativi Profili Minimi degli Ostacoli (v. fig. seguente) calcolati 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).

Nella situazione di tracciato in retta, con le dimensioni sopra specificate, l'area libera risulta di circa 48+49 m<sup>2</sup>.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B



**Abbildung 11.2 – Grenzlinie für feste Anlagen**

Die Position der Kante des Servicepfads kann im Innern des Schnitts je nach Oberbaukonfiguration variieren, da auf jeden Fall eine von der Rollebene gemessene Gehhöhe von 25 cm und eine Entfernung der Kante von der Innenseite des nächst gelegenen Gleises von 88 cm gegeben sein müssen. Mit oben genanntem Kriterium entspricht das Höhenmaß 25 cm über der SOK in der geraden Konfiguration und 18 bzw. 43 cm in einer Kurve mit maximaler Überhöhung (11 cm) jeweils an der Innen- bzw. Außenseite des Gleises.

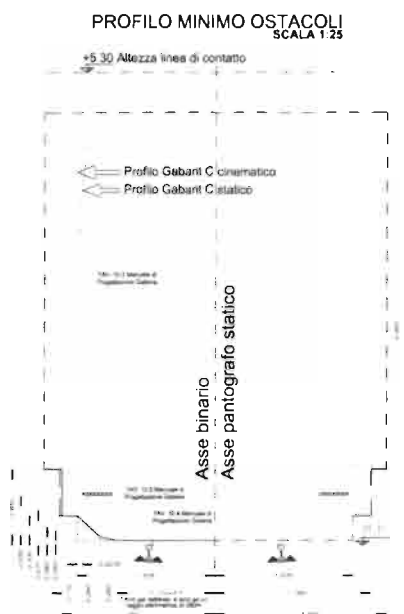
Die Breite des Servicepfads variiert je nach Trassenverlauf in der Ebene, Kalottenradius der Ulmen und Bautoleranz. In folgender Tabelle werden die entsprechenden Werte aufgeführt:

Vortriebsart	Position des Pfads im Verhältnis zum Gleis		
	Kurveninnenseite (bei max. Überhöhung)	Gerade	Kurvenaußenseite (bei max. Überhöhung)
Maschinell	186 cm	199 cm	214 cm
Konventionell	245 cm	248 cm	256 cm

**Tabelle 11.4– Breite des Pfads im Verhältnis zum Gleis**

Die Querabmessung der durch den Oberbau gebildeten Wanne beträgt 260x63 cm mit einem seitlichen Freiraum (Entfernung vom nächsten Hindernis) für die erforderliche Inbetriebnahme und Wartung der Schiene von 30 cm. Dieser Freiraum ermöglicht ferner die Sammlung und Abführung von gefährlichen Flüssigkeiten, die möglicherweise im Tunnel fließen, falls es bei einem Unfall zum Auslaufen von Tankwaggons kommen sollte. Das Auffangsystem sieht zusätzlich den Bau einer längsgerichteten Sammelleitung mit einer Reihe von Schächten und einem Siphonsystem zur Flammensperre vor.





**Figura 11.2 - Profilo minimo ostacoli**

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 88 cm. Con il criterio sopraddetto, la quota è pari a 25 cm sul p.f. nella configurazione retta, mentre risulta di 18 e 43 cm in un tratto in curva nella configurazione di sopraelevazione massima (11 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. Nella seguente tabella sono riportati i relativi valori:

Tipo di scavo	Posizione dello stradello rispetto al binario		
	Interno curva (con soprael. max)	Retta	Esterno curva (con soprael. max)
Meccanizzato	186 cm	199 cm	214 cm
Tradizionale	245 cm	248 cm	256 cm

**Tabella 11.4 - Larghezze dello stradello rispetto al binario**

Le dimensioni trasversali della vasca dell'armamento sono di 260x63 cm con uno spazio laterale libero (distanza dall'ostacolo più vicino), per la necessaria messa in opera e manutenzione della rotaia, di 30 cm. Tale spazio consente inoltre la raccolta e lo smaltimento di liquidi pericolosi che dovessero invadere la galleria nel caso si verificasse un accidentale sversamento da vagoni cisterna; il sistema di raccolta prevede, in aggiunta, la realizzazione di un collettore di raccolta longitudinale con una serie di pozzetti con sistema di sifone rompi fiamma.

Bei der konventionellen Vortriebsmethode ist die Anwendung dieser Gewölbequerschnitte für die Strecken- und Verknüpfungstunnel sowie für die Kurzen Teilstrecken mit eingleisigem Tunnel zur Realisierung bei den drei Verbindungen von Gleis 2/1 vorgesehen. Nur bei letztgenannten hat der Schnitt keine Achsverlagerung und wird auf beiden Seiten mit Pfaden ausgeführt, um den unterbrechungsfreien Durchgang der Wartungskräfte zu gewährleisten.

Sämtliche Schnitte sowohl bei konventionellem als auch bei TBM-Vortrieb sind mit Handlauf entsprechend den erwähnten Normen zur Sicherheit im Tunnel ausgerüstet.

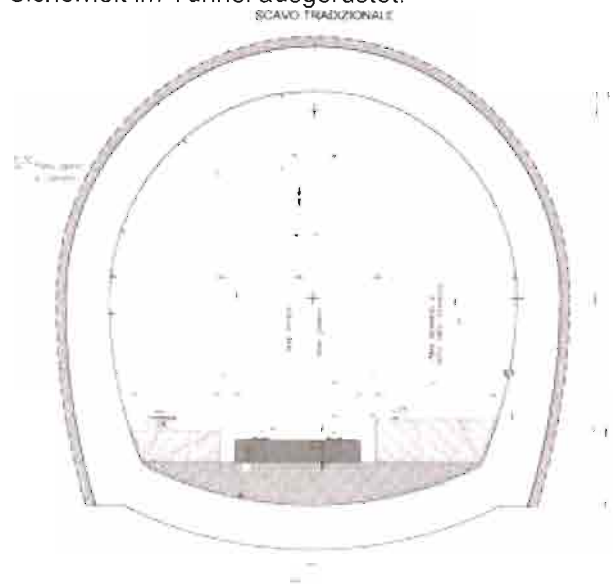


Abbildung 11.3 – Regelquerschnitt LT für konventionell vorgetriebenen eingleisigen Tunnel.

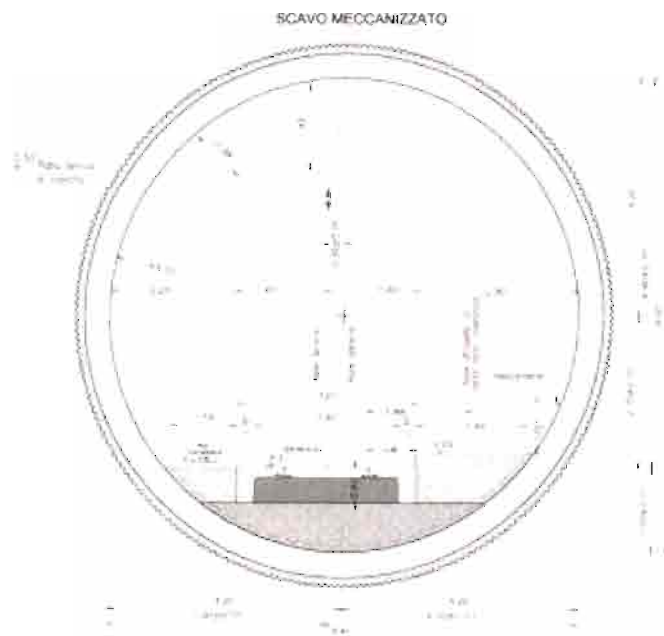


Abbildung 11.4 – Regelquerschnitt LM für maschinell vorgetriebenen eingleisigen Tunnel.

E' prevista l'adozione delle sezioni d'intradosso nello scavo con il metodo tradizionale per le gallerie di linea, per quelle d'interconnessione, e per i brevi tratti di galleria a singolo binario da realizzarsi nelle tre comunicazioni Pari/Dispari. Solo in quest'ultimo caso la sezione sarà priva di dissassamento e sarà dotata su entrambi i lati di stradelli per assicurare la continuità di transito ai manutentori.

Tutte le sezioni, sia in scavo tradizionale che in scavo meccanizzato, sono dotate di corrimano conforme alle citate normative sulla Sicurezza in Galleria.

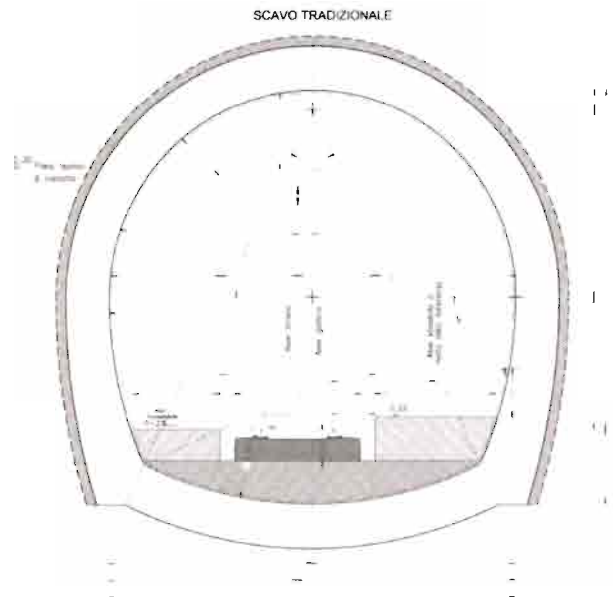


Figura 11.3 - Sezione tipo di intradosso LT galleria a semplice binario. Scavo tradizionale.

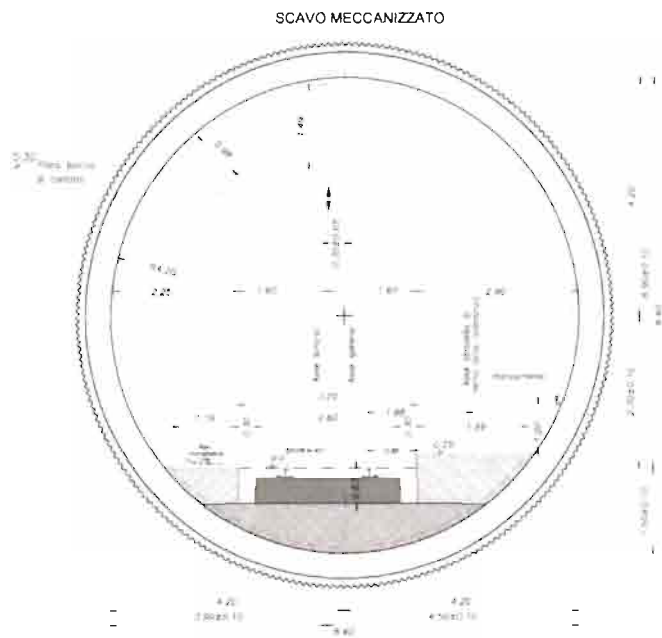


Figura 11.4 - Sezione tipo di intradosso LM galleria a semplice binario. Scavo meccanizzato.

### 11.3.2 In offener Bauweise angelegte Tunnel

An den Portalen der bergmännisch vorgetriebenen Strecken- und Verknüpfungstunnel ist die Realisierung von in offener Bauweise angelegten Tunnelteilen aus Stahlbeton geplant, die nachträglich gedeckt werden, sodass eine lokale geometrische Umgestaltung der Berghänge ermöglicht wird.

Ein Großteil dieser Bauten hat das gleiche Gewölbeprofil der anschließenden bergmännisch vorgetriebenen Tunnelstrecken, während die Stärken der Außenwände durch das Vorhandensein von seitlichen Begrenzungsbauten und/oder dem Profil des Berghangs bestimmt werden. Die Längsgeometrie der Eingangsportale ist in abgeschrägter Form vorgesehen.

Davon ausgenommen sind das Nordportal des Schalderer Tunnels und der in offener Bauweise angelegte Verknüpfungstunnel Gleis 1 in Waidbruck.

Für ersteren wurde in Übereinstimmung mit der CIPE-Auflage Nr. 21 eine architektonische Lösung entwickelt, die der des Südportals des Brennertunnels entspricht, bei der Tragwerk aus Stahlbeton mit einer Verkleidung aus Zink-Titanblech vorgesehen wird.

Bei der Verknüpfung Gleis 2 in Waidbruck weist die Geometrie des in offener Bauweise angelegten Tunnels eine Kastenform auf, um die Wiederherstellung der Wartungsstraße zu gestatten, die sowohl von der Bahn als auch von der Brenner-Autobahn benutzt wird.

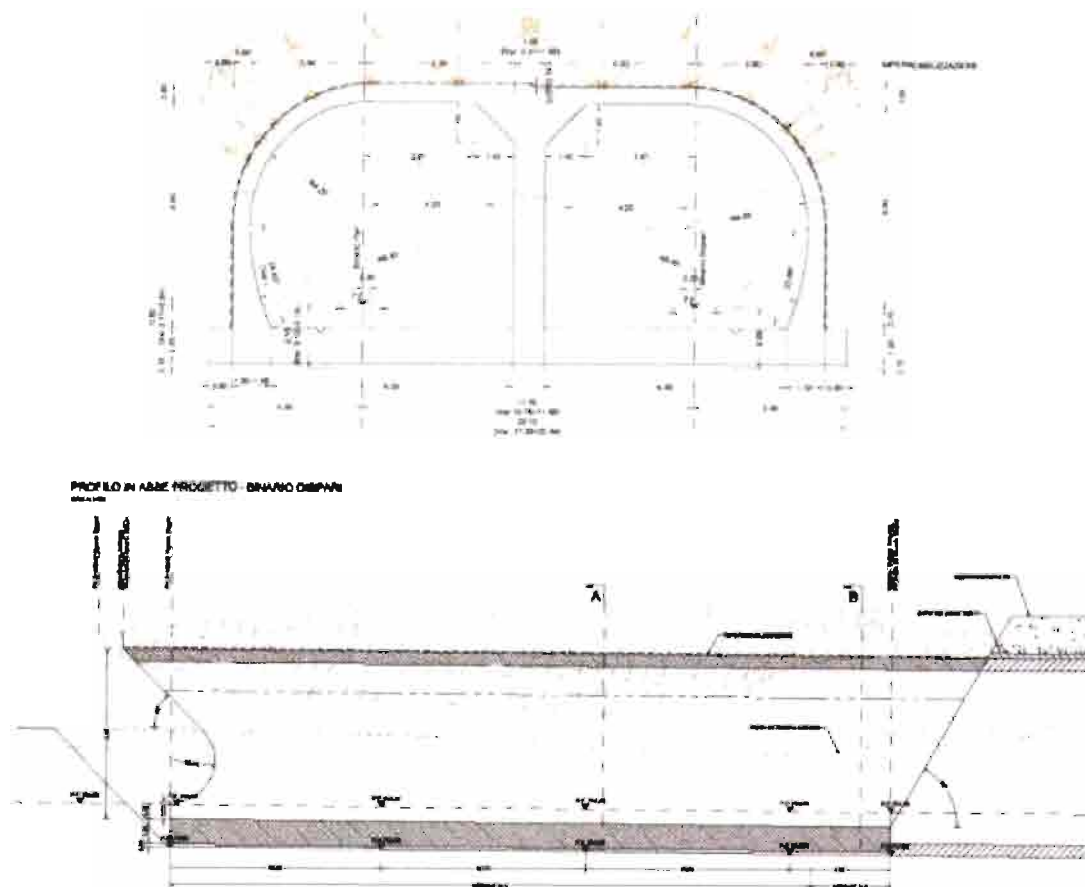


Abbildung 11.5 - Portal auf der Seite Franzensfeste

### 11.3.2 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 Scaleres e la galleria artificiale dell'interconnessione binario dispari di Ponte Gardena.

Per il primo, in accordo alla prescrizione CIPE n° 21, è stata sviluppata una soluzione architettonica analoga a quella prevista per il portale sud della galleria del Brennero, prevedendo una struttura portante in cemento armato rivestita con gusci in lamiera zinco-titanio.

Nel caso dell'interconnessione binario pari 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.

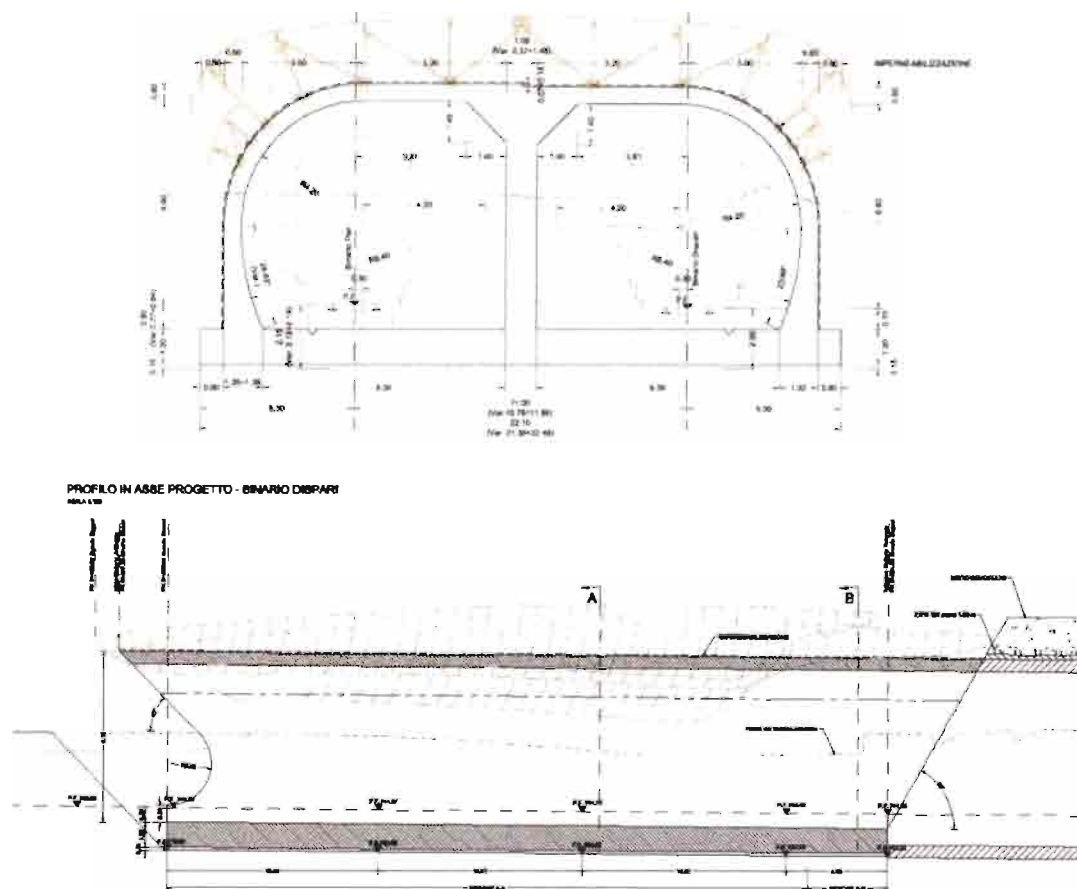


Figura 11.5 - Portale lato Fortezza

### 11.3.3 Kavernen mit vergrößertem Querschnitt für die Verknüpfungen

Zur Realisierung der Verknüpfungen von Franzensfeste und Waidbruck sind vergrößerte Querschnitte für die Abzweigung des Verknüpfungsgleises vom Streckengleis vorgesehen (einer für Gleis 2 und einer für Gleis 1), indem schrittweise mit der Entfernung der Abzweigung vom Streckentunnel wachsende Querschnitte angewandt werden. Die Abzweigungskavernen der Verknüpfungen von Waidbruck weisen größere geometrische Abmessungen auf als ihre Entsprechungen in Franzensfeste, weil sie die Durchfahrt der TBM für den Vortrieb der Verknüpfungstunnel zulassen müssen. Nachstehend werden die wichtigsten geometrischen Eigenschaften der Schnitte dieser Abzweigungskavernen jeweils für die Verknüpfung Franzensfeste und Waidbruck aufgeführt.

#### Abzweigungskavernen – Verknüpfung Franzensfeste

Diese Kavernen haben 3 unterschiedliche Querschnittstypen namens  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ , die schrittweise ansteigen, während sich die Röhren mit unterschiedlichen Längen entfernen.

#### Abzweigungskavernen – Verknüpfung Waidbruck

Diese haben 4 unterschiedliche Querschnittstypen namens  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_{20}$  und  $C_3$ , die schrittweise ansteigen, während sich die Röhren mit unterschiedlichen Längen entfernen.

### 11.3.3 Camerone per le Interconnessioni

Per la realizzazione delle interconnessioni di Fortezza e di Ponte Gardena sono previsti camerone 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 mano a mano crescenti con l'allontanamento della diramazione dalla galleria di linea. I camerone di diramazione delle interconnessioni di Ponte Gardena presentano dimensioni geometriche maggiori degli omologhi camerone dell'interconnessione di Fortezza, poiché devono consentire il transito della TBM per lo scavo delle gallerie di interconnessione. Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche delle sezioni dei camerone di diramazione rispettivamente per l'interconnessione di Fortezza e di Ponte Gardena.

#### Camerone di diramazione - interconnessione di Fortezza

Questi camerone presentano 3 diverse sezioni tipo trasversali, denominate  $l_1$ ,  $l_2$  e  $l_3$ , mano a mano crescenti quando le canne si allontanano e con lunghezze differenti.

#### Camerone di diramazione - interconnessione di Ponte Gardena

Questi camerone presentano 4 diverse sezioni tipo trasversali, denominate  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$ , mano a mano crescenti quando le canne si allontanano e con lunghezze differenti.

### 11.3.4 Kavernen für Gleisverbindungsstellen

Die Strecke sieht die Realisierung von zwei Gleisverbindungsstellen vor, davon eine im Schalderer Tunnel namens GVS Schalderer (einfache Verbindung), die sich südlich des Einbindungsquerschnitts des Fensterstollens Aicha-Vahrn Süd mit dem Streckentunnel befindet. Die andere namens GVS Klausen (doppelte Verbindung) befindet sich im Grödner Tunnel an der Einbindung des Fensterstollens Klausen mit dem Streckentunnel. Um diese Trassegeometrie zuzulassen ist der Bau von Kavernen mit unterschiedlichen Querschnitten mit verschiedener Weite und Länge vorgesehen.

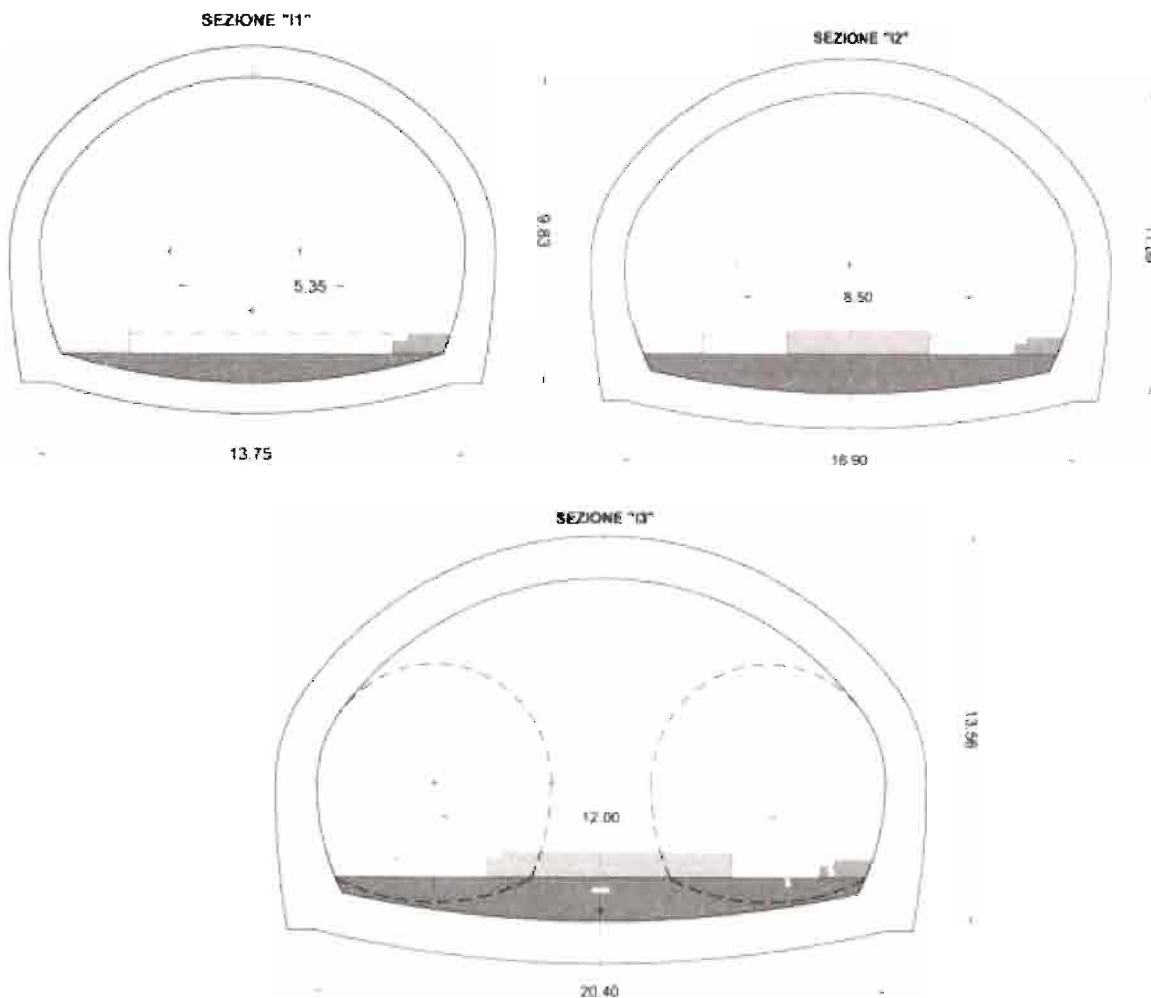


Abbildung 11.6– Gewölbequerschnitte I1,I2,I3



### 11.3.4 Cameroni per i Posti di Comunicazione

Il tracciato prevede la realizzazione di due Posti di Comunicazione, uno nella galleria Scaleres, denominato P.C. Scaleres (comunicazione semplice), collocato a sud della camera di innesto della finestra di Aica-Varna Sud con le gallerie di linea. L'altro, nella galleria Gardena, denominato P.C. Chiusa (comunicazione doppia) collocato a cavallo della zona di innesto della finestra di Chiusa con le gallerie di linea. Per permettere l'attuazione di queste geometrie del tracciato è prevista la costruzione di cameroni con diverse sezioni trasversali di differente ampiezza e lunghezza.

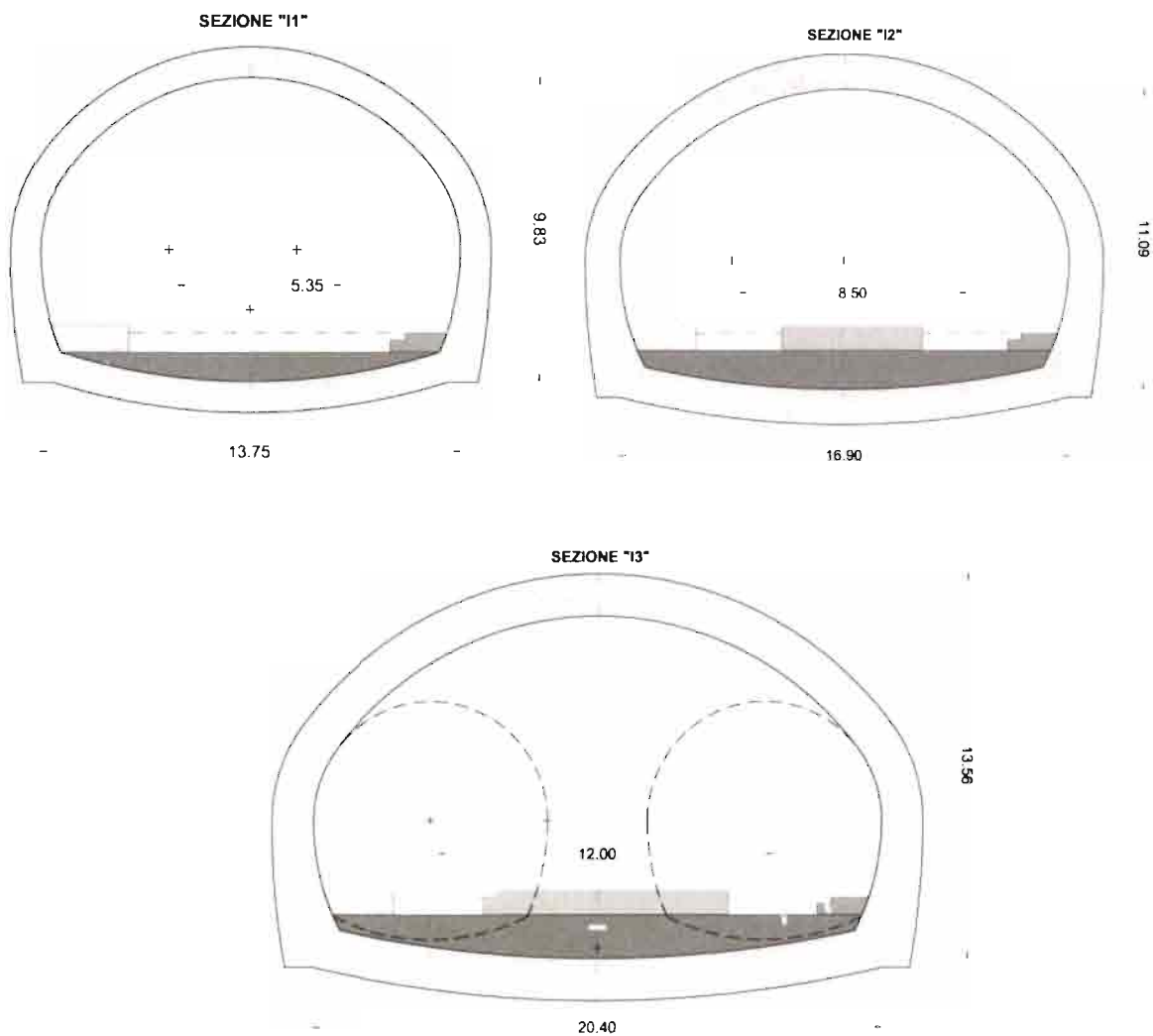


Figura 11.6 - Sezioni tipo di intradosso I1,I2,I3

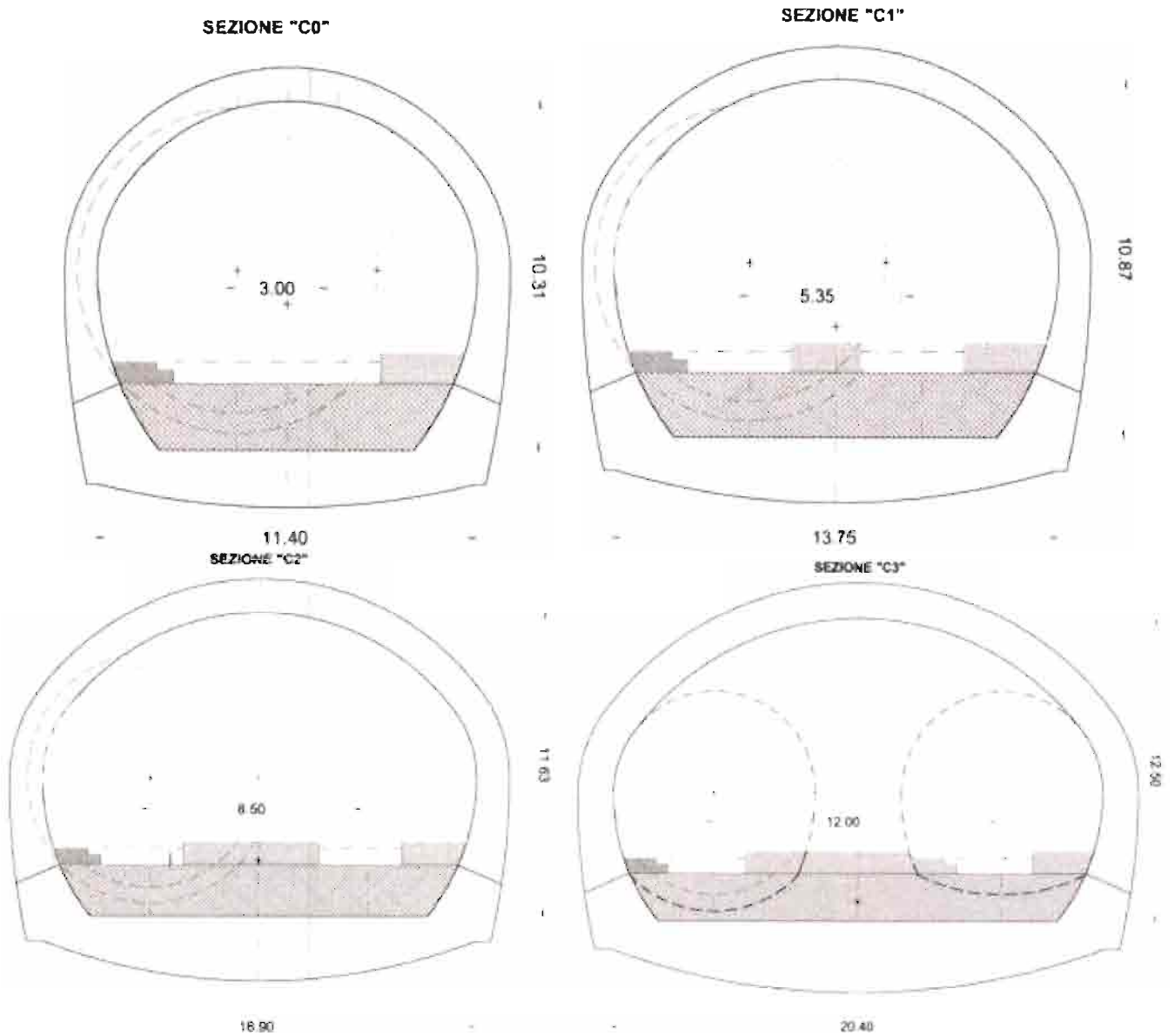
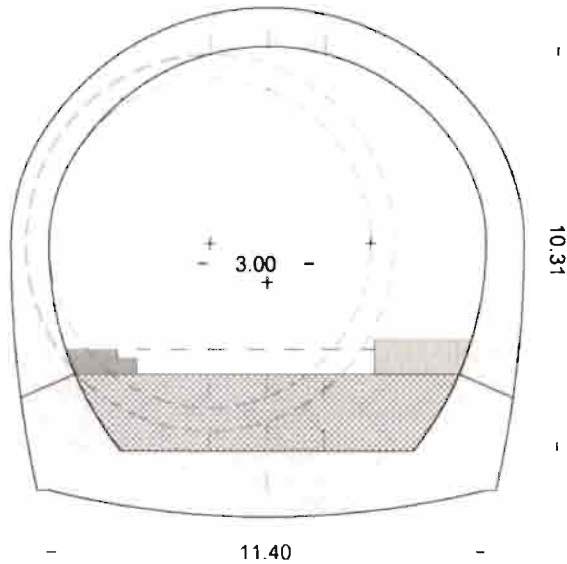
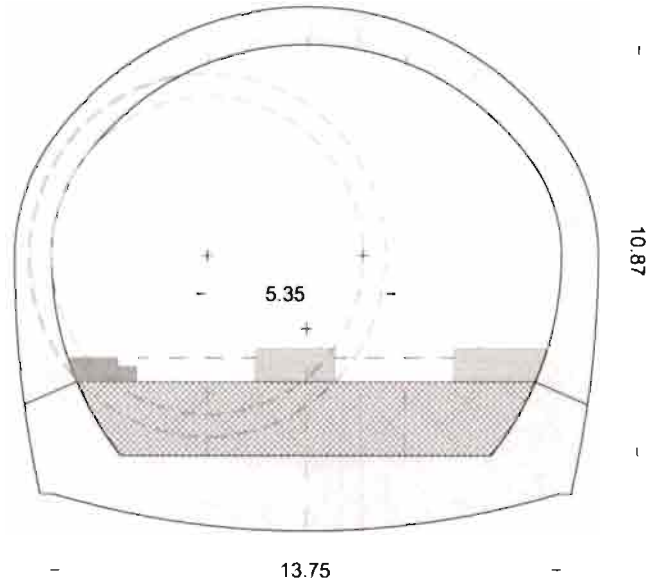


Abbildung 11.7 – Gewölbequerschnitte Co, C1,C2,C3

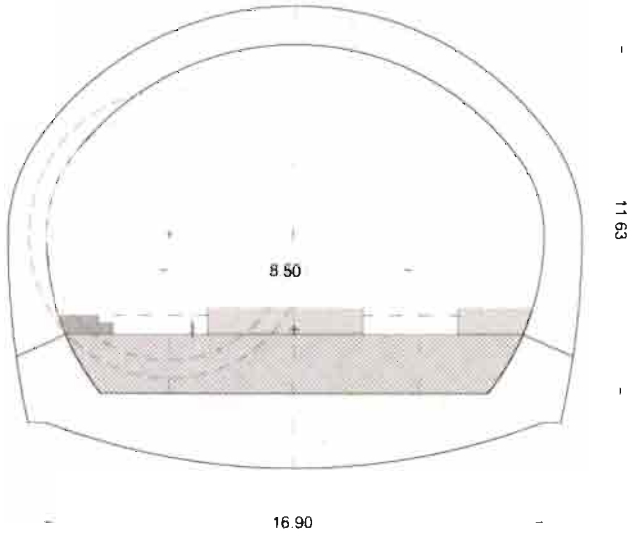
SEZIONE "C0"



SEZIONE "C1"



SEZIONE "C2"



SEZIONE "C3"

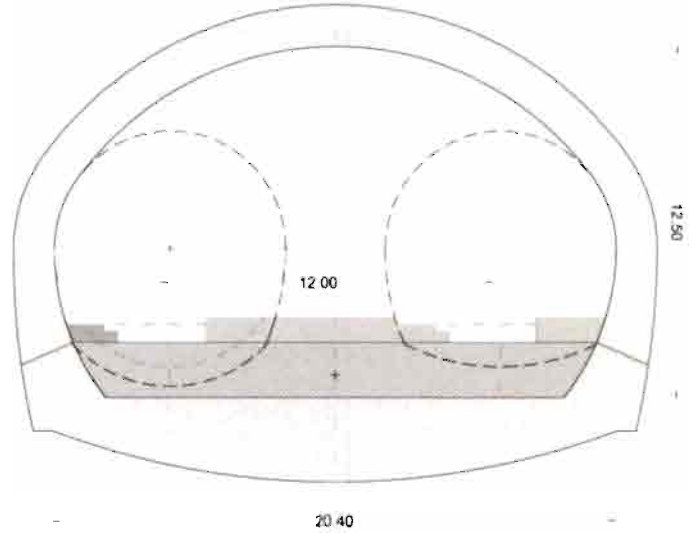


Figura 11.7 - Sezioni tipo di intradosso Co, C1,C2,C3

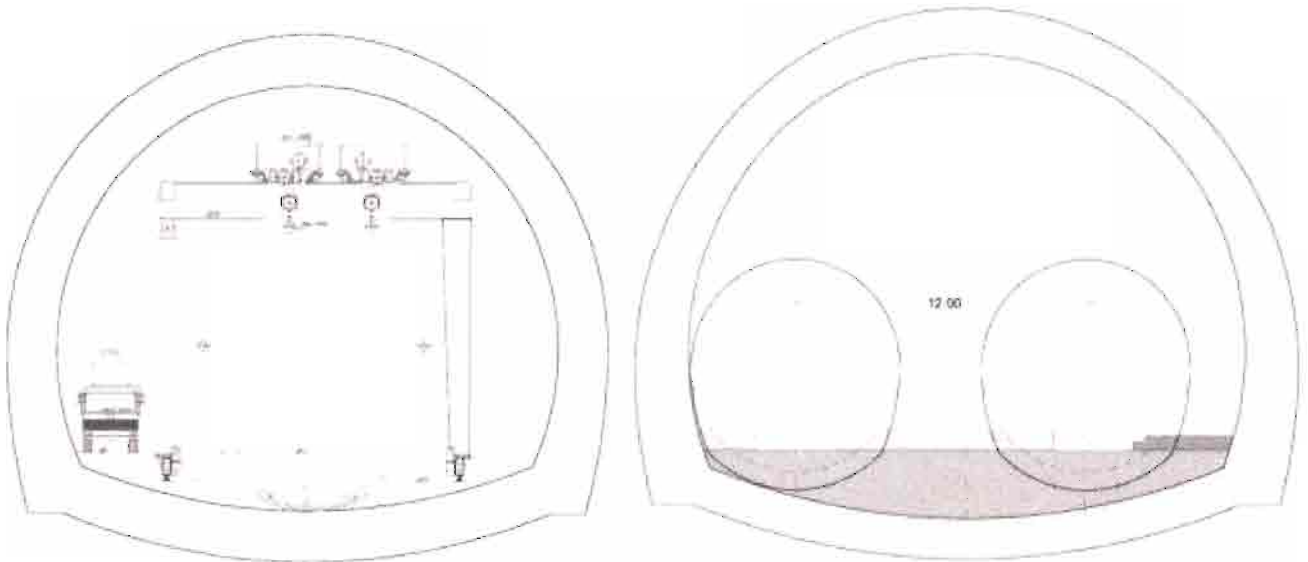


Abbildung 11.8– Regelquerschnitt G für die Montage der TBM

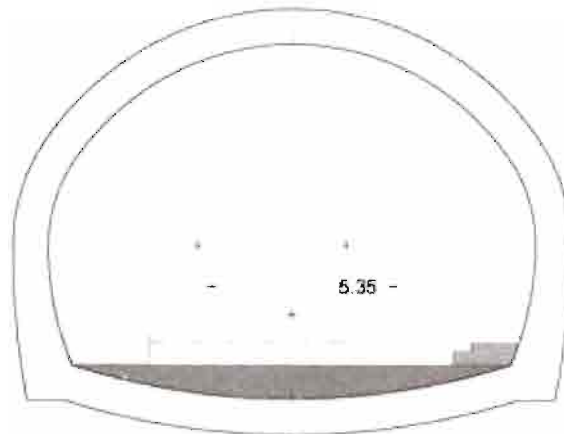


Abbildung 11.9 – Regelquerschnitt I1 für das Gewölbe im Einbindungsbereich

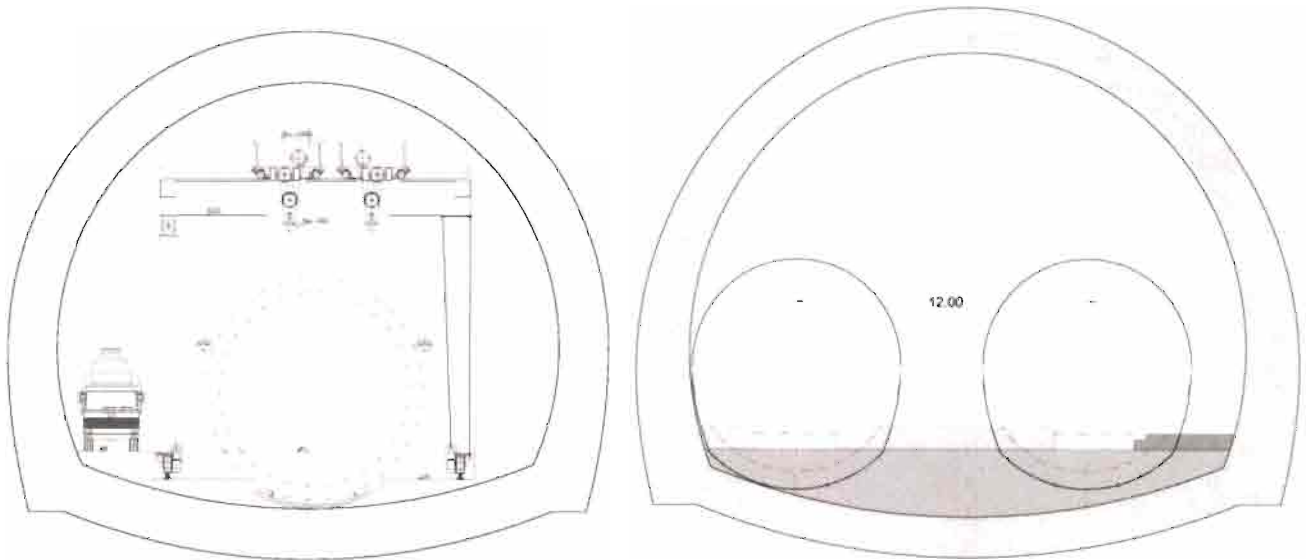


Figura 11.8 - Sezioni tipo G per il montaggio della TBM

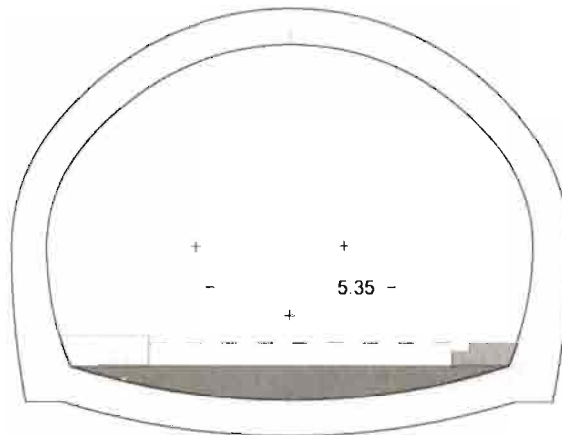


Figura 11.9 - Sezioni tipo di intradosso l1 nelle zone di innesto

### 11.3.5 Nischen

Personalunterkunftsnischen sind weder in den Strecken- noch in den Verknüpfungstunneln vorgesehen. Stattdessen sind 14 Nischen für den Traktionsstrom vorgesehen, die in konventionellem Vortrieb entsprechend der in folgenden Abbildungen dargestellten Geometrie und den Abmessungen realisiert werden.



Abbildung 11.10 – Grundriss und Vorderansicht der Nische

### 11.3.6 Querschläge

Sowohl für die eingleisigen Streckentunnel in Doppelröhre als auch für die Verknüpfungstunnel, die einem Doppelröhrentunnel gleichgesetzt werden können, sind Fußgänger-Querschläge (Bypässe) in einem Achsabstand von höchstens 500 m vorgesehen.

Der Bypass hat zwei interne Nischen mit geeigneten Abmessungen für die Installation von Schiebetüren für den Zugang mit Abmessungen 2,0 m x 2,0 m und den dazu gehörenden Anlagen. Der Fußgängerabschnitt hat eine Breite von 3,60 m auf Rollebene, die nützliche Durchgangsbreite entspricht 2,40 m, der restliche Teil steht für die Anlagenausrüstung des Querschlags zur Verfügung. Die nutzbare Innenhöhe im Fußgängerbereich beträgt 2,25 m. Oberhalb der Abhängdecke mit Eigenschaften REI 120 sind weitere Anlagengeräte untergebracht.

Der verfügbare Raum beträgt 25,40 m bei 40 m Achsabstand zwischen den Röhren. Für Längen über 100 m, die nur an den Verknüpfungen auftreten, sind zwei Filterbereiche vorgesehen, die mit Überdruck-Doppeltüren ausgestattet sind, die normalerweise in einem Abstand von 20-30m angebracht sind.



Abbildung 11.11 - Innenansicht Querschläge und Schiebetür im Querschlag

### 11.3.5 Nicchie

Non sono previste le nicchie di ricovero personale nelle gallerie sia di linea che di interconnessione. Sono previste invece 14 nicchie per la trazione elettrica, realizzate in scavo tradizionale secondo la geometria e dimensioni indicate nelle seguenti figure.

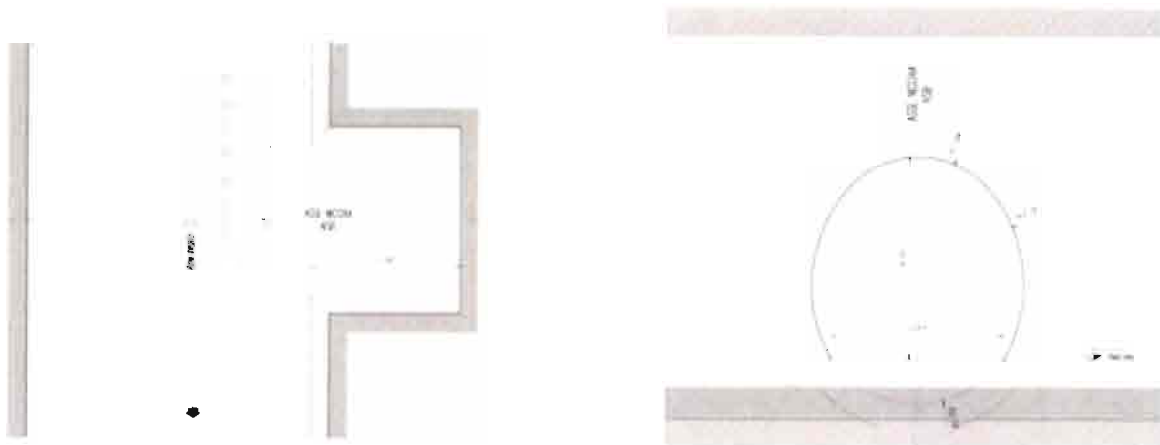


Figura 11.10 - Pianta e vista frontale nicchia

### 11.3.6 Cunicoli trasversali di collegamento

Sia per le gallerie di linea a singolo binario a doppia canna che per le gallerie di interconnessione, assimilabili ad una galleria a doppia canna, sono previsti collegamenti trasversali pedonali (by-pass), ad interasse di 500 metri al massimo

Il by-pass presenta due nicchie interne di dimensioni adeguate necessarie per l'installazione delle porte scorrevoli di accesso con dimensioni di 2,0 m x 2,0 m e delle relative dotazioni impiantistiche. Il tratto pedonale misura una larghezza di 3,60 m al piano di rotolamento; la larghezza utile di transito è pari a 2,40 m, la parte restante è a disposizione delle dotazioni impiantistiche del by-pass. L'altezza utile interna nella zona pedonale è di 2,25; al di sopra della controsoffittatura, avente caratteristiche REI 120, sono alloggiati altri dispositivi impiantistici.

Lo spazio disponibile è pari a 25,40 m ove l'interasse tra le canne è di 40 m. Per lunghezze maggiori di 100m, presenti solo nelle interconnessioni, sono previste due zone filtro realizzate mediante doppie porte e poste in sovrappressione, collocate ad una distanza di norma pari a 20-30m.

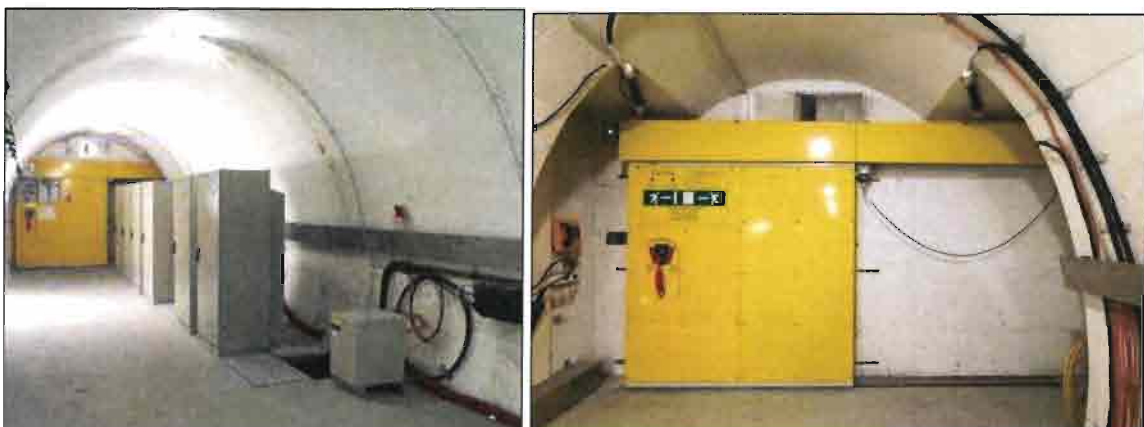


Figura 11.11 - Vista interna cunicolo trasversale e Porta scorrevole cunicolo trasversale



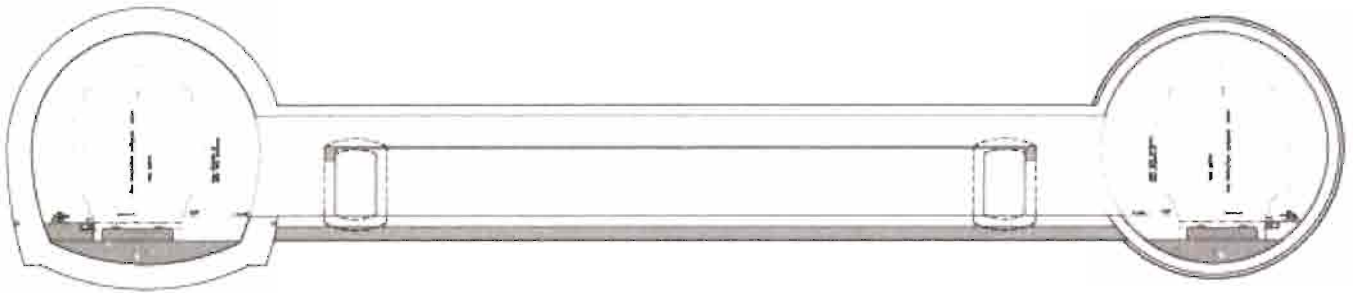
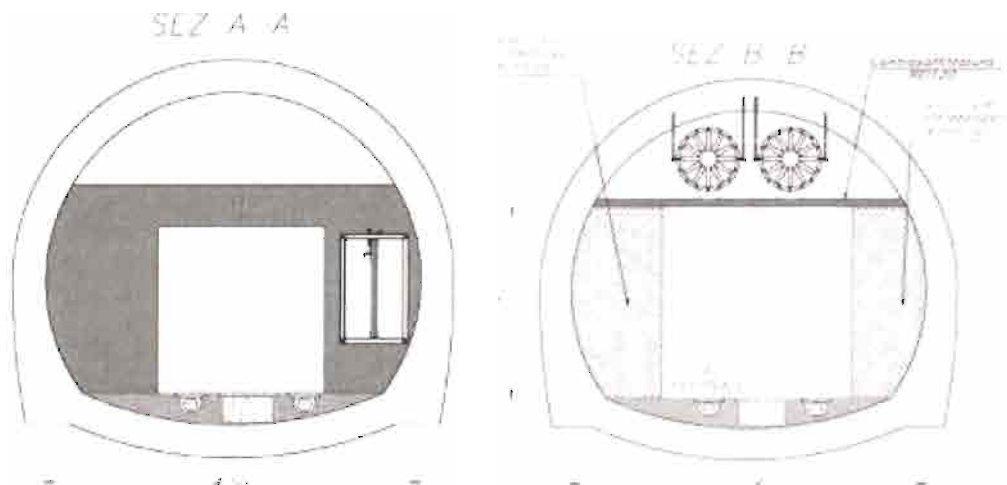


Abbildung 11.12 – Längsprofil und Grundriss des Querschlags





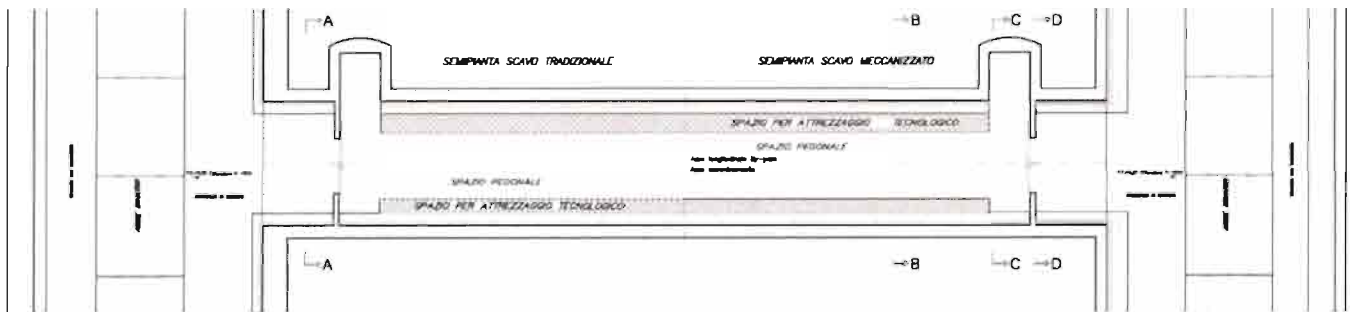
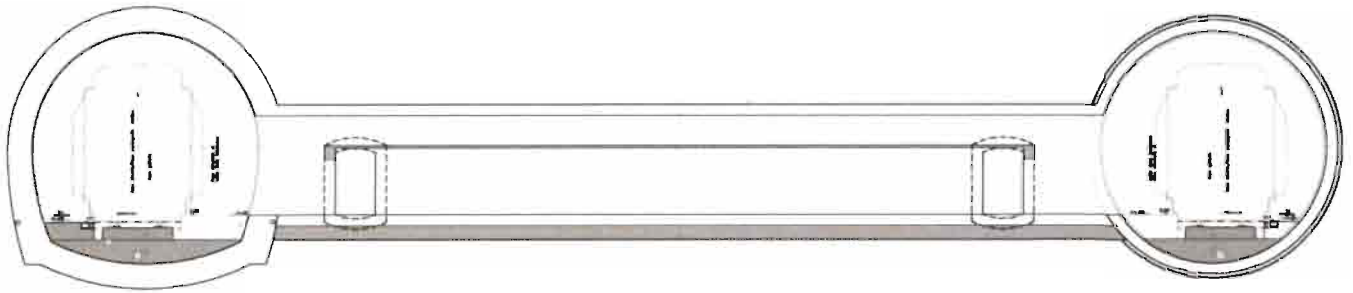
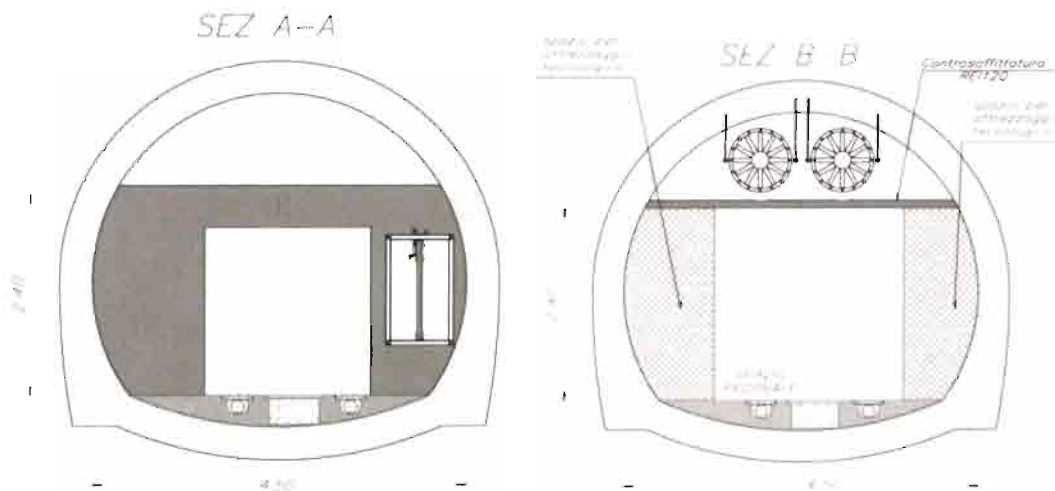


Figura 11.12 - Profilo longitudinale e pianta cunicolo trasversale



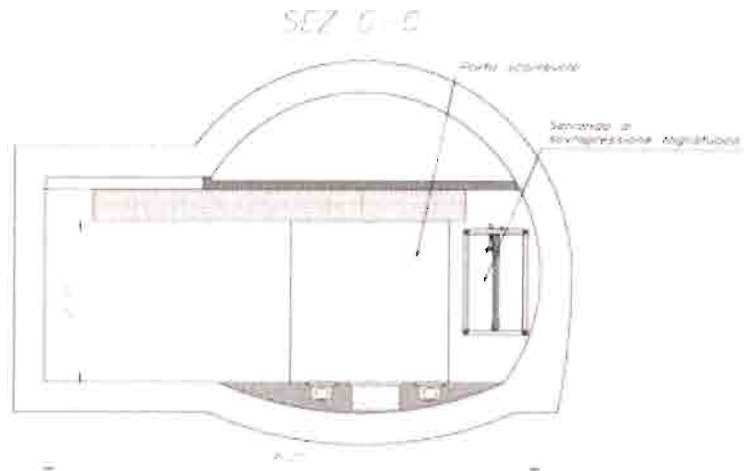


Abbildung 11.13 – Querschnitte des Querschlags

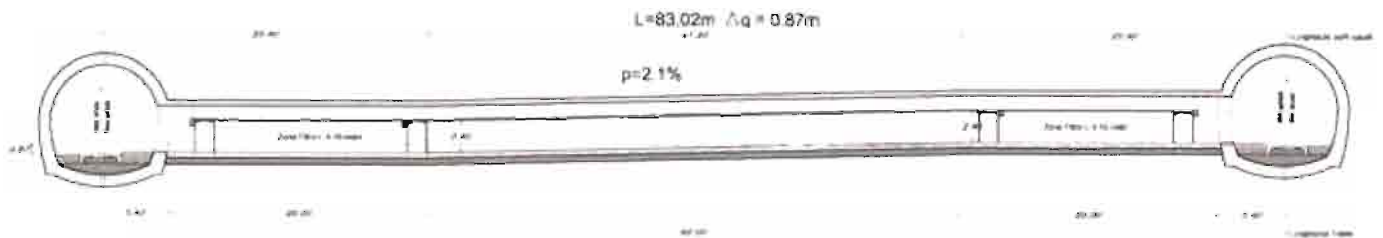


Abbildung 11.14 – Längsprofil des Querschlags der Verknüpfungen

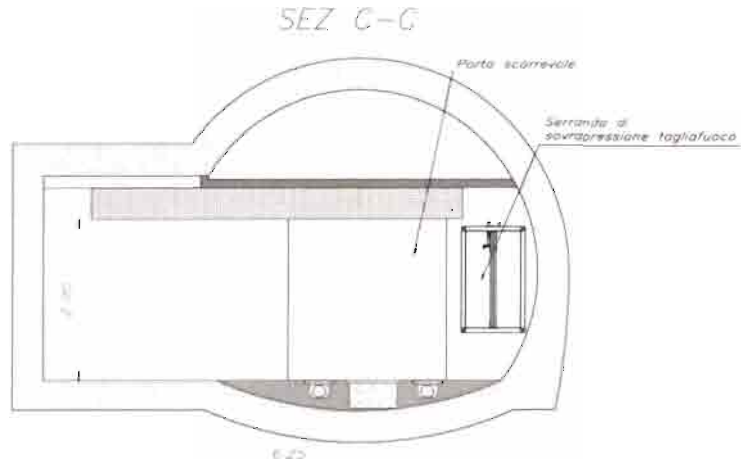


Figura 11.13 - Sezioni trasversali by-pass

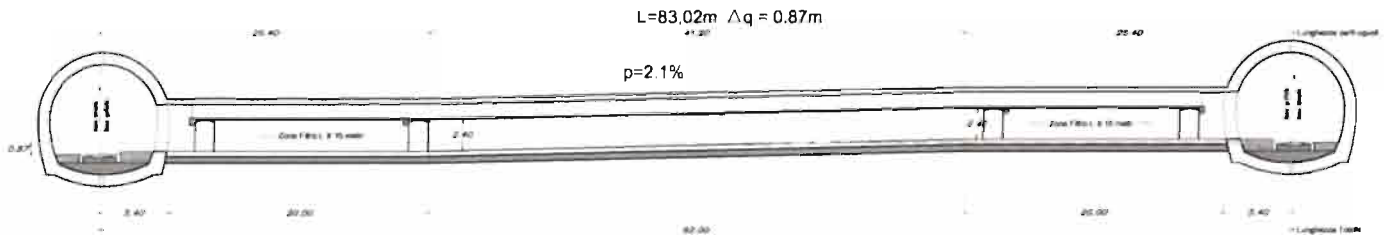
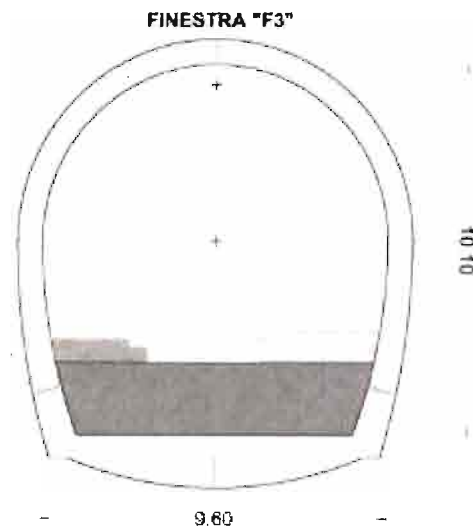


Figura 11.14 - Profilo longitudinale cunicolo trasversale nelle interconnessioni

### 11.3.7 Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd

Der den Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd kennzeichnende Gewölbeschnitt F3 ist polyzentrisch mit doppelter Fahrbahn und für die Bedürfnisse der Baustellenlogistik im Hinblick auf den mechanischen Vortrieb der Streckentunnel bemessen. Die großzügigen Maße gestatten den Transport von Sonderteilen der TBM (Hauptlager, Fräskopf, Nachlaufwagen).

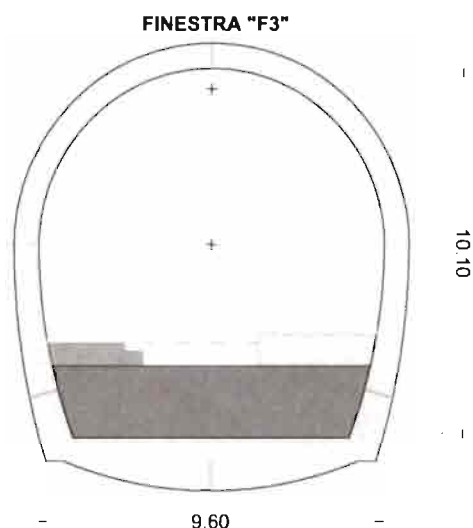


**Abbildung 11.15 – Querschnitt des Fensterstollens Aicha-Vahrn Süd**

Dieser Stollen weist eine Entwicklung von 1.020 m mit um ca. 7% ansteigender Neigung in Richtung Schalderer Tunnel auf. Im Einbindungsbereich ist der Querschnitt (Regelquerschnitt I1) aus Gründen der Baustellenlogistik erweitert (Rangierplatz für Fahrzeuge). Während des Betriebs wird dem Einbindungsbereich die Funktion der Querverbindung zwischen den Streckentunneln zugeteilt. Im Abschnitt vor dem Einbindungsbereich ist die Realisierung von 5 technischen Räumen entsprechend der Darstellung in nachstehender Abbildung vorgesehen, wo der gleiche Gewölbeschnitt F1 wie beim Fensterstollen Albeins zu sehen ist. Der am nächsten beim Streckentunnel gelegene Technikraum ist über einen Stollen, der unter Gleis 1 durchläuft mit dem zentralen Abschnitt des Einbindungsbereichs verbunden. Der Fensterstollen weist entlang seines Verlaufs zwei Querverbindungen zum anderen Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd auf, eine begehbare und eine befahrbare, die für Sicherheits- und Logistikbedürfnisse eingeplant sind.

### 11.3.7 Finestra di Aica-Varna Sud

La sezione di intradosso F3 che caratterizza la finestra di Aica-Varna Sud è policentrica 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 della TBM (cuscinetto principale, testa fresante, carri del back-up).



**Figura 11.15 - Sezione trasversale finestra Aica-Varna Sud**

La finestra presenta uno sviluppo di 1.020 m con pendenza a salire verso la galleria Scaleres del 7% circa. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata (sez. tipo I1) per ragioni logistiche di cantiere (posto manovra dei mezzi). In fase di esercizio alla zona di innesto viene attribuita la funzione di collegamento trasversale tra le gallerie di linea. Nel tratto che precede la zona di innesto si prevede la realizzazione di 5 locali tecnici, come rappresentato nella figura seguente, che presentano la stessa sezione di intradosso F1 della finestra di Albes. Il locale tecnico più prossimo alla galleria di linea si collega al tratto centrale della zona di innesto con un cunicolo che sottopassa il binario dispari. La finestra presenta due collegamenti trasversali intermedi con l'altra finestra di Aica-Varna sud, uno pedonale e l'altro carrabile, previsti per esigenze di sicurezza e logistica.

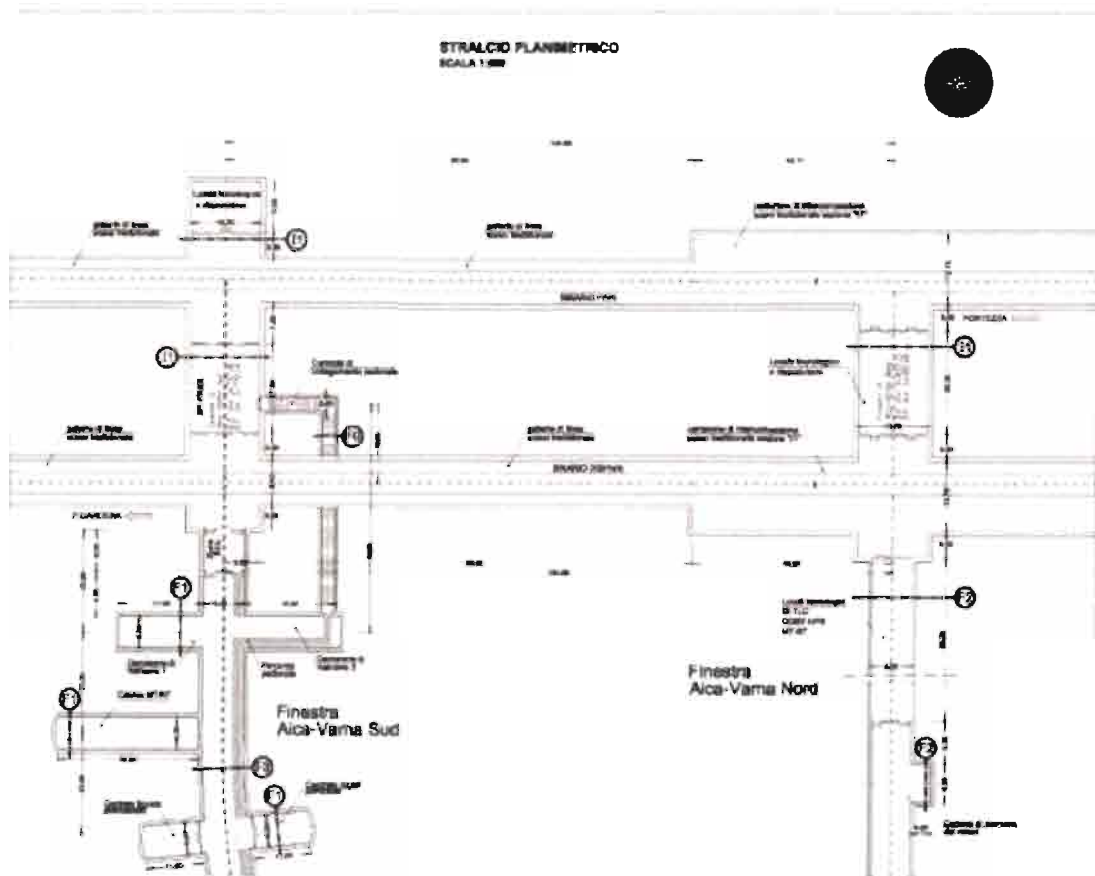


Abbildung 11.16– Auszug aus dem Lageplan des Einbindungsbereichs des Fensterstollens Aicha-Vahrn mit den Streckentunneln.

### 11.3.8 Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord, Forch und Klausen

Diese Fenster sind durch den gleichen Gewölbeschnitt F2 gekennzeichnet, mit doppelter Fahrbahn und Bemessung für den Logistikbedarf der verschiedenen Baustellen.

#### FINESTRA "F2"

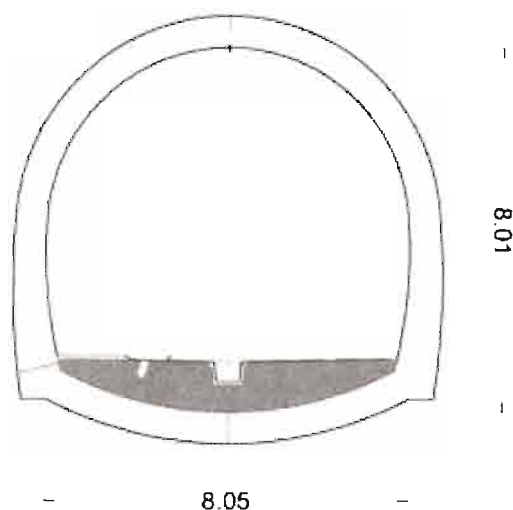


Abbildung 11.17 – Regelquerschnitt Baustollen

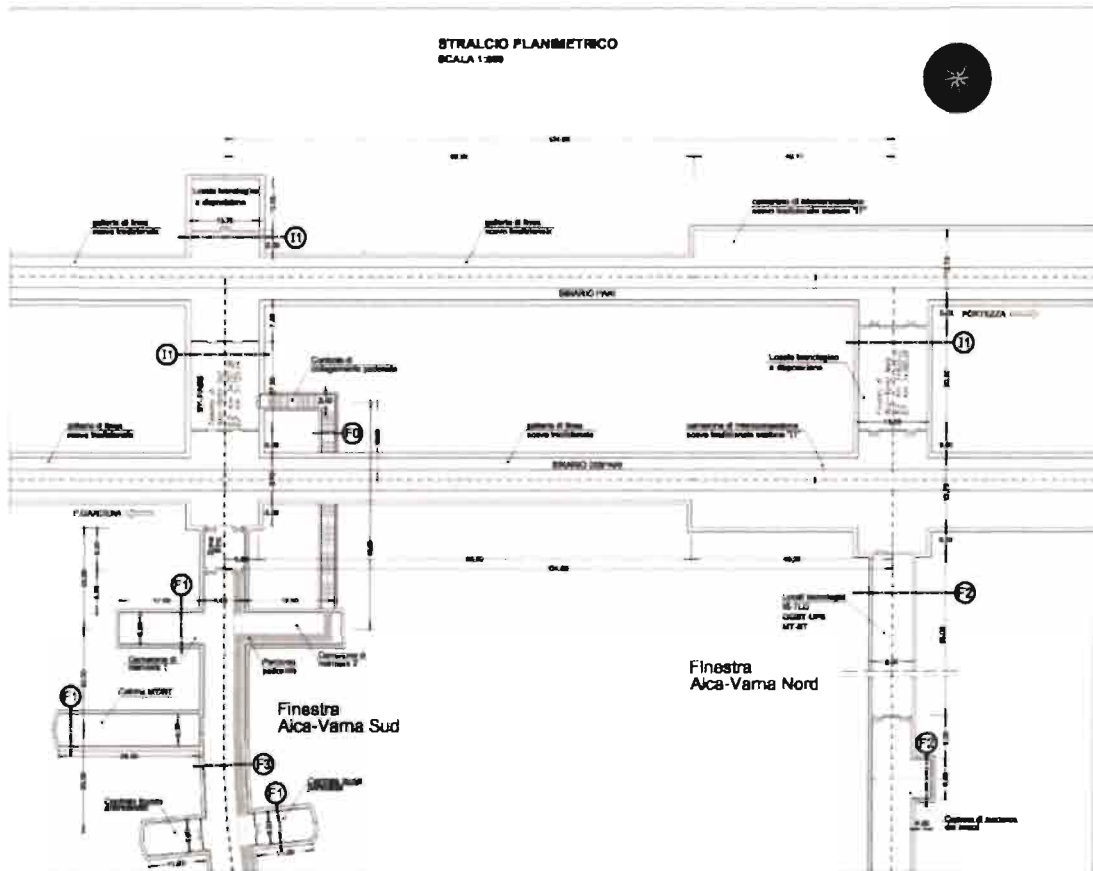


Figura 11.16 - Stralcio planimetrico zona di innesto della finestra Aica-Varna con le gallerie di linea.

### 11.3.8 Finestre di Aica-Varna Nord, Forch e Chiusa

Queste finestre sono caratterizzate dalla stessa sezione di intradosso F2, prevista a doppia corsia, dimensionata per le esigenze della gestione logistica dei vari cantieri.

#### FINESTRA "F2"

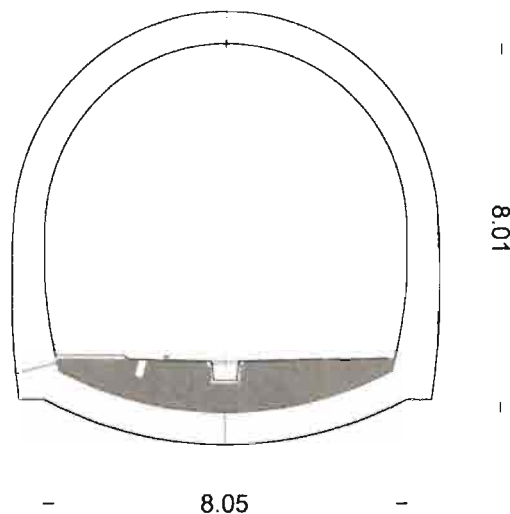


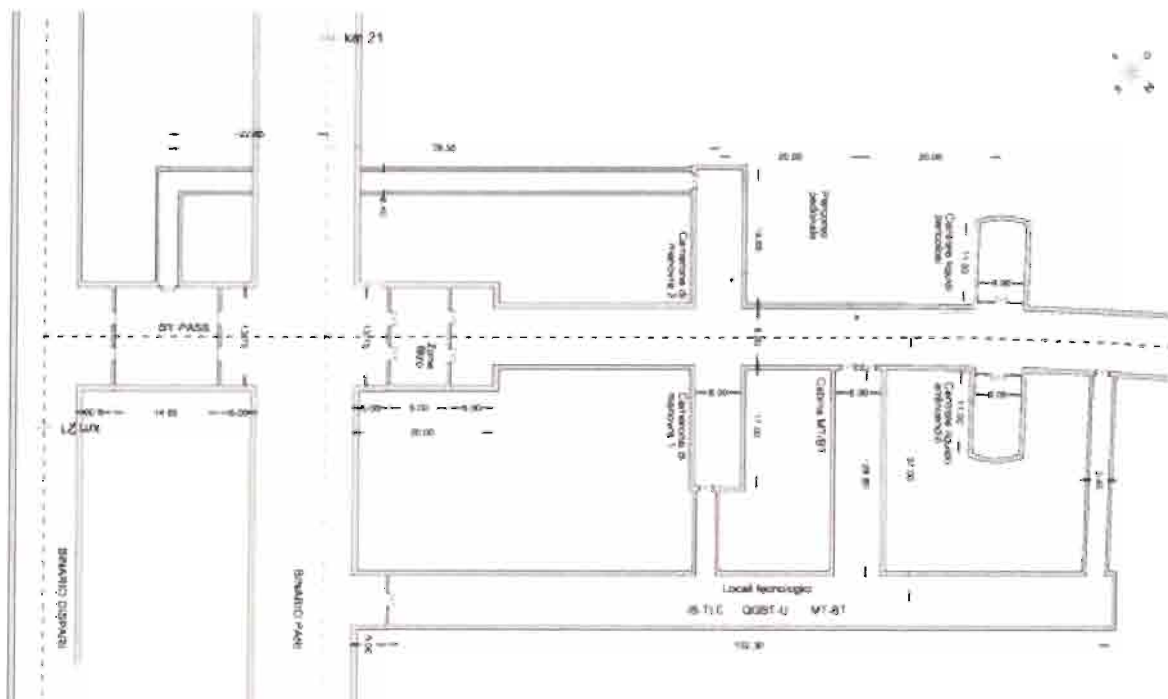
Figura 11.17 - Sezione trasversale finestra costruttiva.

Der Fensterstollen **Aicha-Vahrn Nord** weist eine Länge von ca. 1000 m mit einer um ca. 7% steigenden Neigung in Richtung Schalderer Tunnel auf. Er hat die Aufgabe, den Transportstrom für den Bau des Nordabschnitts des Schalderer Tunnels für die Strecke zwischen dem Einbindungsbereich des Fensterstollens und Franzensfeste aufzunehmen. Im Einbindungsbereich ist der Querschnitt aus Gründen der Baustellenlogistik (Regelquerschnitt I1) erweitert (Rangierplatz für Fahrzeuge). Im Abschnitt vor dem Einbindungsbereich sind zwei Erweiterungen für Wendemanöver der Fahrzeuge vorgesehen. Während der Betriebsphase wird der Endabschnitt des Fensterstollens über ca. 85 m zum Technikraum umfunktioniert, der Rest des Fensterstollens wird hingegen verschlossen.

Die Schutterstollen **Forch Nord und Süd** stellen in Achse die Fortsetzung der beiden Fensterstollen Aicha-Vahrn nach Osten dar, d.h. vom Gebiet Unterseeber zum Gebiet Forch, und sie gestatten die Beförderung auf Transportbändern oder LKW des Gerölls aus dem Schalderer Tunnel zu den Deponiegländen im Riggertal, sodass die Belastung der lokalen Verkehrswege vermieden werden kann. Beide Tunnel haben einen bergmännisch vorgetriebenen Teil (ca. 216 m für Forch Nord und 246 m für Forch Süd) und einen in offener Bauweise angelegten Abschnitt, der in Forch endet (ca. 181 m für Forch Nord und 151 m für Forch Süd) mit einem um ca. 0,5% sinkenden Gefälle von Unterseeber in Richtung Forch.

Der Fensterstollen **Klausen** weist eine Länge von ca. 1.790 m auf, davon 22 m in offener Bauweise, mit um ca. 6% sinkendem Gefälle in Richtung Grödner Tunnel.

Er dient dem Logistikbedarf der Baustelle während des Vortriebs des Grödner Tunnelabschnitts zwischen GVS Klausen Nord und den Verknüpfungskavernen. Im Einbindungsbereich ist der Querschnitt aus Gründen der Baustellenlogistik (Regelquerschnitt I1) erweitert (Rangierplatz für Fahrzeuge). Während des Betriebs wird dem Einbindungsbereich die Funktion der Querverbindung zwischen den Streckentunneln zugeteilt. Im Abschnitt vor dem Einbindungsbereich ist die Realisierung von 6 Technikräumen entsprechend der Darstellung in nachstehender Abbildung vorgesehen, wo der gleiche Gewölbeschnitt F1 wie beim Fensterstollen Albeins zu sehen ist.



**Abbildung 11.18– Auszug aus dem Lageplan des Einbindungsbereichs der Abfahrt Klausen mit den Streckentunneln**



La finestra di **Aica-Varna nord** presenta uno sviluppo di 1000 m circa con pendenza a salire verso la galleria Scaleres del 7% circa. Ha la funzione di sostenere i flussi dei trasporti per la costruzione della porzione Nord della galleria Scaleres, nel tratto compreso tra la zona di innesto della finestra e Fortezza. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata (sez. tipo I1) per ragioni logistiche di cantiere (posto manovra dei mezzi). Nel tratto che precede la zona di innesto sono previsti due slarghi per consentire la manovra di inversione dei mezzi. In fase di esercizio il tratto finale della finestra, per un'estensione di 85 m, circa sarà destinato a locale tecnico, il resto della finestra verrà invece chiuso.

Le finestre di smarino **Forch nord e sud** costituiscono la prosecuzione in asse delle due finestre di Aica-Varna verso est, cioè dall'area di Unterseeber all'area Forch, e consentono il transito, mediante nastri trasportatori o autocarri, del marino della galleria Scaleres nei depositi in val Riga evitando l'utilizzo della viabilità locale. Entrambe le gallerie presentano un tratto in naturale (216 m circa Forch nord e 246 m circa Forch sud) e un tratto in artificiale che termina a Forch (181 m circa Forch nord e 151 m circa Forch sud) con pendenza a scendere da Unterseeber verso Forch dello 0,5% circa.

La finestra di **Chiusa** presenta una lunghezza di 1.790 m circa, di cui 22 m in artificiale, con pendenza a scendere verso la galleria Gardena del 6% circa.

Ha la funzione di sostenere le esigenze logistiche di cantiere durante la costruzione del tratto di galleria Gardena compreso tra il PC di Chiusa nord e i cameroni di interconnessione. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata (sez. tipo I1) per ragioni logistiche di cantiere (posto manovra dei mezzi). In fase di esercizio alla zona di innesto viene attribuita la funzione di collegamento trasversale tra le gallerie di linea. Nel tratto che precede la zona di innesto è prevista la realizzazione di 6 locali tecnici, come riportato nella figura seguente, che presentano la stessa sezione di intradosso F1 della finestra di Albes.

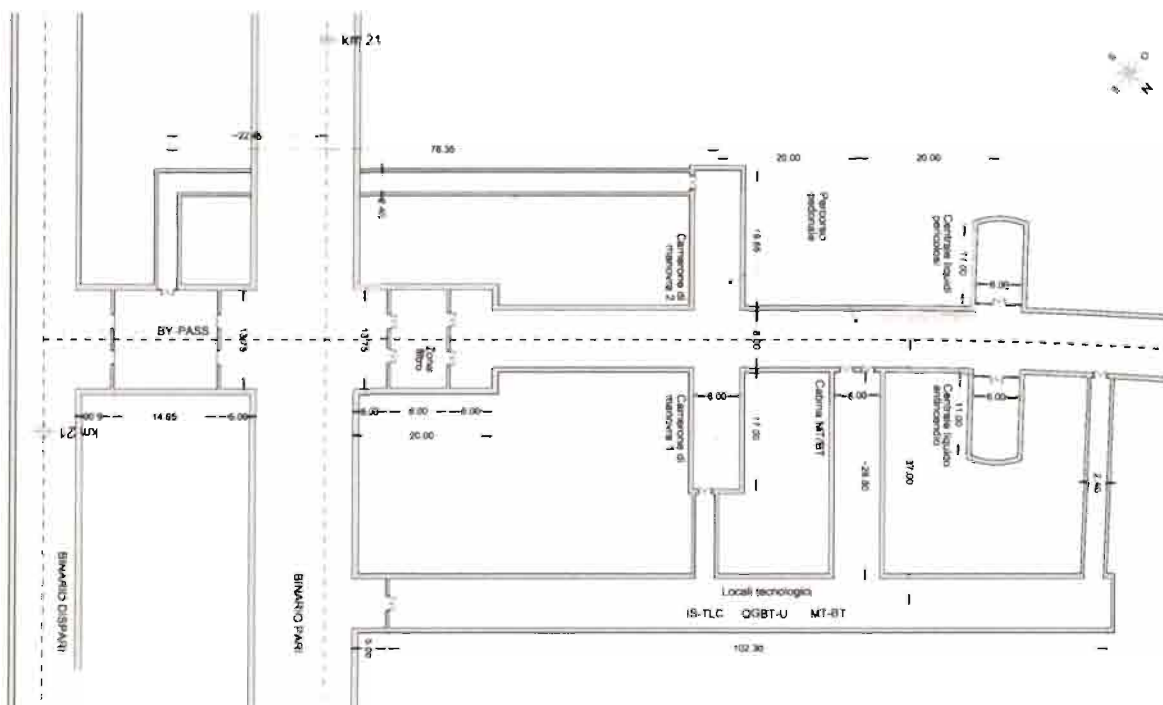


Figura 11.18 - Stralcio planimetrico zona di innesto della discenderia di Chiusa con le gallerie di linea



### 11.3.9 Finestra di Albes

La sezione di intradosso F1 della finestra di Albes risponde ai requisiti (larghezza  $\geq 6$  m, altezza media in chiave  $\geq 5$  m) fissati nelle "Linee guida per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del 1997 per le uscite di sicurezza. Presenta una lunghezza di 640 m circa, con pendenza max del 13,5% circa a salire verso la galleria Scaleres. Ogni 250 m la sezione presenta uno slargo per consentire l'incrocio dei mezzi. Nella zona di innesto la sezione trasversale è ampliata (sez. tipo I1) per ragioni logistiche di cantiere (posto manovra dei mezzi). In fase di esercizio alla zona di innesto viene attribuita la funzione di collegamento trasversale tra le gallerie di linea. Nel tratto che precede la zona di innesto è prevista la realizzazione di 6 locali tecnici che presentano la stessa sezione di intradosso della finestra.

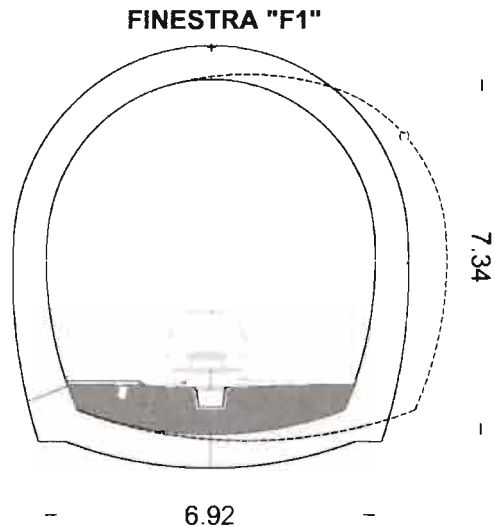


Figura 11.19 - Sezione tipo di finestra di Albes

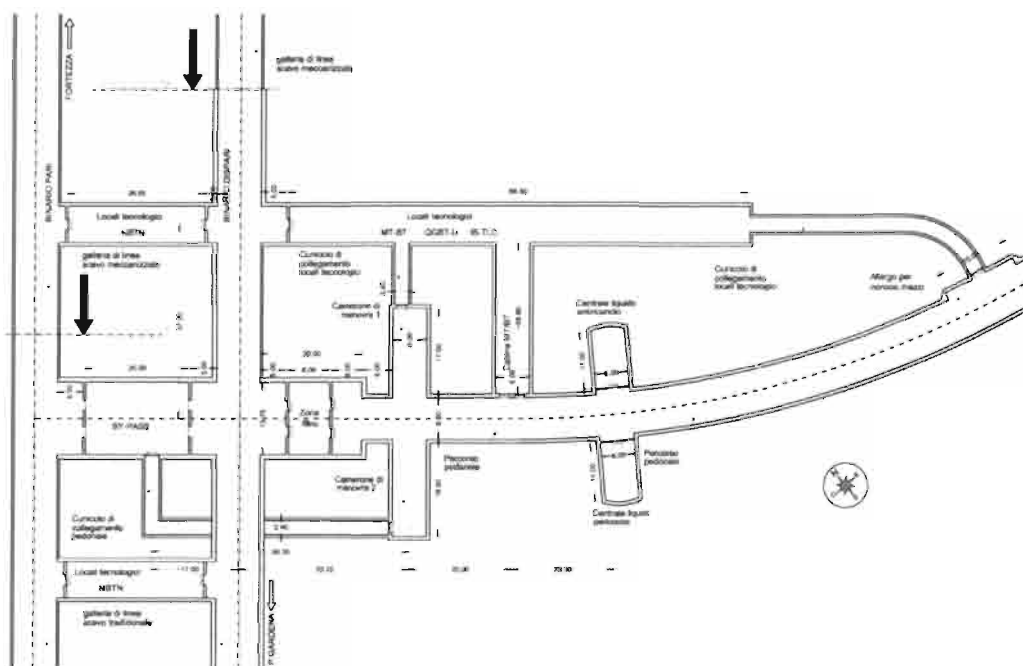



Figura 11.20 - Stralcio planimetrico zona di innesto della finestra di Albes con le gallerie di linea

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11.4 WASSERABLEITUNGSSYSTEM

Das Entsorgungssystem sieht die Trennung zwischen Sickerwasser aus dem Gestein und dem von der Eisenbahnfahrbahn stammenden Wasser vor.

In den konventionell vorgetriebenen Abschnitten ist zwischen der provisorischen und der definitiven Auskleidung das Verlegen eines Abdichtungsmantels vorgesehen, der aus einer PVC-Folie auf Vliesunterlage besteht. Das möglicherweise von der Abdichtung abgesperrte Wasser wird über Mikroschlitz-Rohre am Fuß des durch die Vlies-Unterlage geschützten PVC-Mantels abgeleitet. Diese sind ihrerseits über Querrohre aus PVC an die zentrale Sammelleitung angeschlossen, die auf einer niedrigeren Höhe entlang der Tunnelachse verläuft.

In den maschinell vorgetriebenen Tunnelabschnitten, in denen die Auskleidung aus Tübbing-Ringen besteht, die direkt von der Schild-TBM montiert werden, wird die Abdichtung des Tunnels durch die Dichtungen gewährleistet, die jeden Tübbing umgeben. Sollte jedoch außergewöhnlicher Wasserdruck anstehen, der von der vorgefertigten Verkleidung nicht zurückgehalten werden kann, wird ein System zum Abfangen des Wassers erforderlich, indem über Bohrungen in der Tübbing-Verkleidung eine Drainage des Erdreichs angelegt wird, über welche das Wasser gesammelt und über seitliche Rohre zur Zentralleitung abgeführt wird, die am Grund entlang der Tunnelachse verläuft.

### Ableitung von Sickerwasser in der Bauphase

Während der Bauphase ist der Tunnel noch nicht vollständig mit einem System abgedichtet, das die wirksame Sammlung von Sickerwasser und bei der Verarbeitung anfallendem Wasser gewährleistet. Daher wird sich ein Teil des möglicherweise während des Ausbruchs angetroffenen Wassers, das nicht angemessen abgeleitet werden kann, mit dem bei den Arbeitsvorgängen anfallenden Wasser vermischen. Dieses wird nach außen abgeführt und gemäß gesetzlichen Vorschriften geklärt, bevor es den endgültigen Rezeptoren zugeführt wird.

Die Wasserentsorgung erfolgt teils per Schwerkraft und teils mithilfe von Pumpsystemen je nach anstehender Bauphase und Vortriebsrichtung.

### Ableitung von Sickerwasser in der Betriebsphase

In den konventionell vorgetriebenen Abschnitten wird der Tunnel mit PVC-Folie auf Vliesunterlage abgedichtet.

Bei diesem System wird das während des Vortriebs angetroffene Wasser in zwei seitlichen Rohren gesammelt, die in den Schächten des zentralen Sammelrohrs münden, das auf einer niedrigeren Ebene verläuft, sodass jede Vermischung mit dem Wasser der Eisenbahnplattform vermieden wird. Das gleiche System kann auch für den maschinell vorgetriebenen Abschnitt verwendet werden, falls übermäßige, nicht mit der vorgefertigten Abdichtung vereinbare Wasserlasten auftreten sollten.

Die Schächte werden alle 50 m angebracht und sind für Wartungszwecke inspizierbar.

Die Ableitung des Sickerwassers erfolgt per Schwerkraft. Nur beim Verknüpfungstunnel Gleis 2 Waidbruck ist aufgrund des dort vorliegenden Durchhangs eine pumpengestützte Ableitungsanlage in dem in offener Bauweise angelegten Tunnel bei km 2+368 vorgesehen.

### Ableitung von Plattformwasser in der Betriebsphase – gefährliche Flüssigkeiten

In den Tunneln mit gleichgerichtetem Gefälle mit Länge über 5 km ist ein Sammel- und Ableitungssystem für gefährliche Flüssigkeiten eingeplant, die bei Unfällen ggf. aus Güterwaggons auf die Eisenbahnplattform auslaufen können. Die gefährlichen Flüssigkeiten werden komplett vom Grundwasser getrennt. Das Ableitungssystem umfasst ein in Längsrichtung verlaufendes Sammelrohr und eine Reihe von Schächten mit

## 11.4 SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE

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 al collettore centrale, posto a quota inferiore in asse galleria.

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 di 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 al collettore centrale, collocato sul fondo del piano di regolamento in asse galleria.

### Smaltimento delle acque di infiltrazione in fase di costruzione

In questa fase la galleria non è pienamente impermeabilizzata con un sistema che permette un efficace convogliamento controllato delle acque di infiltrazione e di lavorazione; pertanto una quota parte delle eventuali acque intercettate durante lo scavo, ovvero quelle che non potranno essere convogliate opportunamente, si mischieranno alle acque di lavorazione. Queste ultime verranno indirizzate all'esterno dove verranno depurate a norma di legge, prima della loro immissione nei ricettori finali.

Lo smaltimento dell'acqua avviene parte per gravità e parte con sistemi di pompaggio in relazione alle fasi e direzione di avanzamento previsti.

### 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 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. Solo nel caso della galleria di interconnessione pari di Ponte Gardena, per la presenza di una corda molle, è previsto un impianto di smaltimento forzato collocato nella galleria artificiale al km 2+368 circa.

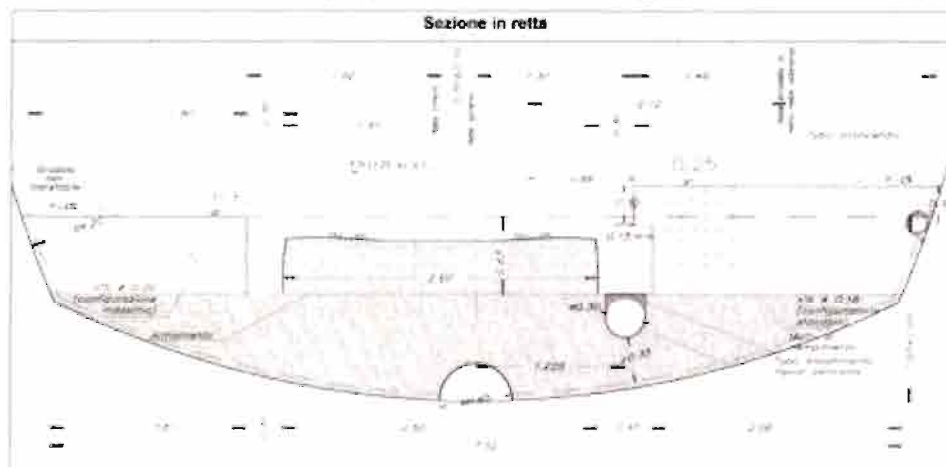
### Smaltimento acque di piattaforma in fase di esercizio - Liquidi pericolosi

Nelle gallerie monopendenti di lunghezza complessiva maggiore di 5 km, è previsto un sistema di raccolta e smaltimento dei liquidi pericolosi che dovessero accidentalmente sversarsi da vagoni merci sulla piattaforma ferroviaria; i liquidi pericolosi saranno totalmente separati dalle acque di falda. Il sistema di raccolta prevede la realizzazione di un collettore longitudinale e di una serie di pozzetti con sistema di sifone rompi-fiamma. Tale collettore di raccolta, del diametro di 300 mm, sarà continuamente alimentato da acqua per tenere pulita la tubazione, diluire e raffreddare l'eventuale materiale pericoloso infiammabile. Il collettore è collegato

einem Siphonsystem zur Flammensperre. Dieses Sammelrohr mit 300 mm Durchmesser wird ständig von Wasser durchströmt, um das Rohr sauber zu halten und um möglicherweise einströmende entflammbar Materialien zu verdünnen und zu kühlen. Das Sammelrohr ist an das Auffangbecken mit einem Fassungsvermögen von 300 m<sup>3</sup> angeschlossen, das sich außerhalb der Tunnelportalen befindet. Die gefährlichen Substanzen werden anschließend abgesaugt und von einem geeigneten Fahrzeug abtransportiert.

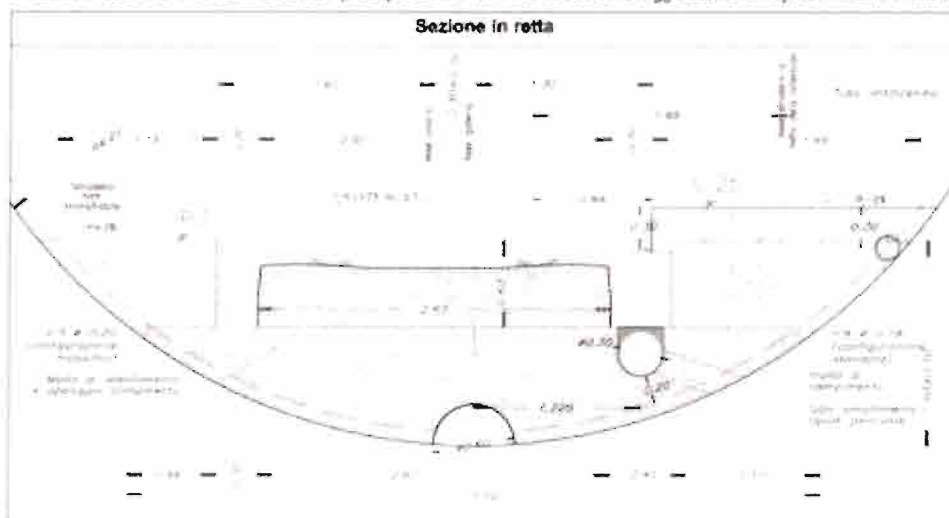
Die Ableitung erfolgt per Schwerkraft mit Ausnahme des Verknüpfungstunnels Gleis 2 in Waidbruck, wo eine Pumpanlage im offen angelegten Tunnel bei ca. km 2+368 vorgesehen ist.

**Sezioni Scavo Tradizionale** (esempio sia con retta che con curva di raggio 500m e sopraelevazione 150mm)



**Abbildung 11.21 – Verlegeebene im konventionell vorgetriebenen Abschnitt**

**Sezioni Scavo Meccanizzato** (esempio sia con retta che con curva di raggio 2.500m e sopraelevazione 140mm)



**Abbildung 11.22 – Verlegeebene im maschinell vorgetriebenen Abschnitt**

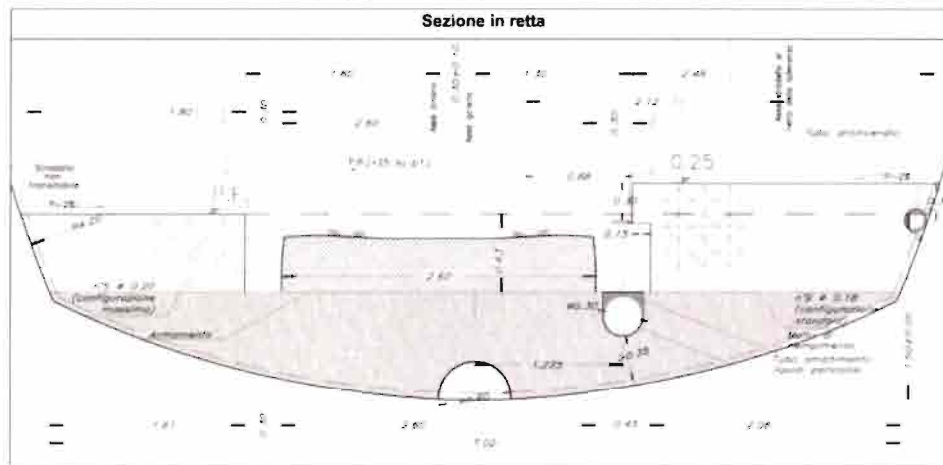
#### 11.4.1 Schematische Darstellung des Flusses von beim Vortrieb angetroffenem Wasser und Fahrbahnwasser

In jeweiliger Bezugnahme auf Bau- und Betriebsphase wurden zwei Schemata erstellt, welche die Flussrichtungen des während des Vortriebs angetroffenen Wassers (blau) und des Fahrbahnwassers (rot) sowie deren Endaufnahme zeigen.

alla vasca di ritenuta della capacità di 300 m<sup>3</sup>, posta esternamente agli imbocchi delle gallerie. Le sostanze pericolose verranno poi aspirate ed allontanate con un mezzo idoneo.

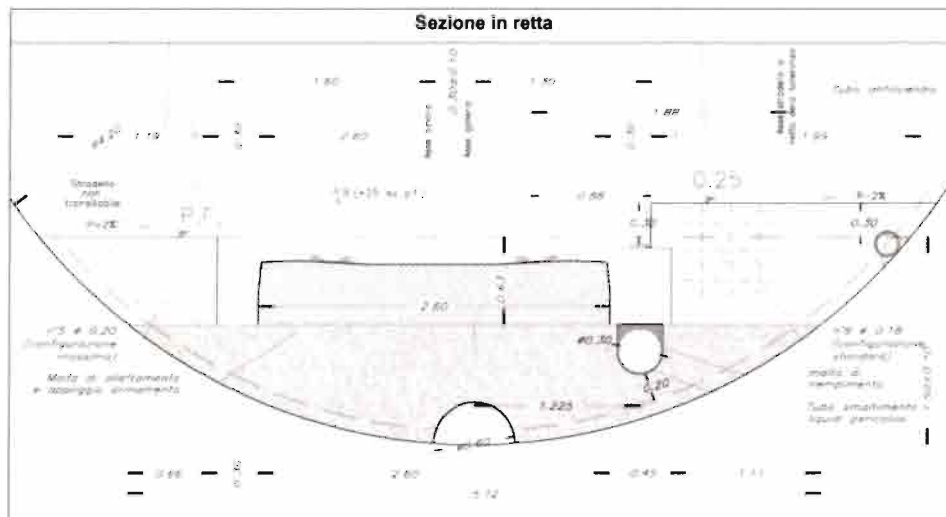
Lo smaltimento avviene per gravità, salvo nella galleria di interconnessione pari di Ponte Gardena dove è previsto un impianto di smaltimento forzato collocato nella galleria artificiale al km 2+368 circa.

**Sezioni Scavo Tradizionale** (esempio sia con retta che con curva di raggio 500m e sopraelevazione 150mm)



**Figura 11.21 - Piano di regolamento tratto in scavo tradizionale**

**Sezioni Scavo Meccanizzato** (esempio sia con retta che con curva di raggio 2.500m e sopraelevazione 140mm)



**Figura 11.22 - Piano di regolamento tratto in scavo meccanizzato**

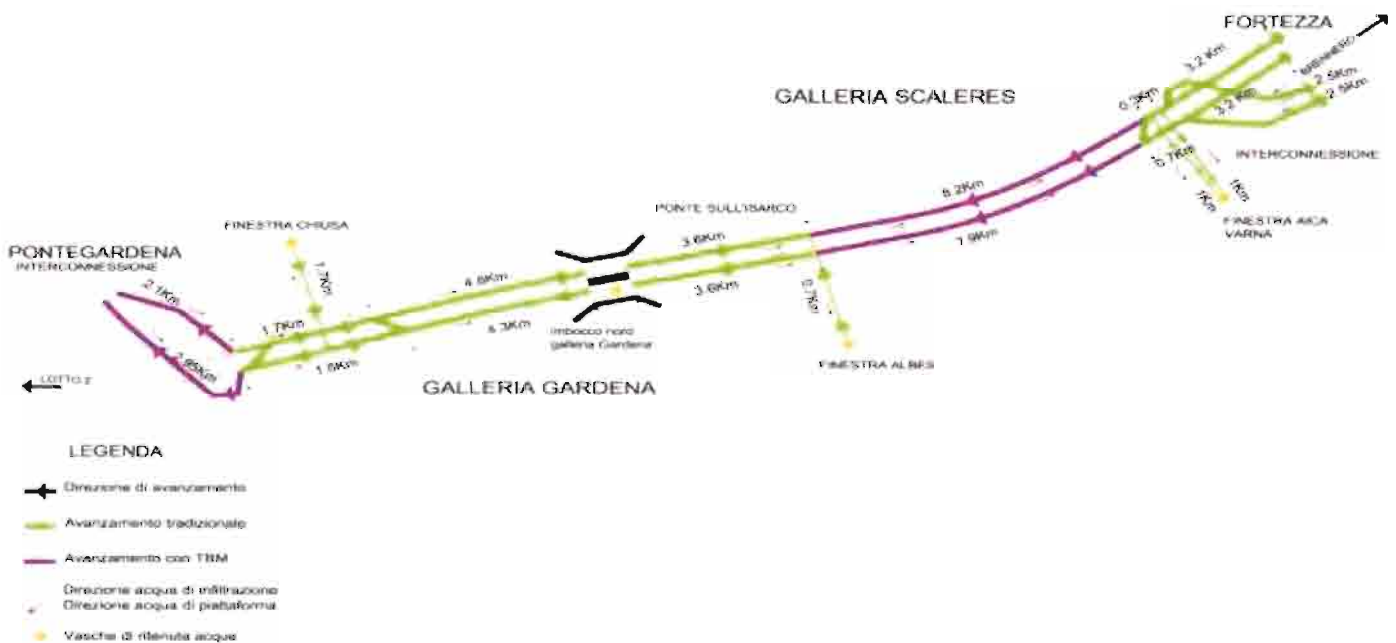
#### 11.4.1 Schemi della direzione dei flussi delle acque intercettate durante lo scavo e delle acque di piattaforma

Con riferimento alle fasi rispettivamente di costruzione e di esercizio, sono stati prodotti due schemi, che indicano le direzioni dei flussi delle acque intercettate durante lo scavo (colore blu) e di piattaforma (colore rosso) ed i recapiti finali.



### Schema der Flussrichtung in der Bauphase

Für die Bauphase wird das Schema der Flussrichtung des beim Ausbruch angetroffenen Wassers und des Fahrbahnwassers in folgender Abbildung dargestellt. Die Flussrichtung wird durch die Vortriebsrichtung und die geplanten Bauphasen entsprechend folgendem Schema bestimmt.



**Abbildung 11.23 – Schematische Darstellung der Flussrichtung in den bergmännisch vorgetriebenen Tunneln - Bauphase**

Für beide Tunnel wurden zwei Sammel- und Ableitungsbereiche für das während Aushub und Bearbeitung angetroffene Wasser ausfindig gemacht.

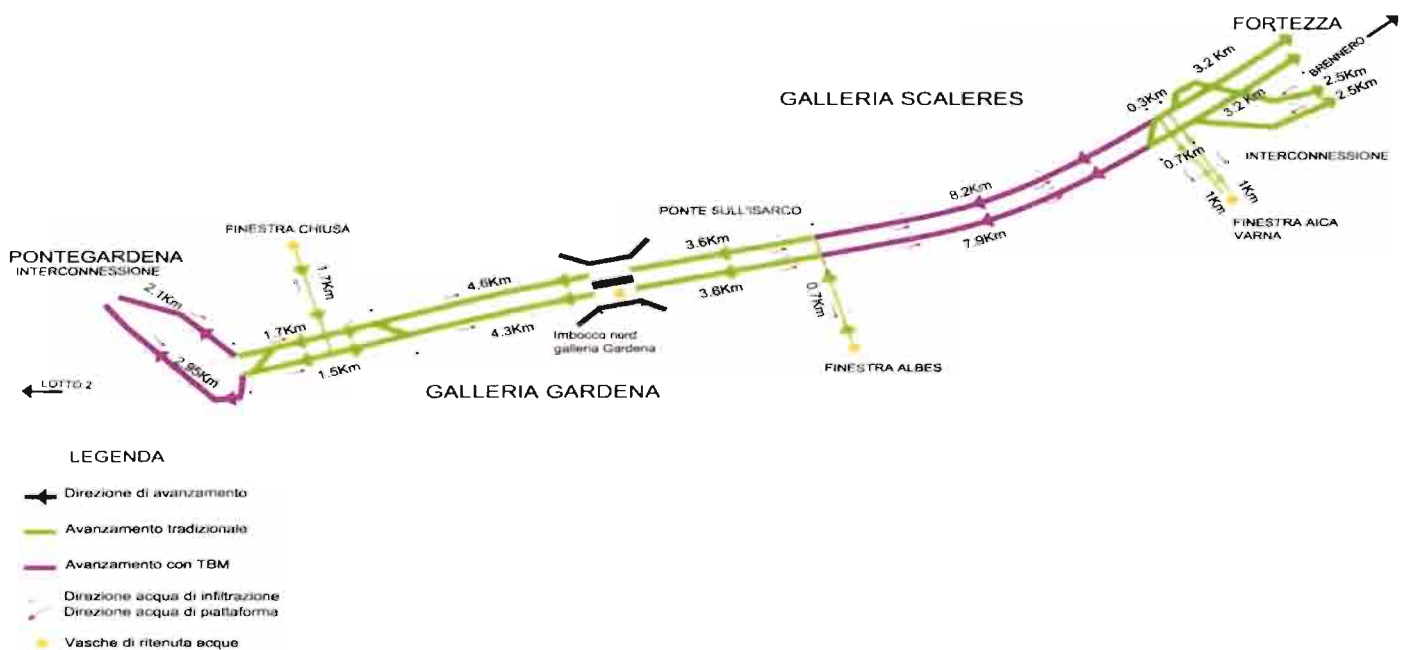
Für das System des Schalderer Tunnels befindet sich der erste beim Portal der Fensterstollen Aicha-Vahrn im Gebiet Unterseeber, wo die Wasser des Tunnelabschnitts zwischen Nordportal (Franzensfeste) und Einbindung des Fensterstollens Albeins mit dem Streckentunnel aufgefangen und entsorgt werden. Der andere befindet sich beim Portal des Fensterstollens Albeins zur Sammlung und Entsorgung des Wassers aus dem Tunnelabschnitt zwischen Fensterstollen Albeins und Südeinbindung des Schalderer.

Für das System des Grödner Tunnel liegt der erste Auffangbereich am Portal Grödner Nord, wo sowohl das Wasser des Streckentunnelabschnitts zwischen Nordportal und erster GVS 2/1 sowie ggf. auch das der beiden Verknüpfungstunnel aufgefangen und entsorgt wird. Der andere liegt beim Portal der Abfahrt Klausen zur Sammlung und Entsorgung des Wassers aus dem restlichen Tunnelabschnitt und ggf. auch für das Wasser aus den Verknüpfungstunneln.



Schema della direzione dei flussi delle acque in fase di costruzione

In fase di costruzione lo schema della direzione dei flussi delle acque intercettate durante lo scavo e di piattaforma è rappresentato nello schema seguente. La direzione dei flussi è determinata in base alle direzioni di avanzamento e alle fasi costruttive previste come da schema seguente.



**Figura 11.23 - Schematico direzione dei flussi delle acque nelle gallerie naturali - Fase costruttiva**

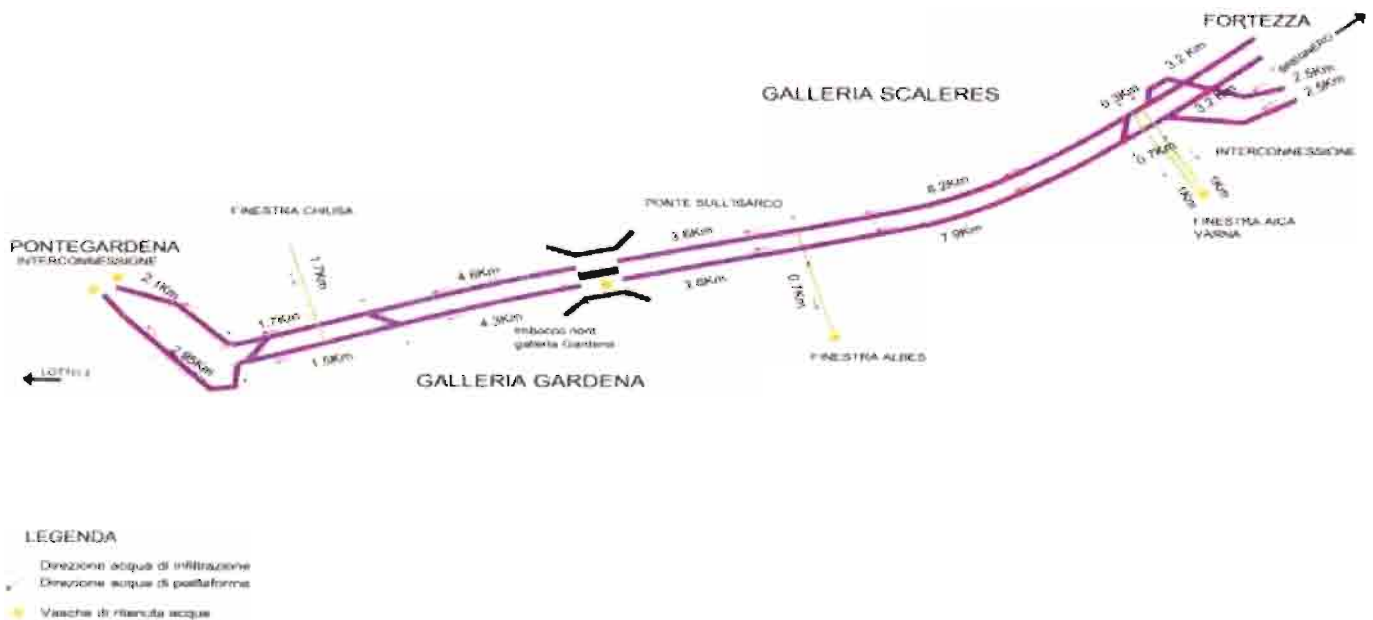
Per entrambe le gallerie sono state individuate due zone di raccolta e smaltimento delle acque intercettate durante lo scavo e di lavorazione.

Per il sistema galleria Scaleres la prima è ubicata agli imbocchi delle finestre di Aica-Varna, zona Unterseeber, che raccoglie e smaltisce le acque della porzione di galleria compresa tra i portali a Nord (zona Fortezza) e l'innesto della finestra di Albes con la galleria di linea. L'altra all'imbocco della finestra di Albes per la raccolta e lo smaltimento delle acque della porzione di galleria compresa tra la finestra di Albes e l'imbocco Sud della Scaleres.

Per il sistema galleria Gardena la prima ubicata agli imbocchi Gardena Nord che raccoglie e smaltisce le acque sia della porzione di galleria di linea compresa tra gli imbocchi Nord e la prima comunicazione pari/dispari e eventualmente anche delle due gallerie di interconnessione. L'altra ubicata all'imbocco della discenderia di Chiusa per la raccolta e smaltimento dell'acqua della parte restante di galleria ed eventualmente anche dell'acqua delle gallerie di interconnessione.

Schema der Flussrichtung in der Betriebsphase

Für die Betriebsphase wird das Schema der Flussrichtung des beim Ausbruch angetroffenen Wassers und des Fahrbahnwassers in folgender Abbildung dargestellt.



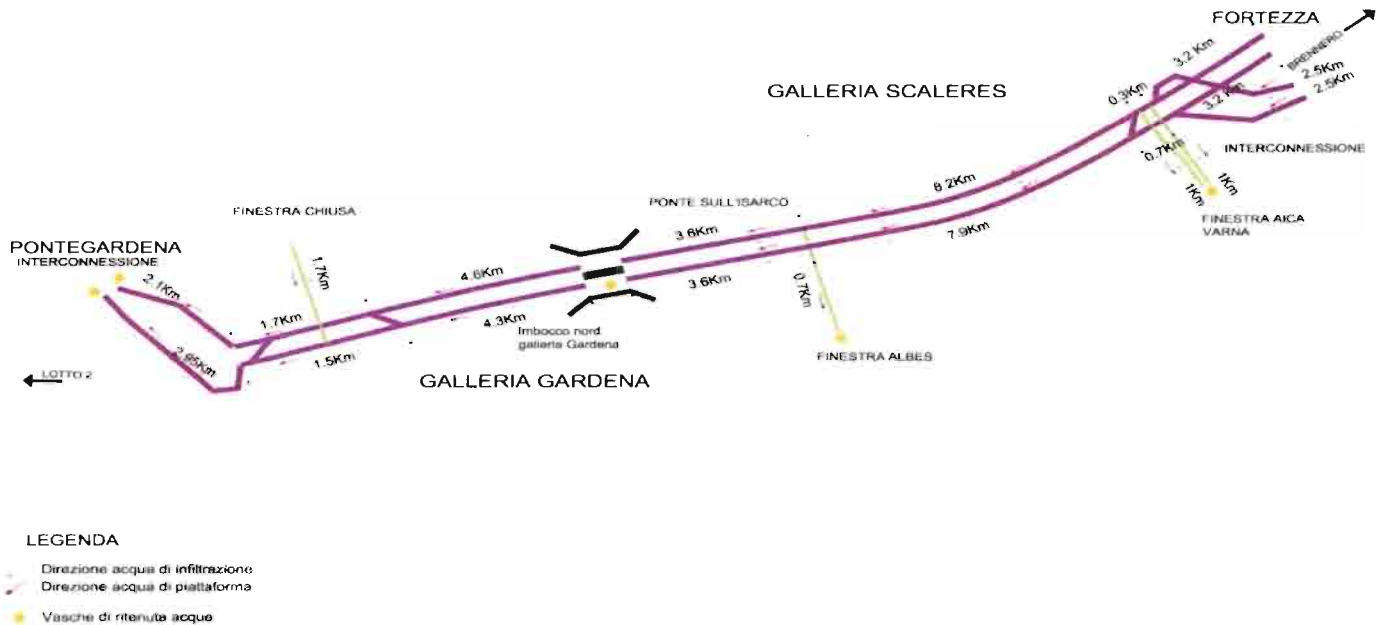
**Abbildung 11.24 – Schematische Darstellung der Flussrichtung in den bergmännisch vorgetriebenen Tunneln - Betriebsphase**

Für den Schalderer Tunnel erfolgt die Ableitung vollständig per Schwerkraft und es wurden folgende Sammel- und Entsorgungsbereiche ausfindig gemacht:

- Am Portal des Fensterstollens Aicha-Vahrn Süd, Gebiet Unterseeber zur Sammlung und Entsorgung von Fahrbahnwasser und gefährlichen Wassern des Tunnelabschnitts zwischen dem Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd und den Portalen im Norden (Franzensfeste), d.h. sowohl Streckentunnel- als auch Verknüpfungsabschnitte. Im Fensterstollen ist daher ein System von Sammelrohren für die getrennte Sammlung von Grundwasser einerseits und Eisenbahn-/Straßenplattformwasser andererseits geplant.
- Am Portal des Servicestollens Forch Süd zur Ableitung und Entsorgung in die Endaufnahmebecken von Wasser, das während des Ausbruchs des oben genannten Tunnelabschnitts angetroffen wird.
- Am Portal des Fensterstollens Albeins zur Ableitung und Entsorgung der Fahrbahn- und gefährlichen Wasser im Tunnelabschnitt zwischen Einbindung des Fensterstollens Aicha-Vahrn Nord und dem Fensterstollen Albeins. Auch für den Fensterstollen Albeins ist ein System von Sammelrohren für die getrennte Sammlung von Grundwasser einerseits und Eisenbahn-/Straßenplattformwasser andererseits geplant. Das Grundwasser wird über eine geeignete Rohrleitung in den Endabnehmer (Eisack) eingeleitet.
- In der Nähe der Widerlager des Südeingangs sind am Fuß des Abhangs unterirdische Becken für die getrennte Aufnahme und Entsorgung von Grundwasser und Plattformwasser des Tunnelabschnitts zwischen Einbindung des Albeins-Fensters mit den Streckentunneln und dem Südportal vorgesehen. Am Tunnelausgang verbinden zwei Rohre die Sammelleitungen des Tunnels mit den darunter befindlichen Auffangbecken.

Schema della direzione dei flussi delle acque 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 nello schema seguente.



**Figura 11.24 - Schematico direzione dei flussi delle acque nelle gallerie naturali - Fase di esercizio**

Per la galleria Scaleres lo smaltimento avviene completamente per gravità e sono state individuate le seguenti zone di raccolta e smaltimento:

- All'imbocco della finestra di Aica-Varna Sud, zona Unterseeber, per la raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e pericolose del tratto di galleria compreso tra la finestra di Aica-Varna Sud e gli imbocchi a Nord (zona Fortezza), compresi quindi sia i tratti di galleria di linea che di interconnessione. Nella finestra è pertanto previsto un sistema di collettori per la raccolta separata delle acque di falda e di piattaforma ferroviaria e stradale.
- All'imbocco della galleria di servizio Forch-Sud per la raccolta e smaltimento nei recapiti finali delle eventuali acque intercettate durante lo scavo della medesima porzione di galleria di cui sopra.
- All'imbocco della finestra di Albes per la raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e pericolose del tratto di galleria compreso tra l'innesto della finestra di Aica Varna- Nord e la finestra di Albes. Anche per la finestra di Albes è previsto un sistema di collettori per la raccolta separata delle acque di falda e di piattaforma ferroviaria e stradale. Le acque di falda verranno smaltite nei recapiti finali (fiume Isarco) tramite idonea tubazione.
- In prossimità delle spalle dell'imbocco Sud, al piede del versante, sono previste vasche interrato per la raccolta e smaltimento separato delle acque di falda e di piattaforma della porzione di galleria compresa tra l'innesto della finestra di Albes con le gallerie di linea e l'imbocco sud. All'uscita della galleria due tubazioni collegheranno i collettori di galleria con le sottostanti vasche di raccolta.

Für den Grödner Tunnel erfolgt die Ableitung per Schwerkraft bis Waidbruck. Dort ist allerdings am Verknüpfungsgleis 2 bei km 2+368 ein Durchhang an dem in offener Bauweise angelegten Tunnel vorhanden, weshalb daneben ein Raum zur Unterbringung einer Pumpanlage sowohl für das Sicker- als auch für das Plattformwasser angelegt werden muss.

Am Portal des Verknüpfungstunnels Gleis 1 ist ein unterirdisches Becken mit ca. 300 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen zum Auffangen und Entsorgen des Plattformwassers mithilfe von Pumpen vorgesehen. Das Drainagewasser wird hingegen über eine Rohrleitung zum Fluss abgeleitet (Eisack).

Per la galleria Gardena lo smaltimento avviene per gravità sino a Ponte Gardena. Tuttavia sul binario pari di interconnessione, al km 2+368 circa, è presente una corda molle in corrispondenza della Galleria Artificiale che comporta la necessità di realizzare, a fianco dell'artificiale stessa, un locale per il sistema di sollevamento e smaltimento sia delle acque di infiltrazione che di piattaforma.

All'imbocco della galleria di interconnessione binario dispari è prevista una vasca interrata di circa 300 m<sup>3</sup> per la raccolta e lo smaltimento con pompe delle acque di piattaforma; le acque di drenaggio, invece, verranno convogliate con apposita tubazione nel recapito finale (fiume Isarco).

## 11.5 RAUCHSPERRE

Zur Lösung des Problems der Rauchsperrre in den Verbindungstunneln (Gleisverbindungsstellen Schalderer und Klausen) ist die Verwendung von Sperrtüren vorgesehen, um die Gefahr zu vermeiden, dass Rauch aus Unfalltunnelröhren in die andere, als Zufluchtsort bestimmte, Tunnelröhre eindringt, und um die gesicherte Evakuierung der Fahrgäste zu gewährleisten.

Die Türen weisen die Merkmale laut REI 120 auf, entsprechend den Projektvorgaben für die Strecke Turin-Lyon und für andere bereits errichtete internationale Verbindungen (Gotthard-Basistunnel und Lötschberg).

Hinsichtlich der Zusammenführung der Tunnel an den Verbindungskavernen garantiert die Anlage von Querschlägen die Sicherheit der Evakuierung.

Dank dieser Lösungen war es möglich, auf hunderte von Metern lange Schächte (500 m für die Verknüpfung Franzensfeste) für den Rauchabzug zu verzichten, welche zu extrem kritischen Realisierungsproblemen, schwerwiegenden Auswirkungen auf die Umwelt, schwieriger Wartung und erheblichen Kostensteigerungen geführt hätten.

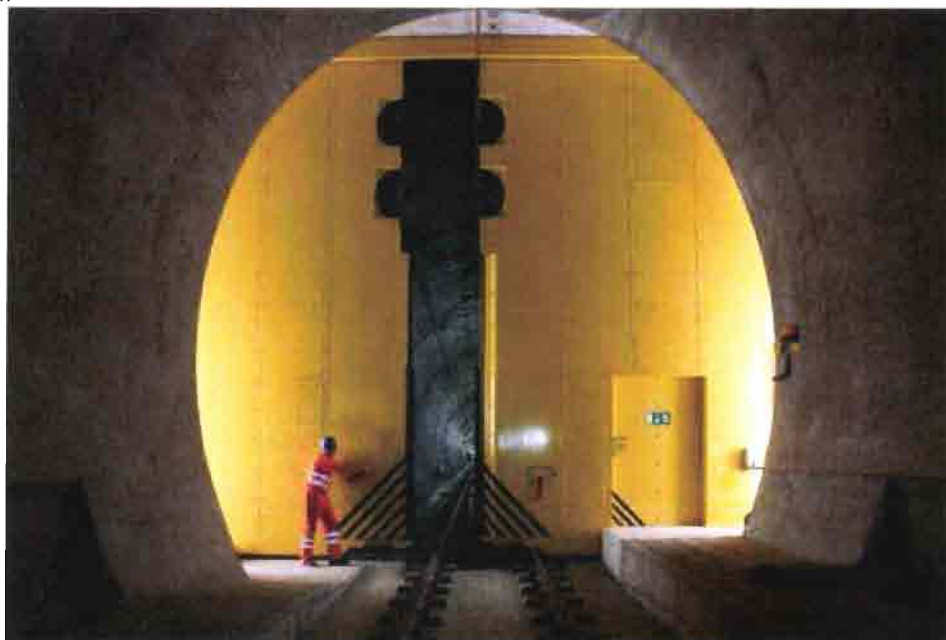


Abbildung 11.25 – Schiebetor als Rauchsperrre (Lötschberg-Tunnel)

## 11.5 DISCONNESSIONE FUMI

Per la risoluzione del problema di disconnessione dei fumi nelle gallerie di comunicazione (Posti di Comunicazione di Scaleres e di Chiusa) è previsto l'utilizzo di porte di disconnessione 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.

Queste porte hanno caratteristiche REI 120, analogamente a quanto previsto nel progetto della Torino-Lione e di altri collegamenti internazionali già realizzati (gallerie di base del San Gottardo e del Lötschberg).


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



Figura 11.25 - Porte scorrevoli disconnessione fumi (Galleria Lötschberg)



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11.6 PORTALEN DER UNTERIRDISCHEN BAUWERKE

### 11.6.1 Portalen Schalderer Tunnel

#### Nordportal Schalderer Tunnel

Der Nordportal ist in einem im Graben verlaufenden Streckenabschnitt ausgehend vom Bahnhof Franzensfeste vorgesehen.

Es sind stabilisierende Maßnahmen am Berghang über dem Portal vorgesehen, die aus Netz- und Seilsystemen bestehen und mit Nägeln und Kabeln an der Felswand befestigt werden. Die provisorischen Stützbauten für den Aushub des Grabens zur Realisierung des Tunnelabschnitts in offener Bauweise und zur Umgrenzung der Gleise im Bahnhof Franzensfeste bestehen aus Berliner Verbau mit Mikropfählen, denen Trägerbalken zur horizontalen Lastverteilung entgegengesetzt werden, die durch passive Zuganker aus Glasfaserkunststoff befestigt werden. Die Stützstruktur wird durch eine Schicht Spritzbeton abgedeckt, die mit elektrogewebter Matte armiert ist. Diese Schottwand entwickelt sich über eine Gesamtlänge von ca. 35 m. Hinter der Wand wird ein Schutzgraben angelegt, damit die Arbeiten im Trockenen erfolgen können.

Nach dem Graben ist zum Schutz der vorhandenen Gleise die Realisierung einer Stützmauer aus Stahlbeton mit Gründung auf Mikropfählen vorgesehen, die eine Länge von ca. 31 m aufweist.

Der in offener Bauweise angelegte Tunnel besteht aus einer zweirohrigen Kastenstruktur aus Stahlbeton und erstreckt sich von km 0+487 bis km 0+526 der Projekttrasse. Im ersten Abschnitt sind die beiden Röhren durch eine Schlitzwand aus Stahlbeton getrennt. Ca. 3,30 m vor dem Übergang in den bergmännisch vorgetriebenen Tunnel trennen sich die beiden Röhren voneinander (außer am Fundament). Das Portal weist eine schalenförmige Deckung aus Zink-Titanblech auf.

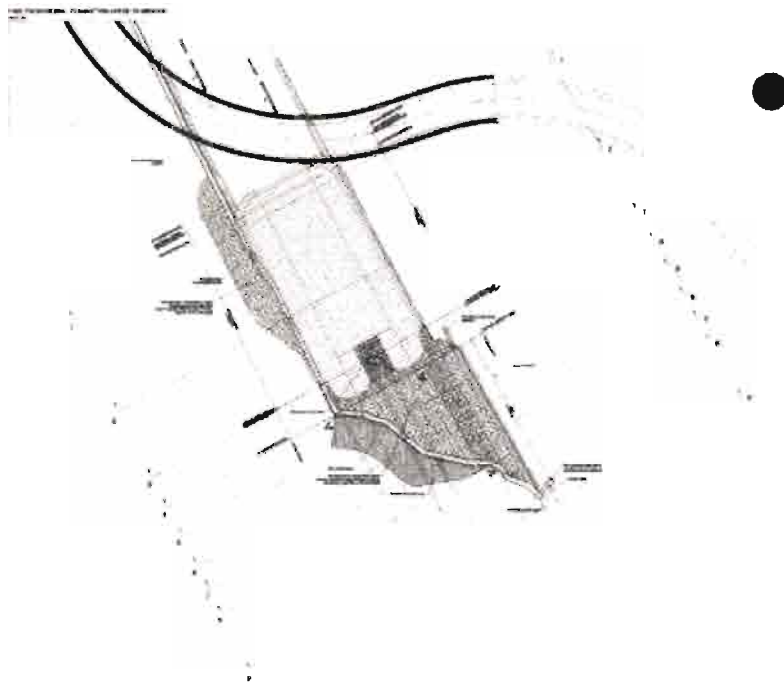


Abbildung 11.26– Auszug aus dem Lageplan Nordportal Schalderer Tunnel



## 11.6 IMBOCCHI DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

### 11.6.1 Imbocchi Galleria Scaleres

#### Imbocco Nord galleria Scaleres

L'imbocco nord è previsto in un tratto in trincea nella stazione di Fortezza

Sono previsti interventi di stabilizzazione sulla parte di versante soprastante l'imbocco, costituiti da rete e pannelli di funi fissati alle parete con chiodi e cavi. Le opere di sostegno provvisionali degli scavi della trincea per la realizzazione della galleria artificiale e di contenimento ai binari della stazione di Fortezza, sono costituite da una berlinese di micropali, contrastati da travi di ripartizione orizzontali e vincolati da tiranti passivi in vetroresina. La struttura di sostegno è ricoperta da uno strato spritz-beton armato con rete elettrosaldata. La paratia si sviluppa per una lunghezza complessiva di 35 m circa. E' prevista la realizzazione di un fosso di guardia a tergo della paratia per eseguire le lavorazioni all'asciutto.

A valle della trincea, a protezione della sede ferroviaria esistente, è prevista la realizzazione di un muro di sostegno in calcestruzzo armato fondato su micropali che si sviluppa per una lunghezza di 31 m circa.

La galleria artificiale è costituita da una struttura scatolare a cannocchiale in calcestruzzo armato e si estende dal km 0+487 al km 0+526 circa del tracciato di progetto. Nel primo tratto le due canne sono separate da un setto intermedio in calcestruzzo armato, mentre per 3,30 metri circa precedenti l'imbocco verso galleria naturale, le canne si distaccano tra loro (a meno della fondazione). Il portale presenta una copertura in lamiera zinco-titanio dalla forma a guscio.

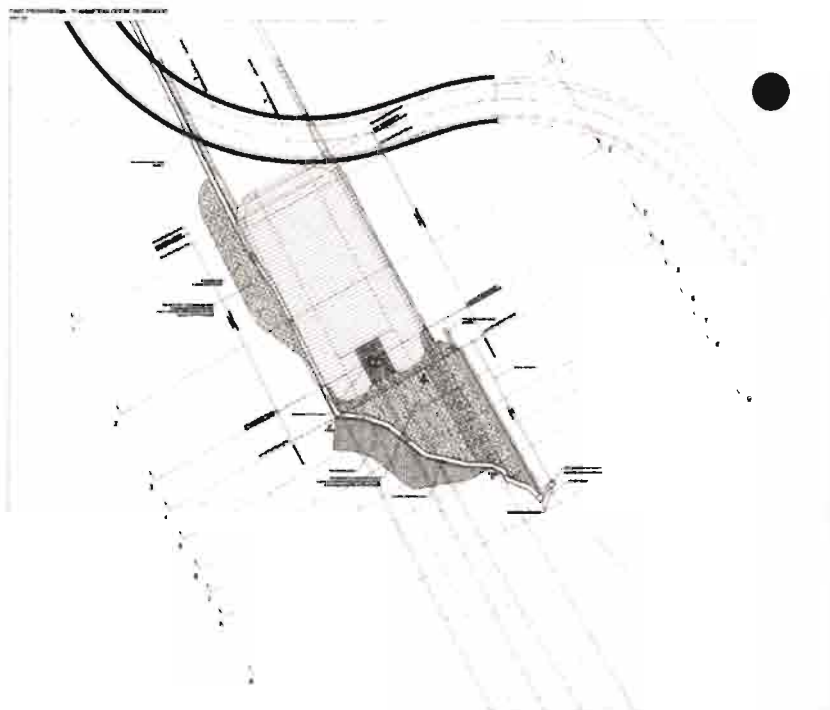


Figura 11.26 - Stralcio planimetrico imbocco Scaleres Nord

### Südportal Schalderer Tunnel

Am Südportal werden Maßnahmen getroffen (Netz- und Seilsystem, das mithilfe von Nägeln und Kabeln an der Felswand verankert wird), um die Stabilität von möglicherweise sturzgefährdeten Felsblöcken zu gewährleisten.

Um den erforderlichen Zugang für die Bewerkstelligung der Bauwerke am Tunnelportal Gleis 1 zu schaffen, muss eine provisorische Baurampe mit 6 m Breite aus Ausbruchmaterial angelegt werden, die von der SS12 Brennerstraße auf Höhe ca. 562,50 m bis zum Tunnelportal auf einer Höhe von ca. 568 m emporsteigt. Am Ende der Bauarbeiten wird diese Rampe abgebrochen und der ursprüngliche Zustand des Hangs wiederhergestellt. Der Hangteil unter dem Portal wird, entsprechend der Geometrie in Abb. 11.28, mit einer Mauer aus verdichtetem Erdreich abgedeckt, die auch die Widerlager des Viadukts überdeckt.



**Abbildung 11.27– Auszug aus dem Lageplan Südportal Schalderer Tunnel – provisorische Phase**

Zur Realisierung der Rampe wird die Hangwand zuvor durch Vernagelung mit Stahlstäben und elektrogeschweißten Matten befestigt und mit einer Beschichtung aus Spritzbeton abgedeckt. Der kurze Portalabschnitt aus vor Ort gegossenem Stahlbeton hat eine auf Gehrung abgeschrägte Form.

Der Portal von Röhre 2 wird angesichts der extremen Steilheit des Hangs direkt vom Innern des Tunnels aus angelegt, sodass auf bedeutende provisorische Stützbauten im Außenbereich verzichtet werden kann, welche sich störend auf die darunter verlaufenden Verkehrswege (Brennerstraße SS12) auswirken würden. Unter Betriebsbedingungen dienen die Portale auch als Schutz der Eisenbahnlinie vor abrutschendem Material von der Hangwand.

Imbocco Sud galleria Scaleres

Sul versante verranno predisposti interventi (rete e pannelli di funi fissati entrambi alle parete con chiodi e cavi) per garantire la stabilità di eventuali cunei e/o blocchi in condizioni di equilibrio precario.

Per accedere e predisporre le opere di imbocco della canna dispari si rende necessario realizzare una rampa di lavoro provvisoria, di 6 m di larghezza, realizzata con materiale proveniente dagli scavi, che dalla S.S.12 del Brennero, a quota 562,50 circa sale sino all'imbocco a quota 568 circa. Al termine dei lavori la rampa verrà demolita, ripristinando le condizioni ante-operam del versante. La parte di versante al di sotto dell'imbocco verrà ricoperto con un muro in terra rinforzata secondo la geometria riportata nella Figura 11.28, che copre anche la spalla del viadotto.



**Figura 11.27 - Stralcio planimetrico imbocco Scaleres Sud – Fase provvisoria**

Per realizzare la rampa, la parete del versante verrà preventivamente consolidato con chiodature in barre di acciaio, rete elettrosaldato e completato con un rivestimento in betoncino spruzzato. Il breve tratto di portale, realizzato in c.a. gettato in opera, è sagomato a becco di flauto rovesciato.

L'imbocco della canna pari verrà eseguito direttamente dall'interno della galleria, stante la particolare acclività del versante, per evitare importanti opere provvisionali di sostegno all'esterno che interferirebbero con la sottostante viabilità stradale (S.S.12 del Brennero). In condizioni di esercizio i portali assolveranno anche la funzione di protezione della linea ferroviaria da eventuali distacchi di materiale della parete del versante.

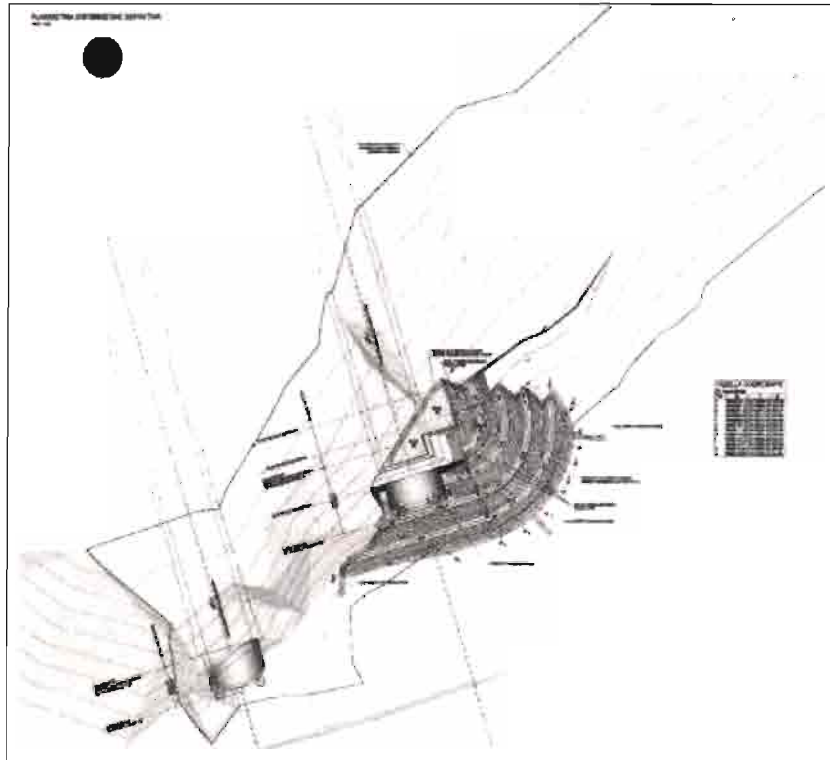


Abbildung 11.28 – Auszug aus dem Lageplan Südportal Schalderer Tunnel – definitive Phase

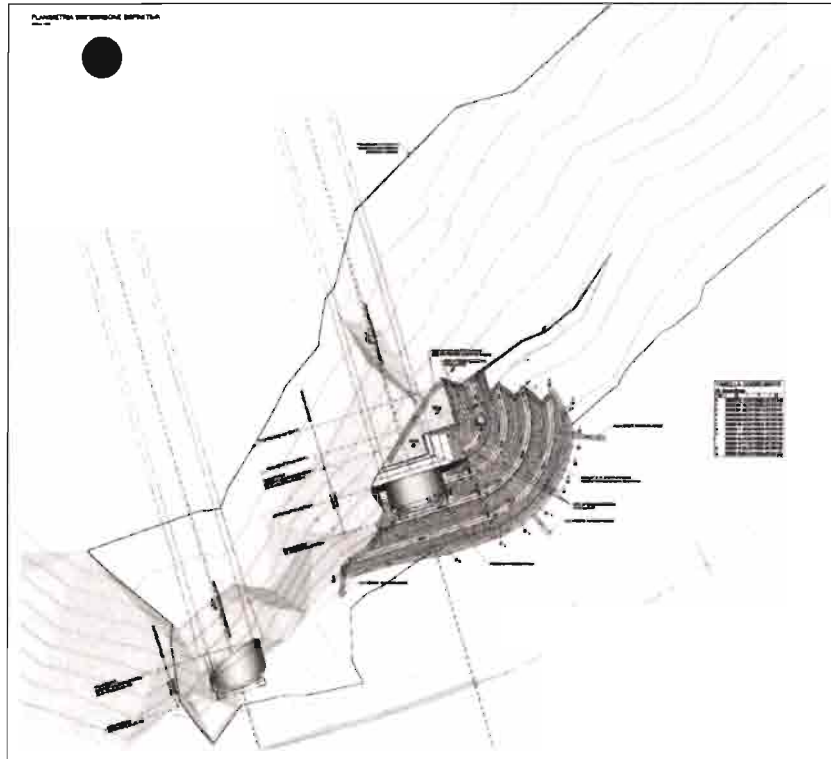


Figura 11.28 - Stralcio planimetrico imbocco Scaleres Sud – Fase definitiva

## 11.6.2 Portal Verknüpfungen Franzensfeste

### Tunnelportal Gleis 2

Dieses Bauwerk liegt beim Klaus Bach in der Gemeinde Franzensfeste auf einer Höhe von ca. 742,50 m ü.d.M. Der Portal liegt in einem tiefen Graben und ihm geht ein in offener Bauweise angelegter 70 m langer Tunnel voraus, der unter dem Klaus Bach durchläuft, dessen Lauf vorübergehend umgeleitet wird, um die Durchführung der Arbeiten zu gestatten. Für die Details wird auf die zeichnerischen Projektunterlagen verwiesen.

Die Struktur des Eingangs (Portal und künstlich angelegter Tunnelabschnitt) aus Stahlbeton erstreckt sich über ca. 70 m von km 0+250 bis 0+320 der Projekttrasse. Der Gewölbequerschnitt des in offener Bauweise angelegten Tunnels ist polyzentrisch, genauso wie derjenige des Streckentunnels.

In der endgültigen Ausgestaltung gestattet die Realisierung des Tunnelabschnitts in offener Bauweise die Wiederauffüllung und Begrünung der zuvor ausgehobenen Volumen. Seitendeckung und Wiederauffüllung des in offener Bauweise angelegten Tunnels erfolgt mit Aushubmaterial. Über dem First sind die Einbringung von 50 cm des oben genannten Verfüllungsmaterials und die Realisierung einer Stahlbetondecke sowie einer gemischt zementierten Schicht mit einer Gesamtdicke von 120 cm vorgesehen, welche die Unterlage für ein Sammelbecken für Schuttmaterial und Wasser vom Berg bilden. Es ist absehbar, dass sich dieses Material bis zu einer maximalen Höhe von 6m ansammeln kann.

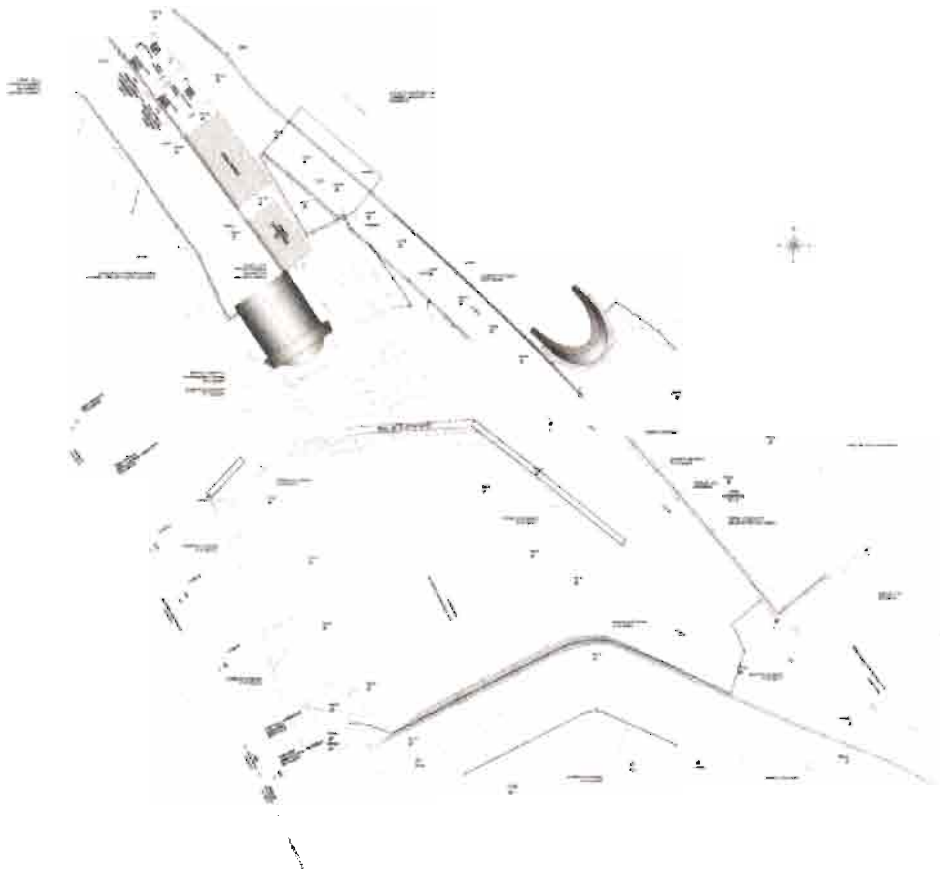


Abbildung 11.29 – Auszug Lageplan des Eingangs von Verknüpfung Gleis 2.

## 11.6.2 Imbocchi Interconnessioni di Fortezza

### *Imbocco della galleria binario pari*

L'opera è situata in località Rio della Chiusa, nel comune di Fortezza, ad una quota altimetrica di circa 742,50 m s.l.m.. L'imbocco ricade in una trincea profonda ed è preceduto da una galleria artificiale di 70 m circa che passa sotto il Rio della Chiusa, il cui corso viene provvisoriamente deviato per consentire l'esecuzione dei lavori. Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

La struttura dell'imbocco (portale e artificiale) in calcestruzzo armato si estende per 70 m circa, dal Km 0+250 al Km 0+320 del tracciato di progetto. La sezione di intradosso della galleria artificiale è policentrica, uguale a quella delle gallerie di linea.

Nella sistemazione definitiva, la realizzazione della galleria artificiale permette il ritombamento a verde dei volumi sbancati. Il rinfiacco e ritombamento della galleria artificiale verranno realizzati con materiali provenienti dallo scavo. Al di sopra della calotta si prevedono la messa in opera di 50 cm del suddetto materiale di ritombamento e la realizzazione di un solettone in c.a. e uno strato di misto cementato dello spessore complessivo di 120 cm che costituisce la base di un bacino di accumulo di materiale detritico e acqua proveniente da monte; si prevede che tale materiale possa accumularsi per un'altezza massima pari a 6 m.

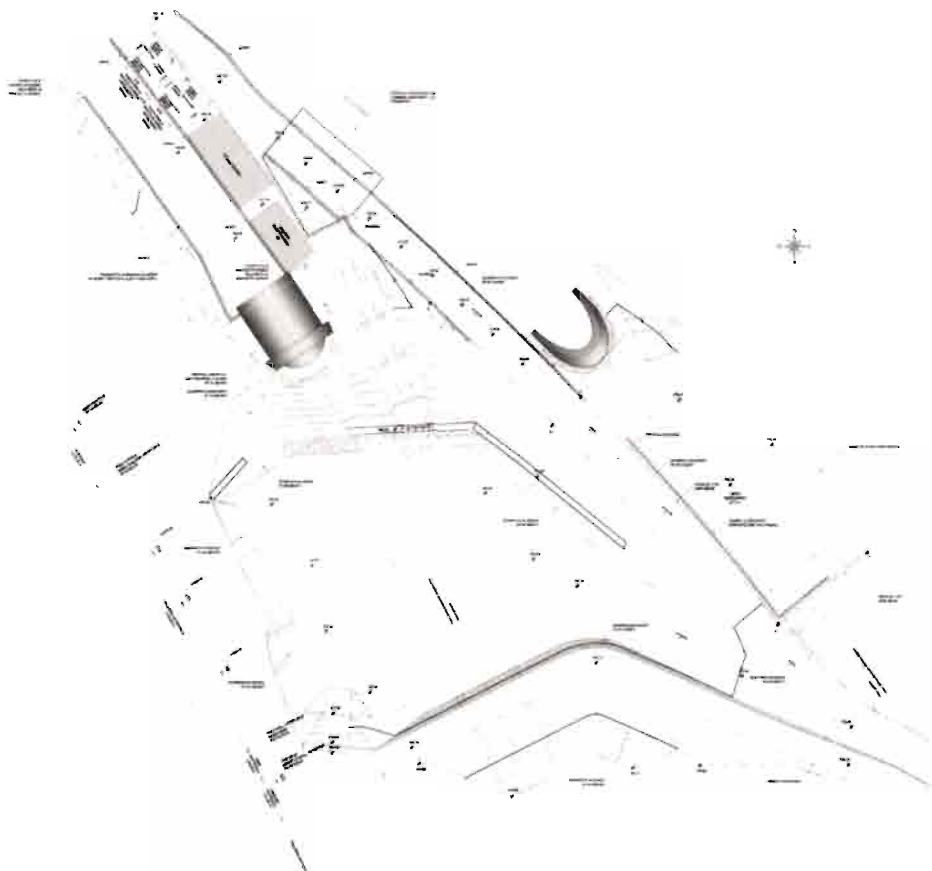
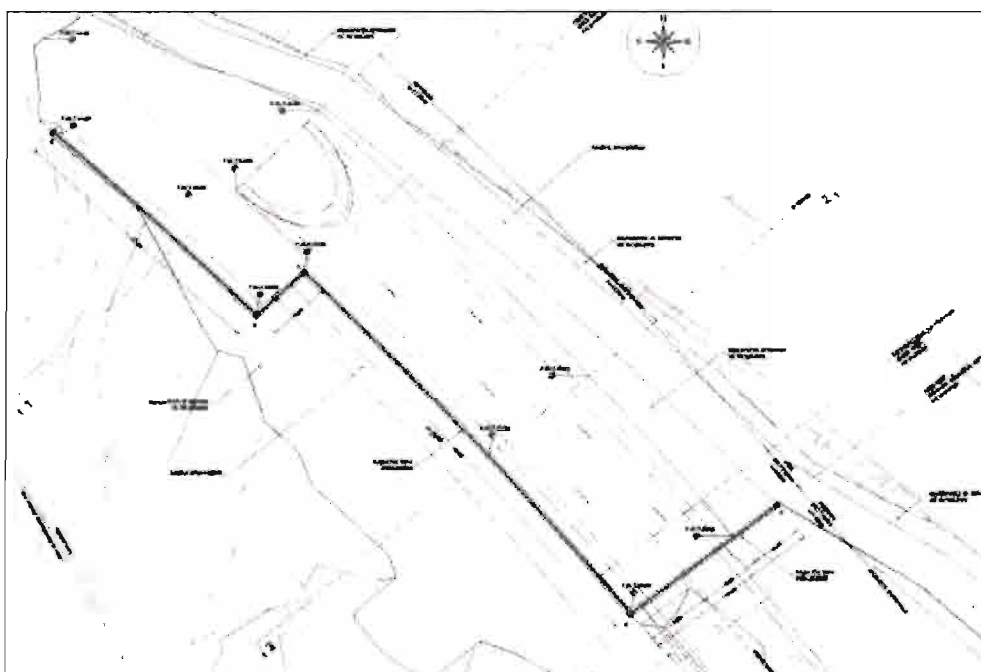


Figura 11.29 - Stralcio planimetrico dell'imbocco dell'interconnessione pari.



### Tunnelportal Gleis 1

Dieses Bauwerk liegt beim Klaus Bach in der Gemeinde Franzensfeste auf einer Höhe von ca. 742,50 m ü.d.M. Der Portal fällt in einen Bereich, der durch Sand- und Kiesablagerungen bis ca. 12 m Tiefe ab Geländeoberkante charakterisiert ist, wo dann auf felsigen Untergrund bestehend aus der Formation des Brixner Granit gestoßen wird.



**Abbildung 11.30 – Auszug Lageplan des Eingangs von Verknüpfung Gleis 1.**

Die Struktur des in offener Bauweise angelegten Tunneleinlaufabschnitts mit abgeschrägtem Portal erstreckt sich über ca. 62 m von km 0+153 bis km 0+215 der Projekttrasse.

Der Gewölbequerschnitt des künstlich angelegten Tunnels ist polyzentrisch, genauso wie derjenige der Streckentunnel.

Oberhalb des Firsts des in offener Bauweise angelegten Tunnels wird der Sicherheitsplatz mit einer Fläche von ca. 500 m<sup>2</sup> angelegt, der direkt von der Servicestraße aus erreicht wird.

### **11.6.3 Portalen Grödner Tunnel**

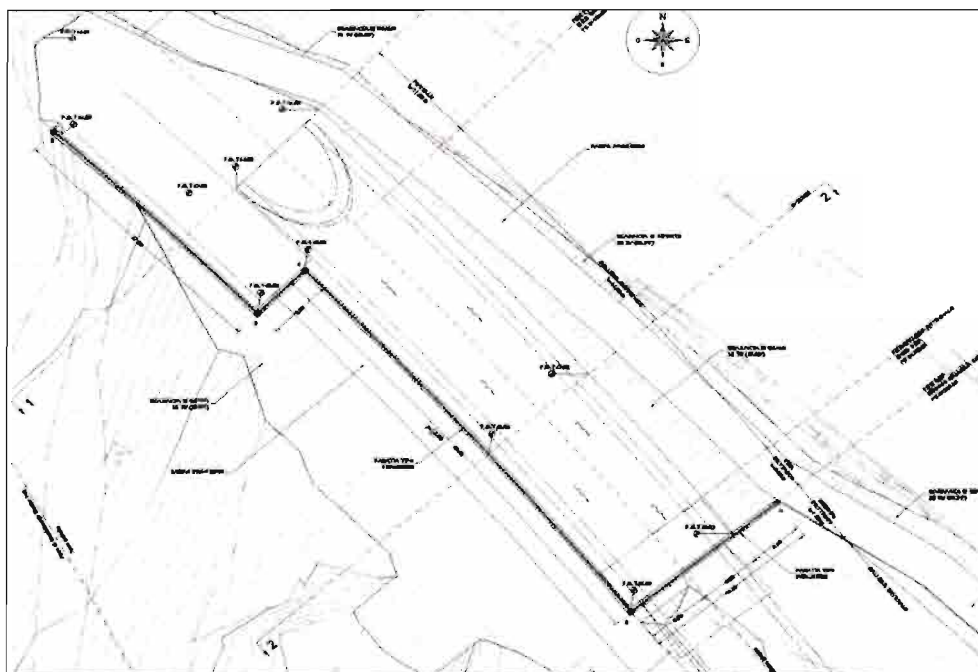
#### Nordportal Grödner Tunnel

Der Nordportal des Grödner Tunnels liegt am Südhang des linken Eisack-Ufers. Der Achsabstand der Gleise misst ca. 40 m, weshalb zwei separate Portale geplant sind. Die Endgestaltung des Eingangs sieht die Realisierung einer Stützmauer aus Stahlbeton, die mit lokalem Stein verkleidet wird, eines Gebäudes für den Technikraum neben dem Portal von Gleis 1 und eines Löschwasserbeckens zwischen den beiden Portalen vor. Jedes Tunnelportal hat eine auf Gehrung abgeschrägte Form aus Stahlbeton mit polyzentrischem Gewölbeprofil und Längsentwicklung über ca. 12,50 m.



Imbocco della galleria binario dispari

L'opera è situata in località Rio della Chiusa, nel comune di Fortezza, ad una quota altimetrica di circa 742,50 m s.l.m.. L'imbocco ricade in una zona caratterizzata da depositi sabbiosi e ghiaiosi sino a 12m circa di profondità dal piano campagna, dove si incontra il substrato roccioso costituito dalla formazione del Granito di Bressanone.



**Figura 11.30 - Stralcio planimetrico dell'imbocco dell'interconnessione dispari.**

La struttura della galleria artificiale di imbocco, con portale a "becco di flauto", si estende per 62 m circa, dal km 0+153 al km 0+215 del tracciato di progetto.

La sezione di intradosso della galleria artificiale è policentrica, uguale a quella delle gallerie di linea.

Al di sopra della calotta della galleria artificiale verrà realizzato il piazzale di sicurezza, della superficie di 500m<sup>2</sup> circa accessibile direttamente dalla strada di servizio.

### **11.6.3 Imbocchi Galleria Gardena**

Imbocco Nord galleria Gardena

L'imbocco Nord della galleria Gardena si colloca sul versante sud in sponda sinistra del Fiume Isarco. L'interasse tra i binari misura 40 m circa sono previsti quindi due portali separati. La configurazione finale dell'imbocco prevede la realizzazione di un muro di sostegno in calcestruzzo armato, rivestito con pietra locale, di un manufatto adibito a locale tecnico, posto a fianco dell'imbocco dispari e della vasca antincendio, collocata tra i due imbocchi. Ciascun portale di imbocco è sagomato a becco di flauto rovesciato in calcestruzzo armato, con profilo di intradosso policentrico e sviluppo longitudinale di 12,50 m circa.

Aus Sicherheitsgründen ist für beide Portalen ein ebenerdiger Zugang vorgesehen. Die Verbindung mit dem weiter nördlich gelegenen Notfallplatz wird über die Zufahrtsstraße zum Eingangsbereich gewährleistet, die in der Baustellenphase zur Realisierung der Bauten angelegt wurde und in der Betriebsphase zu Wartungs- und Rettungszwecken am Bauwerk dient. Für die ordentliche Wartung der Anlagen am Löschwasserbecken wird zur Vermeidung der Gleisüberquerung ein Fußweg geplant, der unterhalb des Widerlagers von Viadukt 1 verläuft und den Eingangsbereich mit dem Löschwasserbecken verbindet. Der gesamte Eingangsbereich wird durch eine Metallumzäunung gesichert.

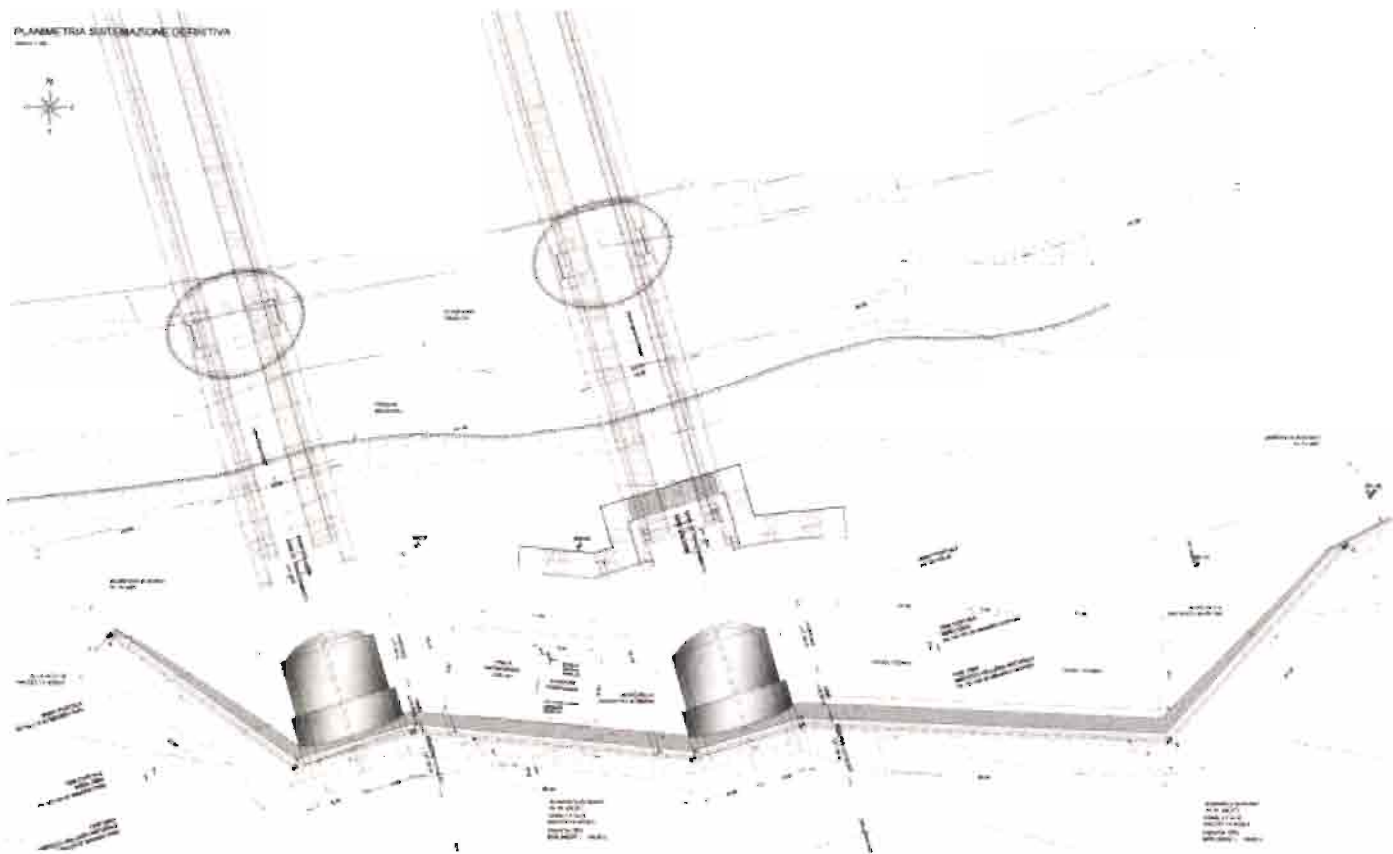


Abbildung 11.31 – Grödner Tunnel Nord – Auszug Lageplan der Eingangsbauwerke.

#### 11.6.4 Portalen der Verknüpfungen Waidbruck

##### Tunnelportal der Verknüpfung Gleis 1

Der Portal liegt südlich des Bahnhofs Waidbruck auf einer Höhe von ca. 470 m ü.d.M.

Die teils provisorischen teils definitiven Stützbauten des Aushubs für den Annäherungsgraben zur Hangwand, an der der Tunnelausbruch ansetzt, bestehen aus einer Schottwand aus armierten Pfählen mit großem Durchmesser ( $\varnothing$  800 mm) und Länge von 13 bis 20 m. Die Schottwand ist ca. 90 m lang.

Per esigenze legate alla sicurezza è previsto l'accesso a raso su entrambi gli imbocchi. Il collegamento con il piazzale di emergenza, situato più a nord, è garantito dalla strada di accesso all'area degli imbocchi, realizzata in fase di cantiere per la realizzazione delle opere e in fase definitiva destinata al servizio dell'opera per interventi di manutenzione e/o soccorso. Per consentire l'ordinaria manutenzione degli impianti della vasca antincendio evitando l'attraversamento dei binari, è previsto un passaggio pedonale sotto la spalla del viadotto dispari che collega la zona di ingresso con il locale della vasca antincendio. Tutta l'area degli imbocchi sarà delimitata da un'apposita recinzione metallica

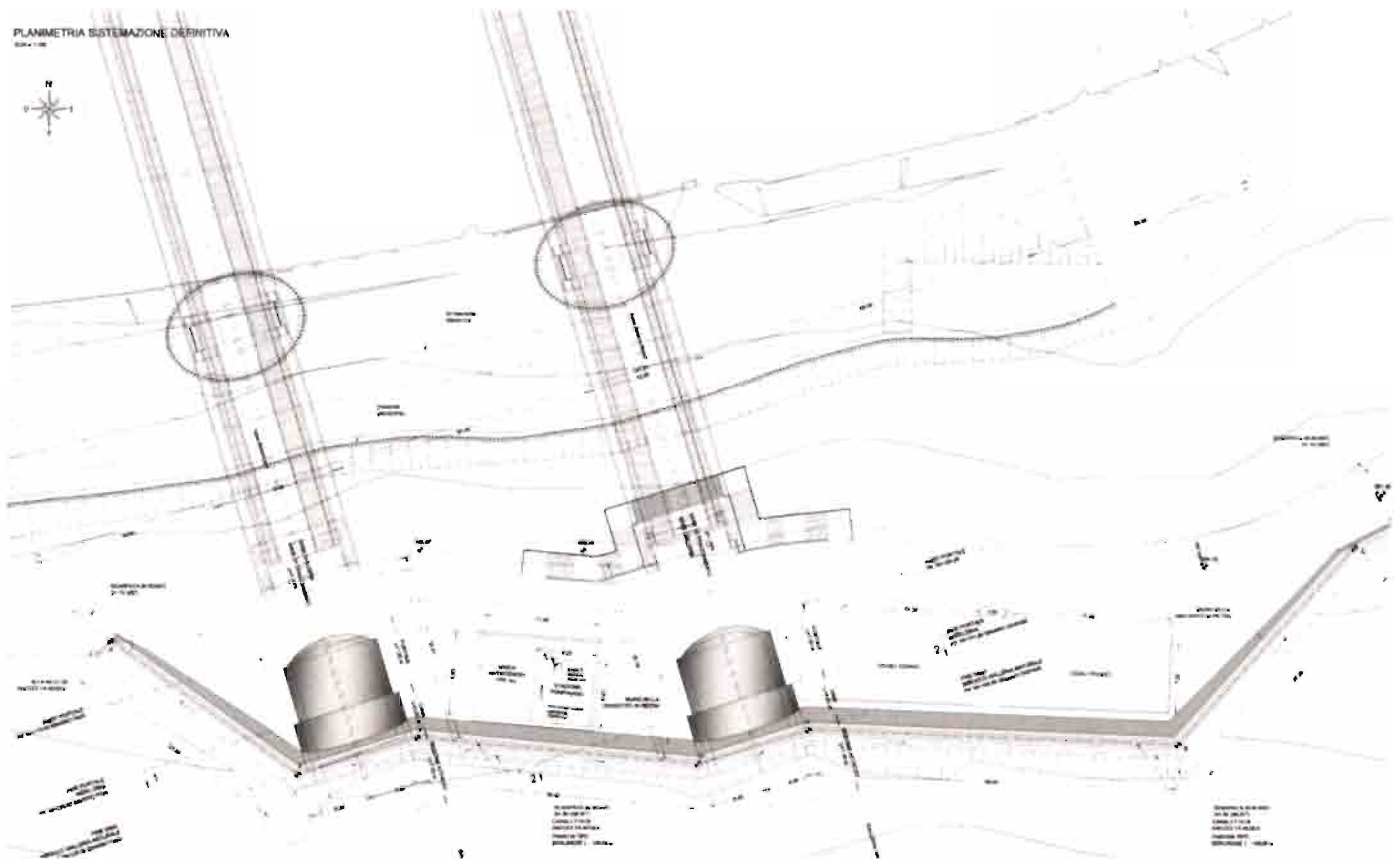


Figura 11.31 - Gardena Nord - Stralcio planimetrico delle opere di imbocco.

#### 11.6.4 Imbocchi Interconnessioni di Ponte Gardena

##### Imbocco della galleria di interconnessione binario dispari

L'imbocco è situato a sud della stazione di Ponte Gardena, a quota di 470 m circa s.l.m.

Le opere di sostegno, in parte provvisorie ed in parte definitive, degli scavi della trincea di approccio alla parete di attacco dello scavo della galleria sono costituite da una paratia di pali di grande diametro ( $\varnothing$  800 mm), armati, di lunghezza variabile da 13 a 20 m. La paratia misura uno sviluppo di 90 m circa.



**Abbildung 11.32 – Auszug Lageplan des Eingangs von Verknüpfung Gleis 1  
(links Bauphase, rechts definitiv)**

Während der Bauarbeiten muss die Dienststraße, die am Fuß des Autobahndamms verläuft, vorübergehend unterbrochen und weiter talwärts verlegt werden, indem sie an die Straße angeschlossen wird, die hinter dem Bahnhof verläuft, und weiter im Norden wieder auf ihre alte Strecke zurückgeführt wird.

Seitliche Deckung und Verfüllung oberhalb der Deckschicht des in offener Bauweise angelegten Tunnels erfolgen mit Ausbruchmaterial und geeigneten Materialien für die Bildung eines Straßendamms zur Wiederherstellung des bestehenden Servicestraße. Die Stärke der Deckschicht über dem First beträgt ca. 0,6 m.

### **11.6.5 Portalen der Fensterstollen**

#### Portalen der Fensterstollen Aicha-Vahrn und der Schutterstollen Forch im Gebiet Unterseeber

Wie bereits erwähnt, wird ein Großteil des Schalderer Tunnels durch die bergmännisch vorgetriebenen Fensterstollen Aicha-Vahrn realisiert werden. Die gewählte Projektlösung sieht die Realisierung der Aicha-Vahrn-Tunnel und der Schutterstollen Forch vor, die es ausgehend vom Gebiet Unterseeber seitlich der Autobahn A22 gestatten, von dort den Schalderer Tunnel in Westrichtung vorzutreiben und in Ostrichtung am Forch-Platz auszutreten.

Das Ansatzgebiet Unterseeber der Stollen Aicha-Vahrn und Forch sieht die Realisierung eines tiefen Ausbruchs vor, dessen Stabilität durch eine aus Schlitzwänden mit Zugankerbefestigung bestehende Schottwand gewährleistet wird. Der Zugang erfolgt über eine eigens angelegte Straße, die von den normalen Verkehrswegen hinunter in den Bereich des Aushubs für die Realisierung der Schlitzwände führt und anschließend Zugang zum ausgehobenen Bereich auf der Projekthöhe der SOK in den Tunneln gewährt.

Im Innern dieses Bereichs werden geeignete weitere Abtragungen vorgenommen, um die Realisierung der Lichtraumprofile und offen angelegten Tunnel zu gestatten.

Im Gebiet Unterseeber sind die Portalen der folgenden 4 unterirdischen Bauwerke entsprechend nachstehender Abbildung geplant:

- Portal Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd
- Portal Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord
- Westportal Schutterstollen Forch Süd
- Westportal Schutterstollen Forch Nord



**Figura 11.32 - Stralcio planimetrico dell'imbocco dell'interconnessione dispari  
(a sx fase costruttiva, a dx fase definitiva)**

Durante le lavorazioni sarà necessario interrompere temporaneamente la strada di servizio che corre al piede del rilevato autostradale e deviare il percorso più a valle, raccordandola con la strada che passa dietro la stazione e ricollegandola più a nord al vecchio tracciato.

Il rinfiacco e ritombamento al di sopra della copertura della galleria artificiale verranno realizzati con materiali provenienti dallo scavo e con materiali idonei alla formazione di una massciata stradale per il ripristino della viabilità esistente. Lo spessore del ricoprimento al di sopra della calotta è pari a 0,6 m circa.

### **11.6.5 Imbocchi delle finestre**

#### Imbocchi finestre Aica-Varna e gallerie di smarino Forch nell'area Unterseeber

Come anticipato gran parte della galleria Scaleres verrà realizzata attraverso le finestre costruttive di Aica-Varna realizzate in naturale. La soluzione progettuale individuata prevede la realizzazione delle gallerie di Aica-Varna e delle gallerie di smarino Forch che, partendo dall'area Unterseeber, situata lateralmente all'autostrada A22, permettono in direzione ovest l'attacco della galleria Scaleres ed in direzione est l'uscita sul piazzale Forch.

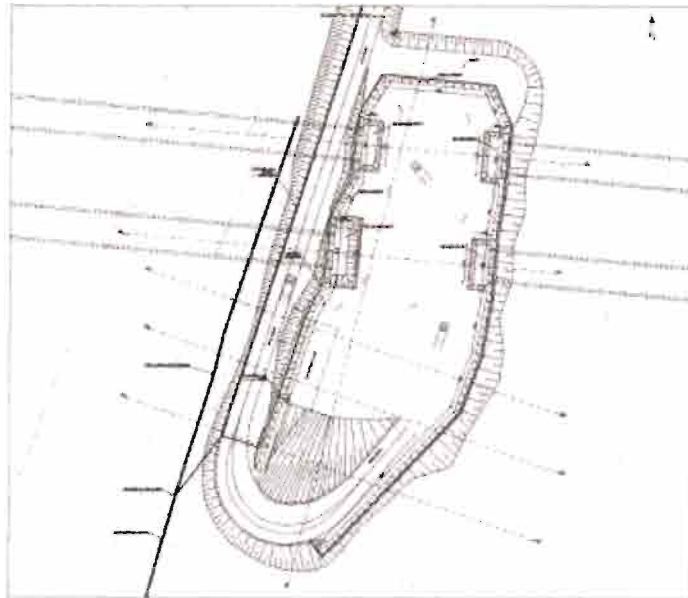
La zona d'attacco Unterseeber delle gallerie Aica-Varna e Forch prevede la realizzazione di uno scavo profondo, la cui stabilità è garantita da una paratia in diaframmi multitirantati. L'accesso è previsto attraverso una strada appositamente realizzata che dalla viabilità ordinaria permette la discesa verso la zona degli scavi per la realizzazione dei diaframmi e poi l'accesso alla zona scavata alla quota di progetto del piano di rotolamento delle gallerie.

All'interno di tale area saranno realizzati opportuni ulteriori locali sbancamenti per consentire la realizzazione delle dime e delle gallerie artificiali.

Nella zona di Unterseeber sono previsti gli imbocchi delle seguenti quattro opere in sotterraneo come rappresentato nella seguente figura:

- Imbocco finestra Aica-Varna Sud
- Imbocco finestra Aica-Varna Nord
- Imbocco ovest galleria di smarino Forch Sud
- Imbocco ovest galleria di smarino Forch Nord





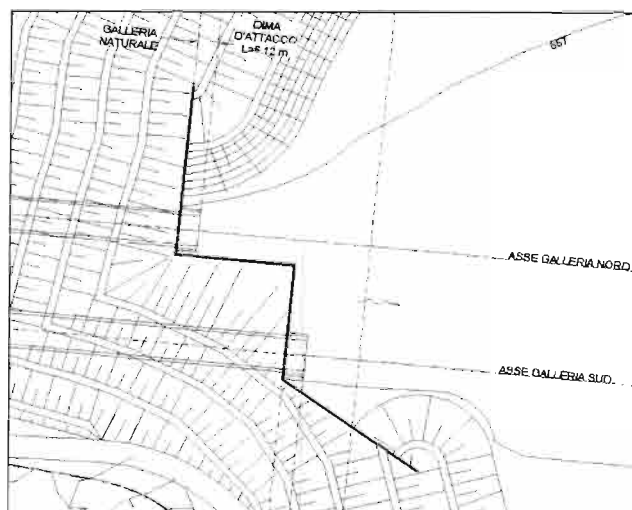
**Abbildung 11.33 – Gebiet Unterseeber – Bereich der vier Portalen**

Bei der endgültigen Gestaltung ist die Verbindung der Portalen Aicha-Vahrn Nord und Forch Nord über einen in offener Bauweise angelegten Tunnel vorgesehen, sodass eine komplette Wiederauffüllung ermöglicht wird, die sich auch auf den Bereich des Platzes oberhalb der Schottwände im Nordabschnitt des Aushubgeländes erstreckt. Obwohl diese beiden Stollen in der Betriebsphase verschlossen werden, ist dennoch eine Öffnung im offen angelegten Verbindungstunnel vorgesehen, um möglicherweise den Zugang von Fahrzeugen und Personal für Wartungszwecke zuzulassen.

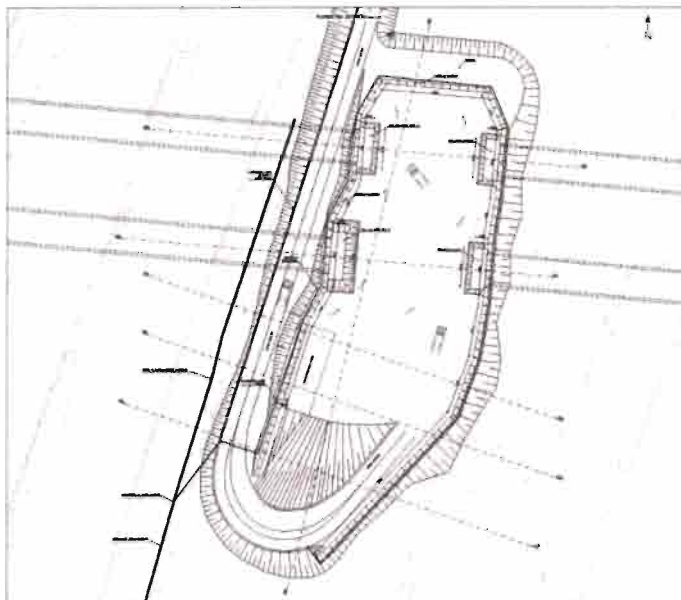
An den Portalen Aicha-Vahrn Süd und Forch Süd erfolgt die Wiederverfüllung des Bereichs partiell. Am Portal des Fensterstollens Aicha-Vahrn Süd ist das unterirdische Auffangbecken für die Entsorgung gefährlicher Flüssigkeiten vorgesehen.

Portalen Schutterstollen Forch im Bereich der Deponie Forch

Der Portal wird im Innern des Deponiegeländes Forch angelegt.



**Abbildung 11.34 – Auszug Lageplan der Stützbauten**



**Figura 11.33 - Area Unterseeber - Zona dei quattro imbocchi**

Nella sistemazione definitiva è prevista la connessione in galleria artificiale tra gli imbocchi Aica-Varna Nord e Forch Nord che permette di effettuare un completo ritombamento esteso anche alla zona del piazzale a monte delle paratie nella porzione nord dell'area di scavo. Anche se queste due gallerie in fase di esercizio saranno chiuse, è comunque prevista un'apertura nella galleria artificiale di connessione per consentire eventualmente il passaggio di mezzi e personale per esigenze di manutenzione.

In corrispondenza degli imbocchi di Aica-Varna Sud e Forch sud il ritombamento dell'area è parziale. All'imbocco della finestra di Aica-Varna sud è previsto il locale interrato per la raccolta e smaltimento di liquidi pericolosi.

*Imbocchi Gallerie di smarino Forch nell'area di deposito Forch*

L'imbocco verrà realizzato all'interno dell'area del deposito Forch.



**Figura 11.34 - Stralcio Planimetrico delle opere di sostegno**

Die seitliche Deckung und Wiederauffüllung oberhalb des künstlich angelegten Tunnels werden mit Aushubmaterial des Schalderer Tunnels angelegt, die schichtweise aufgebracht und entsprechend der geplanten Hanggestaltung modelliert werden. Die maximale Deckungsstärke über dem First beträgt ca. 32 m und entspricht einer Gestaltung des Gebiets, mit welcher der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird.

Portal Fensterstollen Albeins

Der Portal des Fensterstollens Albeins liegt am orographisch rechten Eisackufer auf einer Höhe von ca. 547 m ü.d.M. in der Nähe der Autobahnmautstelle Brixen Süd.

Der in offener Bauweise angelegte Tunnel hat eine Längenentwicklung von ca. 20 m (einschließlich Portal mit abgeschrägter Form). Die Seitendeckung und Wiederauffüllung oberhalb des Tunnelfirsts erfolgt mit Aushubmaterial. Die maximale Deckungsstärke über der Kalotte beträgt ca. 5 m und entspricht einer Gestaltung des Gebiets, mit welcher der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird.

Der Platz vor dem Tunnelportal umfasst im Norden einen 500 m<sup>2</sup> großen Notfallbereich und im Süden einen großzügigen Bereich für den doppelte Schaltposten. Die beiden Bereiche werden durch eine Straße getrennt, die den Portal mit der Brennstraße SS12 verbindet. Am Portal des Fensterstollens ist ein unterirdischer Stauraum zur Sammlung und Entsorgung gefährlicher Flüssigkeiten mit einem Fassungsvermögen von 300 m<sup>3</sup> vorgesehen. Der gesamte Platz ist von einer Metallumzäunung umgeben.



Abbildung 11.35 – Auszug Lageplan Portal Albeins



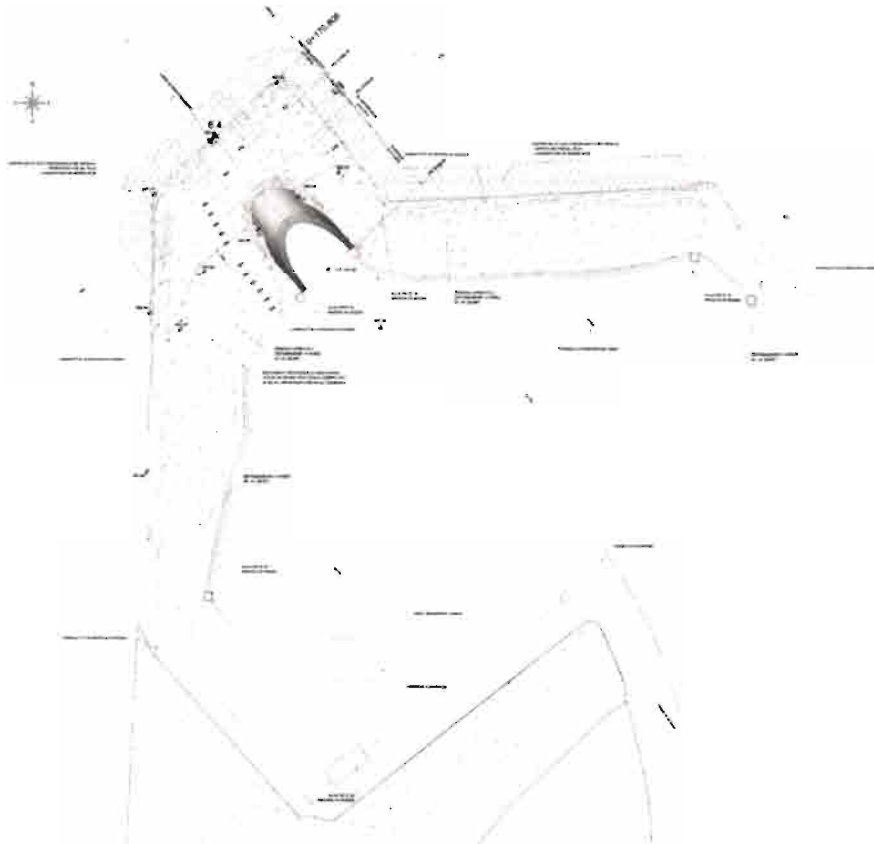
Il rinfianco e ritombamento al di sopra della galleria artificiale verranno realizzati con materiali provenienti dallo scavo della galleria Scaleres, stesi per strati e rimodellati lungo le scarpate di progetto. Lo spessore massimo di ricoprimento al di sopra della calotta è pari a 32 metri circa, e corrisponderà ad una riprofilatura dell'area equivalente alla situazione "ante operam".

### Imbocco finestra di Albes

L'imbocco della galleria di finestra Albes è ubicato sul versante in destra idraulica del Fiume Isarco ad una quota di circa 547 m s.l.m., nei pressi del casello autostradale di Bressanone Sud..

La galleria artificiale, ha uno sviluppo longitudinale pari a 20 metri circa (compreso il portale con taglio a "becco di flauto"). Il rinfianco e ritombamento al di sopra della calotta della galleria artificiale verranno realizzati con materiali provenienti dallo scavo. Lo spessore massimo di ricoprimento al di sopra della calotta è pari a 5 metri, e corrisponderà ad una riprofilatura dell'area equivalente alla situazione "ante operam".

Il piazzale antistante l'imbocco prevede a nord un'area di emergenza di 500 m<sup>2</sup> e a sud un'ampia area per il locale del "Posto Parallelo doppio". Le due aree sono separate dalla strada che collega l'imbocco con la S.S.12 del Brennero. All'imbocco della finestra è previsto un locale interrato per la raccolta e smaltimento di liquidi pericolosi della capacità di 300 m<sup>3</sup>. Tutto il piazzale sarà delimitato da una recinzione metallica.



**Figura 11.35 - Stralcio planimetrico imbocco Albes**

Portal Abfahrt Klausen

Der Portal des Fensterstollens Klausen liegt am orographisch linken Flussufer des Eisack auf einer Höhe von ca. 610 m ü.d.M. bei der Ortschaft Lageder. Die provisorischen Stützvorrichtungen des Grabenaushubs für die Annäherung an die Ansatzwand des Tunnels bestehen aus einem Berliner Verbau, der in U-Form über eine Gesamtlänge von ca. 90 m verläuft.

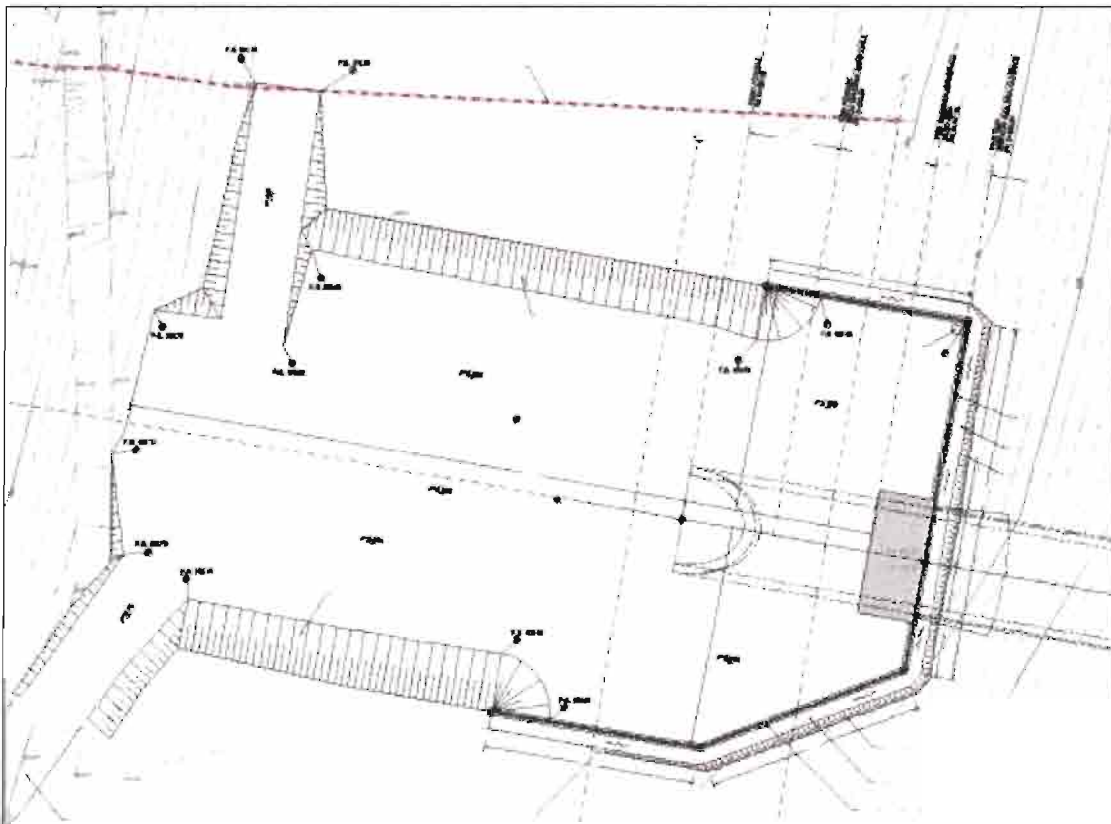


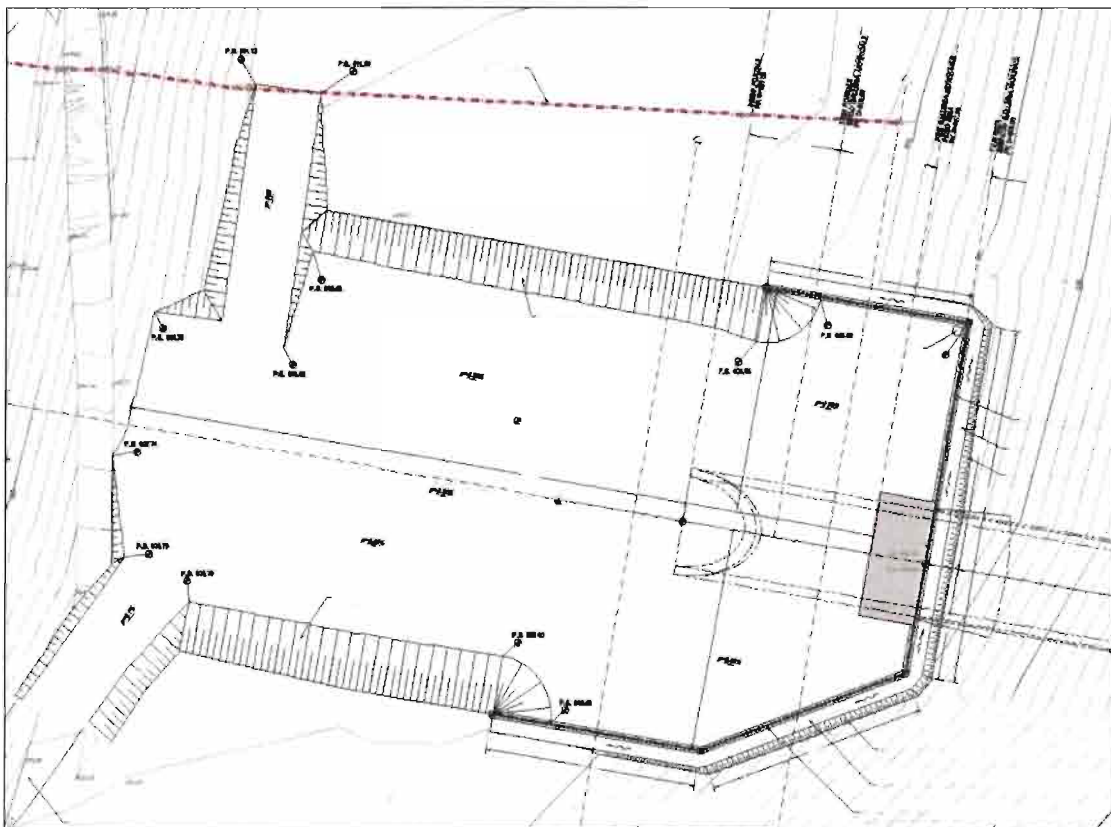
Abbildung 11.36– Auszug Lageplan Portal Abfahrt Klausen.

Im Eingangsbereich verläuft eine Erdgasleitung. Es kommt jedoch zu keinen störenden Überschneidungen weder mit den Eingangsbauten noch mit den Zugankern der Mikropfähle.

Der in offener Bauweise angelegte Tunnel hat eine Längenentwicklung von ca. 22 m (einschließlich Portal mit abgeschrägter Form). Die Seitendeckung und Wiederauffüllung oberhalb des Tunnelfirsts erfolgt mit Aushubmaterial. Die maximale Deckungsstärke über der Kalotte beträgt ca. 5 m und entspricht einer Gestaltung des Gebiets, mit welcher der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird.

Imbocco Discenderia di Chiusa


L'imbocco della galleria di finestra Chiusa è ubicato sul versante in sinistra idraulica del Fiume Isarco ad una quota di circa 610 m s.l.m. in località Lageder. Le opere di sostegno provvisionali degli scavi della trincea di approccio alla parete di attacco della galleria sono costituite da una berlinese di che si sviluppa secondo una configurazione ad "U" per una lunghezza complessiva di 90 m circa.



**Figura 11.36 - Stralcio planimetrico imbocco discenderia di Chiusa.**

Nella zona dell'imbocco è stata rilevata una tubazione di gas che comunque non interferisce con le opere di imbocco nè con i tiranti dei micropali.

La galleria artificiale presenta uno sviluppo longitudinale di 22 metri circa (compreso il portale con taglio a "becco di flauto"). Il rinfilo e ritombamento al di sopra della calotta della galleria artificiale verranno realizzati con materiali provenienti dallo scavo. Lo spessore massimo di ricoprimento al di sopra della calotta è pari a 5 metri, e corrisponderà ad una riprofilatura dell'area equivalente alla situazione "ante operam".

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11.7 ERKUNDUNGSPHASE

Die Erkundungsphase stützte sich auf die Resultate der zuvor im Kapitel 5 beschriebenen geologischen Messreihen, auf deren Grundlage die geotechnische Studie durchgeführt worden ist, dank der die Definition des geotechnischen Bezugmodells möglich war.

### 11.7.1 Aus der geologischen Studie abgeleitete Merkmale der Gesteinschichten und Strukturen

Nachstehend folgt eine kurze Beschreibung der wichtigsten lithologischen, stratigraphischen und strukturellen Merkmale der Formationen, die von den Tunneln des Bauloses 1 durchquert werden.

Von Nord nach Süd durchqueren die Streckentunnel zwischen Franzensfeste und Waidbruck (Baulos 1) die Formation des **Brixner Granits** - ( $\gamma$ bi). Diese Formation besteht aus granitartigem Gestein mit normalerweise granitischer und seltener granodioritischer Zusammensetzung. Sie wird durch das Zutagestreichen verschiedener Bruchsysteme charakterisiert, deren wichtigste im Mittel NO-SW-Richtung haben und subvertikal angelegt sind.

Die Tunnel treten aus der Granitformation aus und durchqueren einen Materialstreifen, der thermischen Metamorphismus (**metamorphe Kontaktaureole**) erfahren hat und aus Hornfels besteht. Die Gesteinsmasse ist durch zahlreiche Fugen und Brücken gekennzeichnet. Die Stärke dieses Streifens kann extrem variieren und die Bestimmung seiner Ausdehnung auf Tunnelhöhe ist mit Unsicherheit behaftet.

Weiter nach Süden durchquert die Trasse eine Formation der **Brixner Quarzphyllit-Einheiten (BSS)**, die den kristallinen Kern der südlichen Alpen bildet. Es handelt sich dabei um mehr oder weniger stark quarzhaltige, teils auch granithaltige Phyllite mit silberner bis bleierner Farbe. Häufig treten Knötchen und Lagen von weißem Quarz auf. Es werden auch graphitreiche Schichten angetroffen. An der Oberfläche weisen die Phyllite eine von N150 bis N210 variierende Eintauchrichtung auf, deren Neigungen zu den südlichen Sektoren hin abnehmen.

Die Kluftsysteme, welche die Phyllite im Bereich von Franzensfeste betreffen, verlaufen in NO-SW-Richtung. Zwischen Brixen und Feldthurns ist die Richtung um einige Grade nach Westen gedreht. Im Schalderer Tal sind zwei Kluftsysteme offensichtlich, eines mit Richtung NO-SW (N50) und das andere mit Richtung NW-SO (N140): Dabei handelt es sich um subvertikale Brüche, die sich sowohl bei der fotogrammetrischen Analyse als auch bei den Feldmessungen gut erkennen ließen. Im Süden des Schalderer Tals bei Tils (km 7+800÷9+400 der Strecke) sind Brüche mit Richtung N120 (NW-SO) und Eintauchrichtung NO mit einer Neigung von 50-60° zu sehen.

Weiter nach Süden rechts des Eisack, in der Nähe der Flussüberquerung bei km 15+700 durchquert die Trasse den Brixner Quarzdiorit ( $\delta$ ) der Intrusivmasse von Klausen.

Der Kontakt wird durch direkte subvertikale Brüche mit NNO-SSW-Richtung verlegt. Nach dem Eisack-Viadukt verläuft die Trasse weiter im Untergrund auf der linken Flussseite und durchquert erneut den **Brixner Quarzphyllit**. Insbesondere bis zum km 17+000 stößt sie dabei auf besonders quarzreiche Lithofazies (**BSSa**).

Beim km 16+850 wird eine bedeutende tektonische Struktur (die Villnösser Linie) durchquert, welche aus einem dem Villnösser Bach folgenden Lineament mit NW-SO-Richtung und einem Lineament mit O-W-Richtung besteht, das in Südrichtung mit einer Neigung von ca. 60° abtaucht. Im unteren Villnösser Tal ist der Störungsgrad der Phyllite intensiv. In dem am nächsten an der Trasse liegenden Sektor wird die Villnösser Linie von einem Trennstreifen dargestellt, der aus einer Reihe von umgekehrten Brüchen besteht, die in der Umgebung von Gufidaun bis hin zu einigen Sektoren auf der rechten Uferseite des Eisack erfasst worden sind.

## 11.7 FASE CONOSCITIVA

La fase conoscitiva si è avvalsa dei risultati della campagna geologica precedentemente descritta al capitolo 5 sulla base dei quali è stato condotto lo studio geotecnico che ha permesso di definire il modello geotecnico di riferimento.

### 11.7.1 Caratteri litostratigrafici e strutturali derivanti dallo studio geologico

Di seguito è riportata una breve descrizione delle principali caratteristiche litologiche, stratigrafiche e strutturali delle formazioni attraversate dalle gallerie del Lotto 1.

Procedendo da Nord verso Sud, le gallerie di linea tra Fortezza e Ponte Gardena (Lotto1) attraversano la formazione del **Granito di Bressanone – (γbi)**. La formazione è costituita da rocce granitoidi con composizione generalmente granitica e, più di rado, granodioritica. È caratterizzata in affioramento da diversi sistemi di fratture, dei quali i principali hanno direzione media NE-SW e sono sub-verticali.

Le gallerie escono dalla formazione del Granito attraversando una fascia di materiale che ha subito metamorfismo termico (**Aureola metamorfica di contatto**), costituita da cornubianiti. L'ammasso è caratterizzato da numerosi sistemi di giunti e faglie. Lo spessore di tale fascia può essere estremamente variabile e la definizione della sua estensione a quota galleria è affetta da incertezza.

Procedendo verso sud il tracciato attraversa la formazione delle **Filladi quarzifere dell'Unità di Bressanone, (BSS)** costituente il basamento cristallino delle Alpi meridionali. Si tratta di filladi più o meno quarzose a luoghi granatiferi, di colore da argenteo a plumbeo. Frequenti sono i noduli e i letti di quarzo bianco. Si rinvencono anche livelli ricchi di grafite. In superficie le filladi presentano immersione variabile da N150 a N210 con inclinazioni che diminuiscono gradualmente verso i settori meridionali.

I sistemi di discontinuità che interessano le filladi nella zona di Fortezza hanno direzione NE-SW; tra Bressanone e Veltuno la direzione è ruotata di qualche grado verso Ovest. Nella Val Scaleres sono evidenti due sistemi di discontinuità, una con direzione NE-SW (N50) e l'altra con direzione NW-SE (N140): si tratta di fratture sub-verticali ben visibili sia dall'analisi fotogrammetrica, sia dai rilevamenti di campagna. A sud della Val Scaleres, presso Tiles (progressive km 7+800÷9+400), sono evidenti fratture con direzione N120 (NW-SE) ed immersione verso NE, con inclinazione di circa 50-60°.

Procedendo verso Sud, in destra idrografica, in prossimità dell'attraversamento del fiume Isarco alla progressiva km 15+700 il tracciato attraversa le Dioriti quarzifere di Bressanone (δ) del sistema intrusivo di Chiusa. Il contatto è dislocato da faglie dirette sub-verticali a direzione NNE-SSW.

Superato in viadotto il fiume Isarco, il tracciato prosegue in sotterraneo in sinistra idrografica, attraversando nuovamente le **Filladi quarzifere di Bressanone**; in particolare, fino alla progressiva km 17+000, si incontrano litofacies particolarmente ricche in quarzo (**BSSa**).

Alla progressiva km 16+850 viene attraversata un'importante struttura tettonica (la linea di Funes), costituita da un lineamento con direzione NW-SE, che segue il Rio Funes, e un lineamento in direzione E-W, con immersione verso Sud ed inclinazione di circa 60°. Nella bassa val di Funes la fratturazione delle filladi è intensa. Nel settore più vicino al tracciato, la linea di Funes è rappresentata da una fascia di taglio costituita da una serie di faglie inverse riconosciute nei dintorni di Gudon sino ad alcuni settori in destra idrografica del fiume Isarco.

Superata la val di Funes le gallerie proseguono fino al termine del Lotto 1 nella formazione delle **Filladi Quarzifere** che presentano immersione pressoché costante verso SE (inclinazione circa 25-30°). Sono presenti fratture con direzione NW-SE sub-verticali a cui sono collegate le valli secondarie perpendicolari alla valle dell'Isarco. Negli ultimi duemila metri di tracciato le coperture aumentano raggiungendo valori dell'ordine dei 600 m. Dai dati di superficie non sembrano ipotizzabili particolari variazioni dei litotipi a quota

Nach dem Villnösser Tal verläuft der Tunnel weiter bis zum Ende des Baulos 1 in der Formation des **Quarzphyllits**, die ziemlich konstant nach SO abtaucht (Neigung ca. 25-30°). Es sind subvertikale Brüche mit NW-SO-Richtung vorhanden, an welche quer zum Eisacktal liegende Nebentäler anschließen. Auf den letzten zweitausend Metern der Strecke nehmen die Überlagerungen zu und erreichen Werte um 600 m. Aus den an der Oberfläche gewonnenen Daten lässt sich auf keine besonderen Variationen der auf Tunnelhöhe vorliegenden Gesteinsarten schließen. An den Lineamenten lassen sich Bereiche mit höherem Störungsgrad voraussehen: bei km 19+800 in der Nähe des Klaus Bachs, wo sich mehrere Lineamente schneiden. Ungefähr zwischen km 18+200 und km 20+000 verläuft die Trasse parallel zu einigen Strukturlineamenten, die bei der photogrammetrischen Studie ausgemacht worden sind.

Die Tunnel der Verknüpfungen Franzensfeste durchqueren die gleichen Formationen wie der Streckentunnel: den Brixner Granit, die metamorphe Kontaktaureole und den Quarzphyllit. Entlang der Strecke sind Brüche mit NO-SW- und ONO-WSW-Richtung vorhanden. In der Nähe des Eingangs sind Schuttstromablagerungen (debris flow) beim Klaus Bach vorhanden.

Der Fensterstollen Aicha-Vahrn/Forch durchquert ausgehend von Osten (Eingang) in Westrichtung (Einbindung mit Streckentunnel) zunächst alte **Schwemmablagerungen**, die aus Sanden und Konglomeraten bestehen, und dann Quarzphyllit, der als eine mit einem mittleren Wert von ca. 50° nach SW abtauchende Monokline auftritt. Der Phyllit ist durch zwei subvertikale Bruchsysteme betroffen, das erste mit Richtung N50, das zweite weniger weiträumig und durchgehend in Richtung N110.

Der Fensterstollen Albeins durchquert auf seiner ganzen Länge die **Quarzphyllit-Formation**, die in dieser Gegend mit einer gleichmäßigen Lage ungefähr in Richtung der südöstlichen Sektoren mit einer Neigung von 30 bis 70 Grad auftritt. Die offensichtlichsten Störungssysteme weisen die Hauptrichtung N50 und N110 auf.

Der Fensterstollen Klausen durchquert auf der linken Eisack-Seite die **Quarzphyllit-Formation**, die in dieser Gegend mit einer mittleren Lage in Südost-Richtung vorliegen. Die repräsentativsten und weiträumigsten Störungssysteme haben eine mittlere Richtung N130 und sind mit Systemen mit N50-Richtung kombiniert. Die Sondierungsbohrungen C11 (am Eingang) und C12 (200 m weiter bergauf) haben einen bedeutenden Störungsgrad aufgewiesen. Es sind auch fluvioglaziale Überlagerungen vorhanden, die aus Sanden und Konglomeraten mit grauer Farbe bestehen, welche erhebliche Gefällevariationen des Abhangs bewirken und sich partiell auf den Anfangsabschnitt der Trasse auswirken.

Die Verknüpfungstunnel Waidbruck durchqueren die Quarzphyllit-Formation. Im Anfangsabschnitt der Trasse streichen die Phyllite mit einer mittleren Lage nach N150 zutage. Bei km 1+100 von Gleis 1 und km 0+470 von Gleis 2 schneidet die Tunneltrasse ein in SW-Richtung mit einer Neigung von ca. 50° abtauchendes tektonisches Lineament, das ein Gebiet abgrenzt, das durch einen intensiven Störungsgrad gekennzeichnet ist.

In den nachstehenden Abbildungen werden die Mengen der verschiedenen Gesteinsarten aufgeführt, welche voraussichtlich entlang der Tunneltrasse angetroffen werden (einschl. Verknüpfungstunnel und Fensterstollen).

galleria. Si possono prevedere zone di maggiore fratturazione in corrispondenza dei lineamenti: alla progressiva km 19+800 in prossimità del Rio della Gola dove si osserva un'intersezione di più lineamenti. Tra le progressive km 18+200 e km 20+000 circa il tracciato si snoda parallelamente ad alcuni lineamenti strutturali individuati da studio fotogrammetrico.

Le gallerie delle Interconnessioni di Fortezza attraversano le stesse formazioni attraversate dalle gallerie di linea: il Granito di Bressanone, l'Aureola metamorfica di contatto e le Filladi Quarzifere. Sono presenti lungo il tracciato fratture con direzione NE-SW e ENE-WSW. In prossimità dell'imbocco sono presenti depositi detritici da debris flow in corrispondenza del Rio della Chiusa.

La Finestra Aica-Varna/Forch a partire da Est (imbocco) e procedendo verso Ovest (innesto con le gallerie di linea) attraversa **Depositi Alluvionali antichi**, costituiti da sabbie e conglomerati, e successivamente le **Filladi quarzifere**, che si presentano con struttura di monoclinale immergente verso SW, con un valore medio di circa 50°. Le filladi sono interessate da due sistemi di fratture sub-verticali, il primo con direzione N50, il secondo meno pervasivo e continuo con direzione N110.

La Finestra di Albes attraversa per tutto il suo sviluppo la formazione delle **Filladi Quarzifere** che in questa zona si presentano con giacitura uniforme all'incirca verso i settori sud-orientali e inclinazioni variabili tra i 30 e 70 gradi. I sistemi di frattura più evidenti presentano direzione principale N50 e N110.

La Finestra di Chiusa attraversa, in sinistra idrografica del fiume Isarco, la formazione delle **Filladi Quarzifere** che in questa zona si presentano con giacitura media verso sud-est. I sistemi di frattura più rappresentativi e pervasivi hanno una direzione media N130, coniugati con sistemi a direzione N50; i sondaggi C11 (all'imbocco) e C12 (200 m più a monte) hanno mostrato un importante stato di fratturazione. Sono presenti anche coperture fluvio-glaciali costituite da sabbie e conglomerati di colore grigiastro, che determinano sensibili cambi di pendenza nel versante ed interessano parzialmente l'opera nel suo tratto iniziale.

Le gallerie delle Interconnessioni di Ponte Gardena attraversano la formazione delle Filladi Quarzifere. Nella parte iniziale del tracciato le filladi affiorano con giacitura media verso N150. Alla progressiva km 1+100 del binario dispari e alla progressiva km 0+470 del binario pari, il tracciato delle gallerie interseca un lineamento tettonico con immersione SW ed inclinazione di circa 50°, che delimita una zona caratterizzata da un intenso grado di fratturazione.

Nelle figure che seguono sono riportate le quantità dei litotipi che si prevedono di intercettare lungo il tracciato delle gallerie (comprese le gallerie di interconnessione e le finestre).



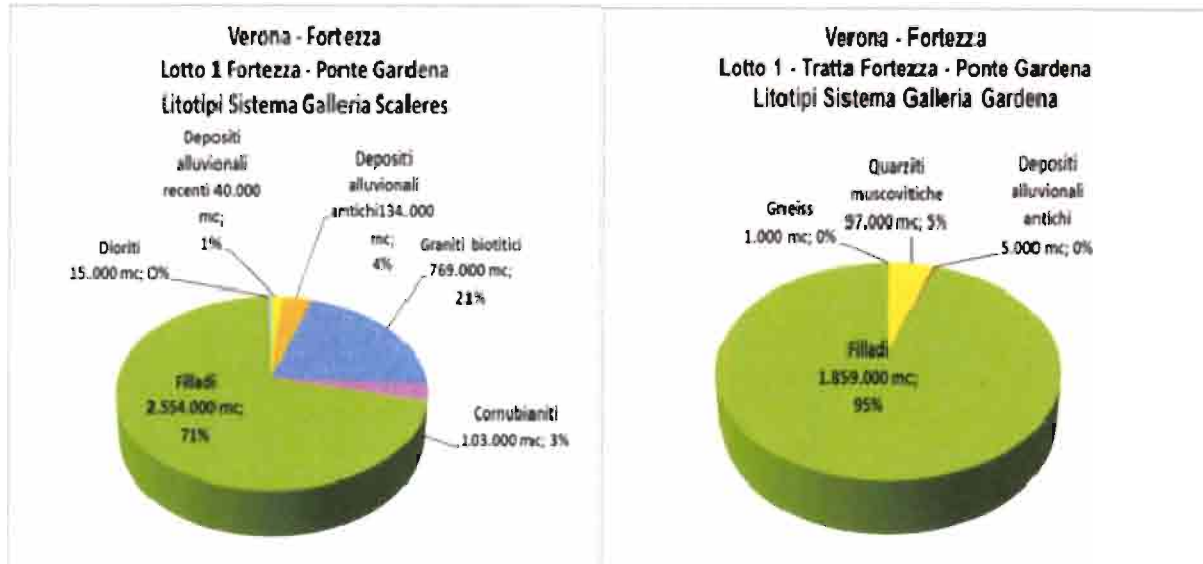


Abbildung 11.37 – Gesteinsarten Schalderer

Abbildung 11.38 – Gesteinsarten Grödner

Das Übergewicht der Quarzphyllite, die fast 80% des beim Tunnelvortrieb angetroffenen Gesteins stellen, ist offensichtlich. Schwemmlagerungen sind nur an den Fensterstollen Aicha-Vahrn und Forch sowie in bescheidenen Mengen am Portal des Verknüpfungstunnels Gleis 1 Waidbruck vorhanden.

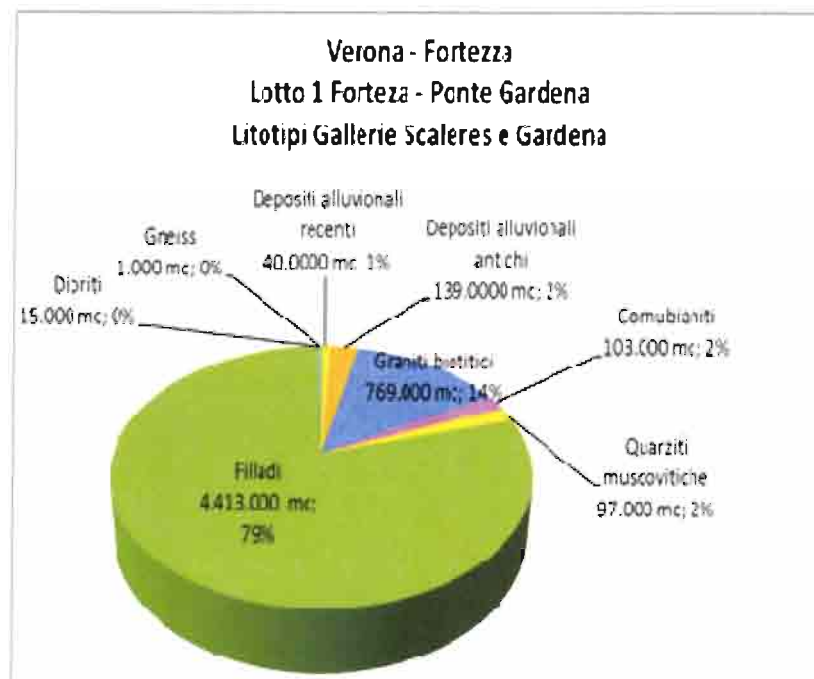


Abbildung 11.39 – Gesteinsarten in den Tunneln von Baulos 1



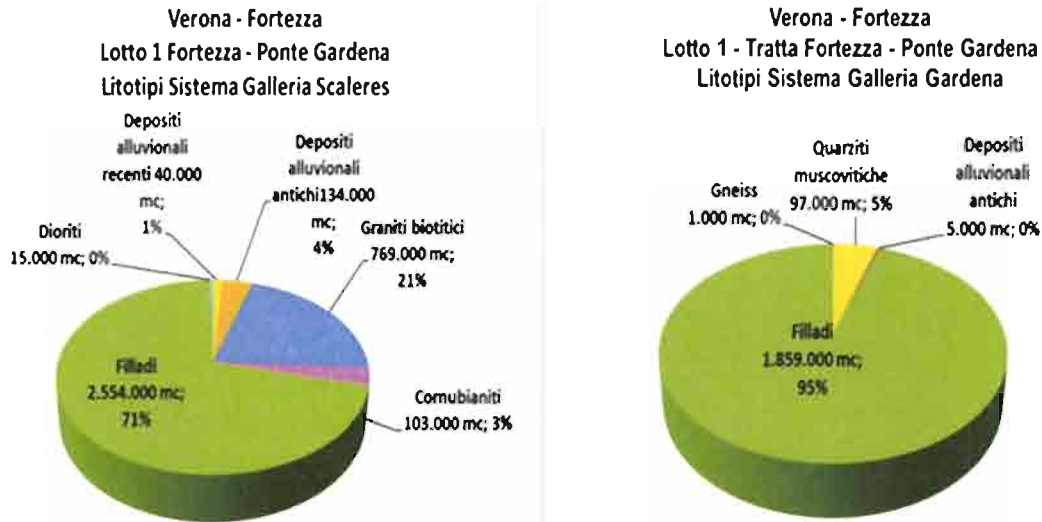


Figura 11.37 - Litotipi presenti nella Scaleres

Figura 11.38 – Litotipi presenti nella Gardena

È evidente la preponderanza delle filladi quarzifere che rappresentano quasi l'80% delle rocce che caratterizzano le gallerie. I depositi alluvionali sono presenti solo nelle finestre di Aica-Varna e Forch e in modesta quantità all'imbocco dell'interconnessione disparti di Ponte Gardena.

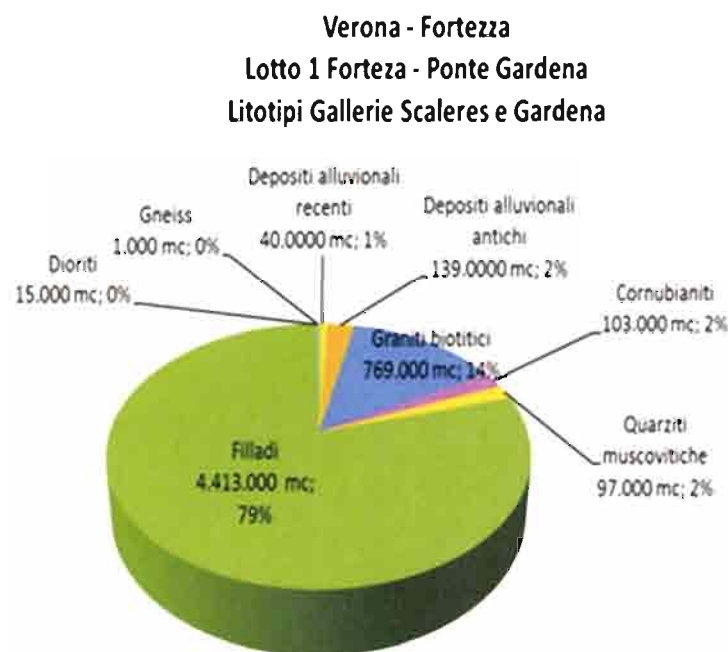



Figura 11.39 - Litotipi presenti nelle gallerie del Lotto 1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11.7.2 Geotechnische Studie

### Geotechnische Charakterisierung der Gesteinsgefüge

Die wichtigsten Gesteinsformationen, welche die unterirdischen Bauwerke der Strecke betreffen, sind Brixner Granit – ( $\gamma_{bi}$ ), Quarzphyllit der Brixner Einheit – (BSS) und zu einem kleinen Teil Brixner Quarzdiorit – ( $\delta$ ).

### Charakterisierung der Gesteinsmatrix

Es wurden die Ergebnisse der Laborversuche mit einachsigen Druckfestigkeitstests und Triaxialversuchen analysiert, welche die Definition der wichtigsten mechanischen Eigenschaften der Matrix zuließen: Druckfestigkeit  $\sigma_{ci}$  und Elastizitätsmodul  $E_i$ .

### Einstufung des Gesteinsgefüges

Die von den Tunneln von Baulos 1 durchquerten Gesteinsgefüge wurden anhand des Index RMR Rock Mass Rating (Bieniawski 1989) und des GSI (Geological Strength Index) eingeordnet.

Den RMR-Index erhält man durch die Bewertung einer Reihe von Parametern (Teilindizes), denen jeweils ein Zahlenwert zugeordnet wird:

- Einachsige Druckfestigkeit des intakten Gesteins: R1,
- RQD-Index (Rock Quality Designation): R2,
- Fugenweite: R3,
- Zustand der Fugen (Beschaffenheit der Wände, Rauigkeit, Anhalten, Füllmaterial): R4,
- Hydraulischer Zustand: R5.

Die Summe der Werte dieser ersten fünf Teilindizes liefert den Qualitätsindex der Gesteinsmasse:

$$RMR_{(Basis)} = R1+R2+R3+R4+R5.$$

Der BMR-Index berücksichtigt hingegen die ersten vier Parameter (R1-R2-R3-R4) und setzt den Teilindex R5 auf 15 (trockenes Gestein).

Die Werte der Einstufungsparameter R2, R3, R4 und R5 werden aus geotechnischen Messungen an der Oberfläche abgeleitet (es sind 39 Messstationen durchgeführt worden). Die Druckfestigkeit des intakten Gesteins (R1) wurde im Laborversuch ermittelt. Für die Methode der Oberflächenmessungen und den Standort der Stationen wird auf die Dokumente UO Geologie verwiesen.

Ausgehend vom BMR-Index wurde ferner der GSI bestimmt (Geological Strength Index, Hoek, 1994; Hoek, Kaiser und Bawden, 1995):  $GSI = BMR - 5$

Die statistische Ausarbeitung der erfassten Daten ermöglichte vom geomechanischen Gesichtspunkt aus eine Klassifikation der Gesteinsproben, die Gegenstand der Messungen waren, einerseits auf Grundlage der Kriterien von Bieniawski (1989), indem der RMR-Koeffizient geschätzt wurde, sowie andererseits auf Grundlage des GSI-Parameters, der vom RMR-Wert abgeleitet wurde (Hoek, 1995). Eine synthetische Beschreibung dieser Ausarbeitung in Tabellenform ist in den Projektunterlagen „Geologisch-hydrogeologischer Bericht“ enthalten.

Angesichts der Spärlichkeit der von den oberflächlichen Messungen ableitbaren Daten wurden auch Beobachtungen und Messungen an den im Laufe der Probebohrungen extrahierten Bohrkernen vorgenommen.

### 11.7.2 Studio geotecnico

#### Caratterizzazione geotecnica degli ammassi rocciosi

Le principali formazioni rocciose che interessano le opere in sotterraneo della tratta sono il Granito di Bressanone – ( $\gamma$ bi), le Filladi quarzifere dell'Unità di Bressanone - (BSS) e in minima parte le Dioriti quarzifere di Bressanone - ( $\delta$ ).

#### Caratterizzazione della matrice litoide

Sono stati analizzati i risultati provenienti dalle prove di laboratorio di compressione monoassiale e prove triassiali, che hanno consentito di definire le principali caratteristiche meccaniche della matrice: la resistenza a compressione  $\sigma_{ci}$  e il modulo elastico  $E_i$ .

#### Classificazione dell'ammasso roccioso

Gli ammassi rocciosi attraversati dalle gallerie del Lotto 1 sono stati classificati tramite l'indice RMR Rock Mass Rating -Bieniawski, 1989) e l'indice GSI (Geological Strength Index).

L'indice RMR si ottiene valutando una serie di parametri (indici parziali), ad ognuno dei quali è attribuito un valore numerico:

- Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta: R1;
- Indice RQD (Rock Quality Designation): R2;
- Spaziatura dei giunti: R3;
- Condizioni dei giunti (alterazione delle pareti, scabrezza, persistenza, apertura, materiale di riempimento): R4;
- Condizioni idrauliche: R5;

La somma dei valori dei primi cinque indici parziali fornisce l'indice di qualità dell'ammasso: :

$$RMR_{(base)} = R1+R2+R3+R4+R5.$$


L'indice BMR tiene invece conto dei primi quattro parametri (R1-R2-R3-R4) e pone l'indice parziale R5 pari a 15 (condizioni di roccia asciutta).

I valori dei parametri classificativi R2, R3, R4, R5 sono stati ricavati da rilievi geostrukturali di superficie (sono state eseguite 39 stazioni di misura). La resistenza a compressione della roccia intatta (R1) è stata valutata da prove di laboratorio. Per la metodologia dei rilievi di superficie e l'ubicazione delle stazioni, si rimanda ai documenti di UO Geologia.

A partire dall'indice BMR è stato inoltre determinato l'indice GSI (Geological Strength Index, Hoek, 1994; Hoek, Kaiser e Bawden, 1995):  $GSI = BMR - 5$

L'elaborazione statistica dei dati acquisiti ha permesso di classificare dal punto di vista geomeccanico le porzioni rocciose oggetto dei rilievi secondo i criteri di Bieniawski (1989), attraverso la stima del coefficiente RMR, e secondo il parametro GSI dedotto dal valore di RMR (Hoek, 1995). Per una descrizione sintetica e tabellare di tale elaborazione si rimanda all'elaborato di progetto "Relazione geologica-idrogeologica".

Inoltre, vista l'esiguità dei dati derivanti dai rilievi superficiali, sono state considerate anche osservazioni e misure eseguite sulle carote estratte nel corso delle perforazioni di sondaggio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Die Bewertung der mechanischen Eigenschaften der Gesteinsgefüge wurde unter Berücksichtigung des GSI vorgenommen, der sowohl aus den Landvermessungen als auch aus den durch die Probebohrungen ermittelten geostrukturellen Daten abgeleitet wurde.

- für den Brixner Granit wird ein Wert von  $GSI_{\text{mittel}} \cong 65$  erzielt.
- Zur Bestimmung des GSI der Phyllite wurde auf die Daten von oberflächlichen Vermessungen und Bohrungsmessungen Bezug genommen. Für die Quarzphyllite wird eine Wert von  $GSI_{\text{mittel}} \cong 60$  erzielt.
- Für die Quarzdiorite wird eine Wert von  $GSI_{\text{mittel}} \cong 65$  erzielt.

### Die Störungsgebiete

Die momentan verfügbaren Informationen gestatten keine angemessene Charakterisierung der Störungszonen aus mechanischer Sicht. Für diese Zonen wurden daher Mindestwerte für den GSI angenommen, bei denen auch Informationen aus Literaturdaten einbezogen wurden (z.B. wird in der Fachliteratur nahegelegt, dass bei Phylliten in Störungszonen mit einer Überlagerung von 650m  $c'$  bei  $0,8 \div 1$  MPa,  $\varphi'$  bei  $25 \div 26^\circ$  und  $E_{rm}$  bei  $1 \div 2$  GPa liegt).

Insbesondere wurde für tektonisierte Zonen im Quarzphyllit, die in einigen Fällen auch durch häufige Graphitlagen (vgl. Sondierung S13) charakterisiert sind, unter Berücksichtigung einer Struktur des Gesteinsgefüges, die von zerfallen (stark gebrochene Gesteinsgefüge mit schwachen Verbindungen zwischen den Blöcken, eckige und gerundete Gesteinsfragmente) bis laminiert/gebrochen (nicht in Blöcke geteiltes Gesteinsgefüge, Lagen mit dichter Schieferung, Schnitt-/Bruchlagen) reicht, für den Index GSI ein Wert zwischen  $20 \div 30$  angenommen.

Für die tektonisierten Zonen im Granit und Diorit wurde für den GSI ein Mindestwert angenommen, der entsprechend der Beschreibung im vorigen Absatz ermittelt wurde.

### Charakterisierung des Gesteinsgefüges

Die Charakterisierung der Beständigkeit der Gesteinsgefüge wurde unter Bezugnahme auf das Kriterium nach Hoek & Brown (2006) vorgenommen.

Bei diesem Modell wird die inhärente Kurve, welche die Bruchbedingungen des Gesteins liefert, durch folgende Gleichung dargestellt:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_c \left( m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

wobei  $\sigma'_1$  und  $\sigma'_3$  die wichtigsten einwirkenden Spannungen (jeweils die größere und kleinere) unter Bruchbedingungen darstellen,  $\sigma_c$  die Beständigkeit des intakten Gesteins gegenüber einachsigen Druck, und  $m_b$ ,  $s$  und  $a$  Parameter sind, die vom Index GSI und vom Störfaktor  $D$  abhängen (dessen zwischen 0 und 1 variierender Wert vom geprüften geotechnischen Problem bestimmt wird).

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right) \quad s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right) \quad a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left( e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right)$$

Die Schnittfestigkeit wurde ferner mit dem Festigkeitskriterium nach Mohr-Coulomb ausgedrückt, indem die, auf der Ebene Tangentialspannung ( $\tau$ ) – Normalspannung ( $\sigma'_n$ ) neu definierte, gesteinspezifische Kurve von Hoek-Brown mit einer Geraden interpoliert wurde. Die Linearisierung des Kriteriums für die Bewertung von  $c'$  und  $\varphi'$  erfolgte in Funktion des Spannungszustands, der auf Grundlage der entlang der Strecke festgestellten Überlagerungswerte berechnet wurde.

La valutazione delle caratteristiche meccaniche degli ammassi rocciosi è stata effettuata considerando l'indice GSI, derivante sia dai rilievi di campagna, sia dai dati geostrutturali ricavati dai sondaggi: .

- per il Granito di Bressanone si ottiene un valore pari a  $GSI_{medio} \cong 65$ .
- per la definizione del GSI delle filladi, si è fatto riferimento a dati provenienti dai rilievi superficiali e dai rilievi di sondaggio. Per le Filladi quarzifere si ottiene un valore pari a  $GSI_{medio} \cong 60$ .
- per le Dioriti quarzifere si ottiene un valore pari a  $GSI_{medio} \cong 65$ .

#### Le zone di faglia

Le informazioni attuali non consentono di caratterizzare propriamente dal punto di vista meccanico le zone di faglia. Per tali zone si sono pertanto assunti i valori minimi di GSI, anche integrando le informazioni con dati di letteratura (ad esempio, la letteratura suggerisce per le filladi in zone di faglia, caratterizzate da coperture di 650m,  $c'$  compreso tra 0.8÷1 MPa,  $\varphi'$  tra 25÷26° e  $E_{rm}$  tra 1÷2 GPa).

In particolare per le zone tettonizzate nelle Filladi quarzifere, in alcuni casi anche caratterizzate da frequenti livelli di grafite (cfr. sondaggio S13), considerando una struttura dell'ammasso da disintegrata (ammasso molto fratturato con debole interconnessione fra i blocchi, frammenti di roccia angolari e arrotondati) a laminata/fagliata (ammasso non suddiviso in blocchi, piani di scistosità a fitta spaziatura, piani di taglio/faglie), si è assunto un valore dell'indice GSI compreso tra 20÷30.

Per le zone tettonizzate nei Graniti e nelle Dioriti si è assunto il valore minimo del GSI determinato come descritto nel paragrafo precedente.

#### Caratterizzazione dell'ammasso roccioso

Le caratteristiche di resistenza degli ammassi rocciosi sono state definite con riferimento al criterio di Hoek & Brown (2006).

In questo modello, la curva intrinseca che fornisce le condizioni di rottura dell'ammasso è data dall'espressione:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_c \left( m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

in cui  $\sigma'_1$  e  $\sigma'_3$  rappresentano le tensioni principali efficaci (rispettivamente maggiore e minore) in condizioni di rottura,  $\sigma_{ci}$  rappresenta la resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta,  $m_b$ ,  $s$  ed  $a$  sono parametri che dipendono dall'indice GSI e dal fattore di disturbo  $D$  (il cui valore, variabile tra 0 e 1, dipende dal problema geotecnico in esame).

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right) \quad s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right) \quad a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left( e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right)$$

La resistenza al taglio è stata inoltre espressa con il criterio di resistenza di Mohr-Coulomb, interpolando con una retta la curva intrinseca di Hoek-Brown, ridefinita nel piano tensione tangenziale ( $\tau$ ) - tensione normale ( $\sigma'_n$ ). La linearizzazione del criterio per la valutazione di  $c'$  e  $\varphi'$  è stata effettuata in funzione dello stato tensionale, calcolato in base ai valori di copertura riscontrati lungo il tracciato.

In questo modo sono stati definiti per ciascun litotipo i parametri coesione  $c'$  e angolo di attrito  $\varphi'$  (tali valori sono riportati nei profili geotecnici delle gallerie del Lotto1).

Auf diese Art und Weise wurden für jeden Gesteinstyp die Parameter Kohäsion  $c'$  und Reibungswinkel  $\varphi'$  bestimmt (diese Werte sind in den geotechnischen Profilen der Tunnel von Baulos 1 aufgeführt).

Der Elastizitätsmodul der Gesteinsmasse wurde bewertet auf Grundlage von:

- Dehnungsversuchen,

- der Formel von Bieniawski:  $E_{rm}(GPa) = 2 \cdot RMR_b - 100$  ;

$$E_{rm}(GPa) = E_i \cdot \left( 0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\frac{50 - 15 \cdot D - 0.5 \cdot D^2}{11}}} \right) ;$$


- der Formel von Hoek und Diederichs (2006):

Die Ergebnisse der vor Ort und im Labor vorgenommenen, geotechnischen Untersuchungen haben die Definition eines repräsentativen geotechnischen Modells der stratigrafischen Bedingungen und physikalisch-mechanischen Merkmale der vom Tunnelbau betroffenen Böden und Gesteinsgefüge ermöglicht. Die geotechnischen Modelle sind in den Unterlagen der geotechnischen Profile jedes einzelnen Tunnels aufgeführt, auf welche hiermit verwiesen wird. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

I moduli elastici dell'ammasso roccioso sono stati valutati:

- da prove dilatometriche;
- dalla formulazione di Bieniawski:  $E_{rm}(GPa) = 2 \cdot RMR_b - 100$  ;
- dalla formulazione di Hoek e Diederichs (2006):  $E_{rm}(GPa) = E_i \cdot \left( 0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\frac{60 + 15 \cdot D - GSI}{11}}} \right)$  ;

I risultati delle indagini geotecniche, in situ e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce interessati dalle opere in sotterraneo lungo il suo tracciato. I modelli geotecnici sono rappresentati negli elaborati dei profili geotecnici di ogni singola galleria, a cui si rimanda.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11.8 DIAGNOSEPHASE: ANALYSE DES VERFORMUNGSVERHALTENS BEIM AUSBRUCH

In der Diagnosephase wird auf Grundlage des geotechnischen Modells, das aus den Studien und Untersuchungen, die während der Erkundungsphase durchgeführt worden sind, hervorgegangen ist, eine Voraussage zum Spannungs- und Verformungsverhalten des Gesteins beim Ausbruch ohne Stabilisierungsmaßnahmen vorgenommen. Die Bewertung der Verformungsreaktionen des Gesteinsgefüges beim Ausbruch wird mit Bezug auf drei grundlegende Verhaltenskategorien durchgeführt, die mit der Methode ADECO-RS bestimmt werden und nachstehend kurz erläutert werden. Auf Grundlage dieser Kategorien wird die unterirdische Trasse in Teilstrecken mit gleichmäßigem Verformungsverhalten unterteilt.

Die Ergebnisse der Analyse des Verformungsverhaltens gestatten die Ausarbeitung der vorbeugenden und/oder eindämmenden Maßnahmen, die dazu geeignet wären, die Stabilität des Tunnels kurzfristig beim Ausbruch sowie auf lange Frist zu gewährleisten.

### 11.8.1 Verhaltensklassen der Ortsbrust

Mit der Methode ADECO-RS kann die Entwicklung des Spannungszustands infolge der Eröffnung eines Tunnels anhand der Analyse der Verformungserscheinungen vorausgesagt werden, welche Hinweise auf das Verhalten des Hohlraums hinsichtlich seiner kurz- und langfristigen Stabilität liefern. Experimentelle Daten und theoretische Analysen haben gezeigt, dass das Verhalten des Hohlraums, abgesehen von den geometrischen Merkmalen des Tunnels selbst und der lithostatischen Drucklast, in erheblichem Maße durch die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Vortriebskerns, worunter die Erdmasse vor der Ortsbrust zu verstehen ist, bedingt wird. Besteht dieser Kern nicht aus ausreichend steifem und widerstandsfähigem Material, um das Spannungs- und Verformungsverhalten auf Elastizitätsebene zu halten, treten erhebliche plastische Verformungen des Materials im Vortrieb auf, woraufhin sich Ortsbrust und ausgebrochene Höhle zur Instabilität entwickeln. Bleibt das Verhalten des Vortriebskerns hingegen innerhalb des elastischen Bereichs, übt der Kern selbst eine Stützfunktion der Höhle aus, die ihrerseits elastische Bedingungen beibehält, und die Eigenschaften der höchsten Festigkeit des durchbohrten Materials und damit die stabile Konfiguration werden aufrecht erhalten.

Auf Grundlage dieser Überlegungen kann das Verhalten des Vortriebskerns/der Ortsbrust, mit dem das Verhalten der Höhle verbunden ist, im Grunde in folgende drei Kategorien eingeteilt werden:

#### Kategorie A: stabiler Kern/Ortsbrust

Diese Kategorie entspricht den Bedingungen, in denen der Spannungszustand des Erdreichs an der Ortsbrust und am Umriss der Höhle die Festigkeitseigenschaften der Masse nicht übersteigt. In diesem Fall treten vorwiegend elastische Verformungen geringen Ausmaßes auf, die dazu neigen, mit der Entfernung der Ortsbrust rasch abzuklingen. Die Ortsbrust und die Höhle sind stabil. Daher sind vorbeugende Stabilisierungsmaßnahmen, wenn überhaupt, nur lokalisiert in geringem Maße erforderlich. Die endgültige Auskleidung stellt eine ausreichende Sicherheitsmarge für die langfristige Stabilität dar.

#### Kategorie B: Kern-Ortsbrust kurzfristig stabil

Diese Kategorie entspricht der Bedingung, unter welcher der Spannungszustand des Erdreichs an der Ortsbrust und am Umriss der Höhle infolge der Ausbruchsvorgänge den Festigkeitswert der Masse erreicht. Die Verformungs- und Spannungserscheinungen sind elastisch-plastischer Art und erreichen ein höheres Ausmaß als im vorigen Fall. Im Gesteinsgefüge kann ein Rückgang der Festigkeitsmerkmale entstehen, sodass es zur Verschlechterung gegenüber den restlichen Parametern kommt. Die Spannungs- und Verformungsreaktionen können mithilfe geeigneter vorausgezogener Verfestigungsmaßnahmen an der Ortsbrust bzw. durch die Verfestigung der Höhlenkontur angemessen kontrolliert werden. Auf diese Art und Weise wird der Masse ausreichender Halt verschafft, damit ein stabiles Verhalten beibehalten werden kann.



## 11.8 FASE DI DIAGNOSI: ANALISI DEL COMPORTAMENTO DEFORMATIVO ALLO SCAVO

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.

### 11.8.1 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

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 tensionali 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Werden keinerlei Maßnahmen getroffen, kann sich der Spannungs- und Verformungszustand zu Situationen der Instabilität der Höhle während der Realisierungsphase weiterentwickeln. Die endgültige Auskleidung stellt eine ausreichende Sicherheitsmarge für die langfristige Stabilität dar.

#### Kategorie C: instabiler Kern/Ortsbrust

Diese Kategorie entspricht der Bedingung, unter der die Bodenfestigkeit überschritten worden ist und die Verformungserscheinungen sich rasch in den plastischen Bereich entwickeln und zu einer progressiven Instabilität der Ortsbrust und wachsenden Ausdehnung des entspannten und plastisierten Bereichs im Höhlenumrissgestein führen, mit rascher Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften des Materials. Der Ausdehnung des entspannten Materials am Höhlenumriss muss vor Ankunft der Ortsbrust durch vorgezogene Verfestigungsmaßnahmen während des Vortriebs Einhalt geboten werden, sodass künstlich ein Bogeneffekt geschaffen wird, mit dem sich das Spannungs- und Verformungsverhalten auf eine stabile Konfiguration hin entwickeln lässt.

### **11.8.2 Bestimmung der Verhaltensklassen**

#### Analyse des Verhaltens beim Ausbruch anhand der Methode der charakteristischen Linien

Zur Bestimmung der Verhaltenskategorie wurde hauptsächlich die Methode der charakteristischen Linien verwendet. Diese Methode gestattet eine vereinfachte 3D-Analyse des Tunnelausbruchs in Verbindung mit den mechanischen Merkmalen der durchquerten Masse, den geometrischen Merkmalen des Bauwerks, den geplanten Verfestigungsmaßnahmen und der Installation provisorischer und definitiver Auskleidungen. Da der Zweck der Analyse in der Bewertung des Verformungsverhaltens der Masse ohne Stabilisierungsmaßnahmen besteht, erfolgt die Analyse in der Diagnosephase allein durch die Bewertung der Konvergenzlinie der Ortsbrust (und der Höhle) ohne Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit den Stützmitteln. Die Analysen wurden mit dem Berechnungscode GV4 (Version 4H, 2003) durchgeführt. Für die Masse wurde ein elastisch-plastisches Modell mit Mohr-Coulomb'schen Festigkeitskriterien verwendet.

Für jeden Massentyp und die unterschiedlichen Überlagerungsbedingungen des gesamten Projekt隧nells wurden zahlreiche Berechnungsschnitte analysiert.

Nachstehend sind die Ergebnisse der bedeutsamsten Analysen aufgeführt, die von Schnitten erstellt worden sind, in denen der Tunnel durch geringste und größte Überlagerungsschichten gekennzeichnet ist, sowohl für den Fall, in dem die durchquerte Masse gute geotechnische und geostrukturelle Verhältnisse aufweist, als auch für den Fall, in dem Störungszonen vorliegen.

Bei der Analyse wurden geotechnische Festigkeits- und Verformbarkeitsparameter verwendet, die mit dem Mohr-Coulomb'schen Bruchkriterium ausgedrückt werden und aus der Linearisierung des Hoek-Brown-Kriteriums abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der Analyse wurden unter Bewertung folgender Aspekte geprüft:

- Vergleich zwischen einachsiger Druckfestigkeit ( $\sigma_c$ ) des Gesteinsgefüges und kritischem Druck an der Ortsbrust ( $p_c$ ), wodurch der Übergang von elastischem zu plastischem Verhalten bestimmt wird;
- Entwicklung von Verformungs- und Plastizierungserscheinungen an der Kontur der Ortsbrust (und der Höhle).

Diese mengenmäßigen Bewertungen haben vereint mit Überlegungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Repräsentativität der Eingangsdaten bei den herrschenden Wasserführungsbedingungen und der entlang der Strecke erwarteten Variabilität zur Definition der Verhaltenskategorie geführt (siehe Geotechnische Profile).

### 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.

## **11.8.2 Determinazione delle classi di comportamento**

### Analisi del comportamento allo scavo con il metodo delle linee caratteristiche

Per la determinazione delle categorie di comportamento è stato utilizzato principalmente il metodo delle linee caratteristiche. Tale metodo consente l'analisi 3D semplificata dello scavo di gallerie in relazione alle proprietà meccaniche dell'ammasso attraversato, alle caratteristiche geometriche dell'opera, agli interventi previsti di precontenimento e contenimento, e all'installazione dei rivestimenti provvisori e definitivi. Nella fase di diagnosi, essendo lo scopo delle analisi la valutazione del comportamento deformativo dell'ammasso in assenza di interventi di stabilizzazione, l'analisi consiste nella valutazione della sola curva caratteristica del fronte (e del cavo) senza considerare l'interazione con i sostegni. Le analisi sono state svolte col codice di calcolo GV4 (versione 4H, 2003). Per l'ammasso si è utilizzato un modello costitutivo elasto-plastico, con criterio di resistenza di Mohr-Coulomb.

Sono state analizzate numerose sezioni di calcolo, per ciascun tipo d'ammasso e per diverse condizioni di copertura per tutte le gallerie in progetto.

Di seguito sono riportati i risultati delle analisi maggiormente significative, e quindi ottenute da sezioni in cui le gallerie sono caratterizzate da minima e massima copertura, sia nel caso in cui l'ammasso attraversato si presenti in buone condizioni geotecniche e geostrutturali, sia nel caso in cui si abbia una zona di faglia.

Nelle analisi sono stati utilizzati i parametri geotecnici di resistenza e deformabilità espressi con il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, derivanti dalla linearizzazione del criterio di Hoek-Brown.

I risultati delle analisi sono stati esaminati valutando i seguenti aspetti:

- confronto tra la resistenza a compressione monoassiale dell'ammasso ( $\sigma_c$ ) e la pressione critica al fronte ( $p_c$ ), che individua il passaggio dal comportamento elastico a quello plastico;
- sviluppo dei fenomeni deformativi e di plasticizzazione al contorno del fronte (e del cavo).

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 (vedi Profili Geotecnici)

Analyse des „Squeezing“ Risikos

Der Begriff *squeezing* weist auf große Verformungen hin, die sich im Laufe der Zeit um die Höhle herum entwickeln, weil die Creep-Schwelle der Masse erreicht worden ist. Ausmaß und Geschwindigkeit der Verformungen hängen von den geotechnischen Merkmalen der Masse, dem Spannungszustand, den Struktureigenschaften (Schieferigkeit, Schichtbildungslagen) und der Wasserführung ab.

In dieser Planungsphase wurde das potentielle Risiko für *Squeezing*-Erscheinungen anhand bewährter semiempirischer Methoden (Jethwa et al., 1984; Hoek und Marinos, 2000) untersucht, die Indikatoren für das Auftreten des Phänomens und eine Schätzung der absehbaren Verformungen liefern.

Die Methode nach Jethwa et al. (1984) stützt sich auf den Vergleich zwischen der einachsigen Druckfestigkeit der Masse und dem ursprünglichen Spannungszustand.

$$N_c = \frac{\sigma_{cm}}{p_0} = \frac{\sigma_{cm}}{\gamma H}$$

wobei:

$\sigma_{cm}$  = Beständigkeit gegenüber einachsiger Druckbelastung der Felsmasse

$p_0$  = lithostatische Spannung

$\gamma$  = Gewicht der Volumeneinheit der Gesteinsmasse

$H$  = Tiefe des Tunnels

Es wird folgende Klassifikation geliefert:

$\frac{\sigma_{cm}}{p_0}$	Verhalten
< 0,4	Highly squeezing
0,4 – 0,8	Moderately squeezing
0,8-2	Mildly squeezing
>2	Non squeezing

Der Ansatz von Hoek und Marinos (2000) stützt sich auf den Zusammenhang zwischen dem Verhältnis  $\frac{\sigma_{cm}}{p_0}$  und der Verformung der Höhle  $\varepsilon_c$ :

$$\varepsilon_c (\%) = 0,15 \left( 1 - \frac{p_i}{p_0} \right) \cdot \frac{\sigma_{cm}}{p_0} \left( \frac{3 \cdot \frac{p_i}{p_0} - 1}{3,6 \cdot \frac{p_i}{p_0} + 0,54} \right)$$

wobei:

$\sigma_{cm}$  = Beständigkeit gegenüber einachsiger Druckbelastung der Felsmasse

$p_0$  = lithostatische Spannung

$p_i$  = durch eine interne Stütze ausgeübter Druck

Analisi del rischio di "squeezing"

Il termine *squeezing* identifica grandi deformazioni che si sviluppano nel tempo attorno al cavo per il raggiungimento della soglia di creep dell'ammasso. Entità e velocità delle deformazioni sono funzione delle caratteristiche geotecniche dell'ammasso, dello stato tensionale, delle caratteristiche strutturali (scistosità, piani di stratificazione), delle condizioni idrauliche.

In questa fase della progettazione, il potenziale rischio di fenomeni di *squeezing* è stato analizzato facendo ricorso a metodi semi-empirici di comprovata validità (Jethwa et al., 1984; Hoek e Marinos, 2000), che forniscono indicatori di occorrenza del fenomeno e una stima delle deformazioni attese.

Il metodo di Jethwa et al. (1984) si basa sul confronto tra la resistenza a compressione uniassiale dell'ammasso e lo stato tensionale originario.

$$N_c = \frac{\sigma_{cm}}{p_0} = \frac{\sigma_{cm}}{\gamma H}$$

dove:

$\sigma_{cm}$  = resistenza a compressione uniassiale dell'ammasso roccioso

$p_0$  = tensione litostatica

$\gamma$  = peso dell'unità di volume dell'ammasso roccioso

$H$  = profondità della galleria

e fornisce la seguente classificazione:

$\frac{\sigma_{cm}}{p_0}$	comportamento
< 0,4	Highly squeezing
0,4 – 0,8	Moderately squeezing
0,8-2	Mildly squeezing
>2	Non squeezing

L'approccio di Hoek e Marinos (2000) si basa sulla relazione tra il rapporto  $\frac{\sigma_{cm}}{p_0}$  e la deformazione del cavo  $\varepsilon_t$

$$\varepsilon_t (\%) = 0,15 \left( 1 - \frac{p_i}{p_0} \right) \cdot \frac{\sigma_{cm}}{p_0} - \left( \frac{3 \frac{p_i}{p_0} + 1}{3,8 \frac{p_i}{p_0} + 0,54} \right)$$

dove:

$\sigma_{cm}$  = resistenza a compressione uniassiale dell'ammasso roccioso

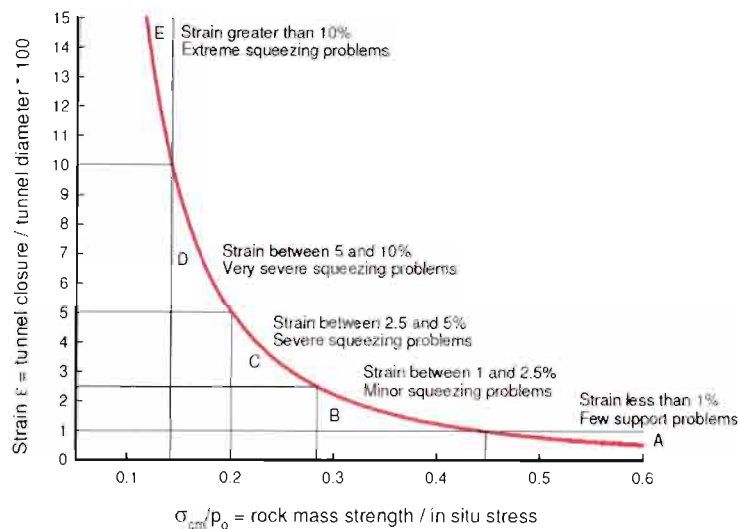
$p_0$  = tensione litostatica

$p_i$  = pressione esercitata da un supporto interno

Die Druckfestigkeit der Gesteinsmasse wird in Abhängigkeit vom Index GSI und den Parametern  $\sigma_{ci}$  und  $m_i$  des intakten Gesteins definiert:

$$\sigma_{cm} = (0,0034 m_i^{0,8}) \sigma_{ci} \{1,029 + 0,025 e^{(-0,1 m_i)}\}^{GSI}$$

Auf Grundlage zahlreicher realer Fälle wird die Korrelation zwischen Verformung  $\epsilon_r$  und dem Verhältnis  $\frac{\sigma_{cm}}{p_0}$  bestimmten Verhaltensklassen und der folgenden Klassifikation im Hinblick auf das *squeezing* zugeordnet.



$\epsilon_r$ (%)	Squeezing-Level
< 1	Few support problem
1 – 2,5	Minor squeezing
2,5 - 5	Severe squeezing
5-10	Very severe squeezing
>10	Extreme squeezing

Allgemein liefert die Jethwa-Methode konservativere Resultate.

Im Falle der bergmännisch vorgetriebenen Tunnel von Baulos 1 wurden beide Methoden zur Identifikation der Squeezing-Gefahr bei der Durchquerung der Brixner Phyllitformation verwendet: Die Analysen wurden für verschiedene Überlagerungsklassen (von 50 bis 800 m) und verschiedene Werte von GSI-Index und Festigkeitsparametern vorgenommen, mit denen die unterschiedlichen geotechnischen Bedingungen widerspiegelt wurden, welche beim Ausbruch der Tunnel angetroffen werden können (kompakter oder kaum gebrochener Phyllit, tektonisierter Phyllit (Störungszone), Phyllit mit Graphitlagen). Nachstehend werden die Ergebnisse der Analysen erläutert:

Im Falle kompakten oder kaum gebrochenen Phyllits, der durch einen mittleren GSI von 60 charakterisiert war, deutet keine der beiden Analysemethoden auf potentielle Squeezing-Gefahren hin.

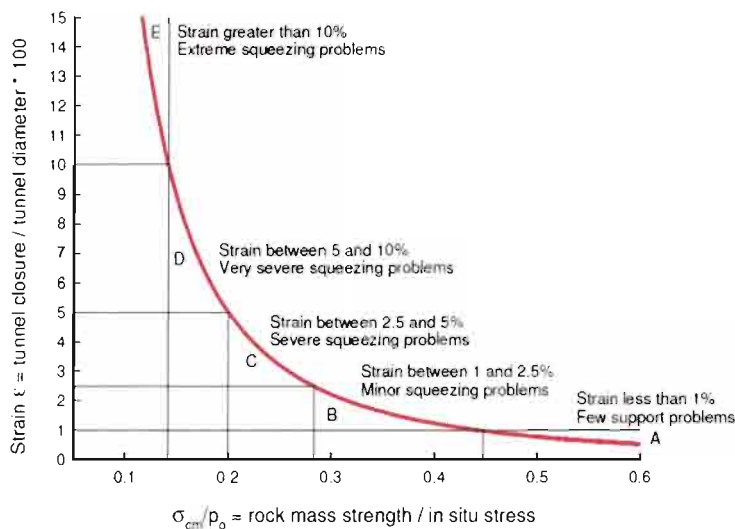
Die Analyse weist darauf hin, dass ein Squeezing-Potential in den unterirdischen Streckenbereichen besteht, die tektonisierte Zonen durchqueren (unter der Annahme, dass die Phyllite in diesen Zonen von einem GSI = 30 charakterisiert sind): Laut Klassifikation von Hoek und Marinos können sich bei Überlagerungen über 400 m Verformungen über 3% (severe squeezing) entwickeln, bei den maximalen Überlagerungsstärken der Trasse ( $H > 600$  m) überschreiten die Verformungen der Höhle 5% (very severe squeezing). Nur bei einer Überlagerung von ca. 800 m wird der Schwellenwert von 10% erreicht, der besondere planerische und konstruktive Maßnahmen auferlegt, die in der Lage sind, die großen Verformungen, die sich während und nach dem Ausbruch entwickeln, aufzunehmen und in Grenzen zu halten.

Die Klassifikation nach Jethwa et al. hingegen weist bereits bei Überlagerungen über 200 m auf kritische Bedingungen (highly squeezing) hin. Bei diesem Ansatz sind jedoch die entsprechenden Verformungslevels nicht festgelegt.

La resistenza a compressione dell'ammasso roccioso è definita in funzione dell'indice GSI e dei parametri  $\sigma_{ci}$  e  $m_i$  della roccia intatta:

$$\sigma_{cm} = (0,0034m_i^{0,8})\sigma_{ci}\{1,029 + 0,025e^{(-0,1m_i)}\}^{GSI}$$

Sulla base di numerosi casi reali, la correlazione tra la deformazione  $\varepsilon_t$  e il rapporto  $\frac{\sigma_{cm}}{p_0}$  è associata a classi di comportamento e alla seguente classificazione in termini di *squeezing*



$\varepsilon_t$ (%)	Livello di squeezing
< 1	Few support problem
1 – 2,5	Minor squeezing
2,5 - 5	Severe squeezing
5-10	Very severe squeezing
>10	Extreme squeezing

In genere il metodo di Jethwa fornisce risultati più conservativi.


Nel caso delle gallerie naturali del Lotto 1 sono stati utilizzati entrambi i metodi allo scopo di identificare la possibilità di squeezing nell'attraversamento della formazione delle Filladi di Bressanone: le analisi sono state condotte per diverse classi di coperture (da 50 a 800 m) e per diversi valori dell'indice GSI e dei parametri di resistenza, rappresentativi delle diverse condizioni geotecniche che possono presentarsi nello scavo delle gallerie (Fillade compatta o poco fratturata, Fillade tettonizzata (zone di faglia), Fillade con livelli di grafite). Sono di seguito illustrati i risultati delle analisi:

Nel caso di Fillade compatta o poco fratturata, caratterizzata da un indice GSI medio pari a 60, entrambi i metodi di analisi non evidenziano fenomeni potenziali di squeezing.

Le analisi evidenziano che esiste un potenziale di squeezing nelle tratte in sotterraneo che attraversano zone tettonizzate (assumendo che in tali zone le Filladi siano caratterizzate da un valore dell'indice GSI = 30): secondo la classificazione di Hoek e Marinos per coperture superiori ai 400

m si possono sviluppare deformazioni superiori al 3% (severe squeezing), per le massime coperture del tracciato (H > 600m) le deformazioni del cavo superano il 5% (very severe squeezing); solo per una copertura di circa 800m si raggiunge la soglia del 10%, che impone soluzioni progettuali e costruttive particolari, in grado di assorbire e regimare le grandi deformazioni che si sviluppano durante e dopo lo scavo.

La classificazione di Jethwa et al., invece, indica condizioni critiche (highly squeezing) già per coperture superiori ai 200 m; non sono tuttavia definiti in questo approccio i livelli deformativi corrispondenti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Die semiempirischen Methoden von Jethwa et al. (1984) sowie Hoek und Marinos (2000) sind eng mit den mechanischen Merkmalen der Gesteinsmasse verbunden. Daher steht die Zuverlässigkeit der Voraussage in engem Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit der Voraussage hinsichtlich der Merkmale der durchquerten Masse: Ist zum Beispiel in den tektonisierten Zonen der Index GSI gleich 20, läge laut Hoek und Marinos eine Verformung der Höhlenkontur von  $\varepsilon_z > 10\%$  ab einer Überlagerung von 350 m vor, d.h. es bestünde eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass das Squeezing-Phänomen in seinen ausgeprägtesten Formen auftritt.

Bei der Sondierungsbohrung S13, die ca. 33 m von der Achse der Röhre 1 des Grödner Tunnels vorgenommen wurde, wurden häufige Graphitlagen vorgefunden. Das extrahierte Gestein erwies sich als extrem schwach, ließ sich von Hand zerbröckeln und fühlte sich entlang der Bruchstellen fettig an. Die Laboruntersuchungen lieferten extrem niedrige Werte für die einachsige Druckfestigkeit. Daher ist wahrscheinlich, dass beim Vortrieb der Grödner Tunnels im Bereich der Sondierungsbohrung S13 (von pk 17+700 km bis pk 18+100 km) mit Überlagerungen über 350 m Phänomene *extremen Squeezings* auftreten können ( $\varepsilon_z > 10\%$ ).

#### Analyse des „Spalling“ Risikos

Die Realisierung eines Tunnelausbruchs in einem Gestein, das – wie Granit - durch sprödes Verhalten gekennzeichnet ist, führt zu einer Umverteilung der Spannungen, die in großer Tiefe so groß werden können, dass an der Vortriebskontur die Festigkeitsgrenze der Gesteinsmasse überschritten wird und es zum Absplittern und der Projektion von Gesteinsmaterial in den Tunnel kommen kann (*spalling/rockburst*).

Allgemein kann eine ungefähre Voraussage der Splittergefahr mithilfe empirischer Methoden getroffen werden, bei denen sowohl die Wahrscheinlichkeit dieses Phänomens im Verhältnis zum vorliegenden Spannungszustand als auch die generelle Anfälligkeit der betroffenen Gesteinsmasse für diese Erscheinung berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung des Spannungszustands lässt sich das *Spalling*-Phänomen über den Schadensindex ausdrücken:

$$D_i = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_c}$$

wobei  $\sigma_{\max}$  der maximalen Belastung am Konturumriss entspricht und  $\sigma_c = \sigma_{ci}$  der Beständigkeit gegenüber einachsig einwirkender Druckbelastung auf die Gesteinsmatrix. Dieser Index wurde entsprechend nachstehender Tabelle in verschiedenen Klassifikationen der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten dieser Erscheinung verwendet.

$D_i = \sigma_{\max}/\sigma_c$		
Hoek e Brown (1980) <sup>19</sup>	Rusnes (1974)	Grimstad e Barton (1993)
<0.25 (stabile)	<0.25 ( <i>spalling assente</i> )	<0.33 (condizioni tensionali favorevoli)
0.25-0.50 (lieve <i>spalling</i> )	0.25-0.33 (lieve <i>spalling</i> )	0.33-0.50 (condizioni tensionali elevate)
0.50-0.75 ( <i>spalling intenso</i> )	0.33-0.67 (moderato <i>spalling</i> )	0.50-0.67 (moderati splaccaggi dopo 1 ora)
0.75-1 (possibili <i>rockburst</i> )	>0.67 ( <i>spalling intenso</i> )	0.67-1 (splaccaggi e <i>rockburst</i> )
>1 (probabili <i>rockburst</i> )		>1 (pesanti <i>rockburst</i> )



I metodi semi-empirici di Jethwa et al. (1984) e di Hoek e Marinos (2000) sono strettamente legati alle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso, pertanto l'attendibilità della previsione è legata all'affidabilità della previsione delle caratteristiche dell'ammasso attraversato: ad esempio se nelle zone tettonizzate l'indice GSI è pari a 20, secondo la formulazione di Hoek e Marinos, si avrebbero deformazioni al contorno del cavo  $\varepsilon_t > 10\%$  a partire da coperture pari a 350m, quindi con elevate probabilità che il fenomeno di squeezing si manifesti nelle sue forme più accentuate.

Attraverso il sondaggio S13, realizzato a circa 33 m dall'asse della canna dispari della galleria Gardena, sono stati localizzati frequenti livelli di grafite: la roccia estratta si presenta estremamente debole, si frantuma con le mani e risulta untuosa al tatto lungo le superfici di discontinuità. Le prove di laboratorio hanno fornito i più bassi valori della resistenza a compressione uniaassiale. E' probabile, quindi, che nello scavo della galleria Gardena nell'intorno del sondaggio S13 (da pk 17+700 km a pk 18+100 km), con coperture a superiori a 350m, possano verificarsi fenomeni di *extreme squeezing* ( $\varepsilon_t > 10\%$ ).

#### Analisi del rischio di "spalling"

La realizzazione dello scavo di una galleria all'interno di una roccia caratterizzata da comportamento fragile, come il granito, determina una redistribuzione delle tensioni che, ad elevate profondità, possono divenire tali da oltrepassare, nell'intorno delle pareti dello scavo, il limite di resistenza dell'ammasso, producendo fenomeni di splaccaggio e di proiezione di materiale in galleria (fenomeno dello *spalling/rockburst*).

In generale, un quadro previsionale di massima sul rischio di spalling può essere ragionevolmente condotto con metodi empirici, considerando sia la potenzialità del fenomeno in funzione dello stato tensionale, sia la suscettibilità intrinseca dell'ammasso al fenomeno. Tenendo conto dello stato tensionale, la potenzialità del fenomeno di *spalling* può essere espressa con l'Indice di Danno:

$$D_i = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_c}$$

con  $\sigma_{\max}$  sollecitazione circonferenziale massima sul contorno del cavo e  $\sigma_c = \sigma_{ci}$  resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa. Tale indice è stato utilizzato in diverse classificazioni di potenzialità del fenomeno, come indicato nella seguente tabella.

$D_i = \sigma_{\max}/\sigma_c$		
Hoek e Brown (1980) <sup>19</sup>	Rusnes (1974)	Grimstad e Barton (1993)
<0.25 (stabile)	<0.25 ( <i>spalling</i> assente)	<0.33 (condizioni tensionali favorevoli)
0.25-0.50 (lieve <i>spalling</i> )	0.25-0.33 (lieve <i>spalling</i> )	0.33-0.50 (condizioni tensionali elevate)
0.50-0.75 ( <i>spalling</i> intenso)	0.33-0.67 (moderato <i>spalling</i> )	0.50-0.67 (moderati splaccaggi dopo 1 ora)
0.75-1 (possibili <i>rockburst</i> )	>0.67 ( <i>spalling</i> intenso)	0.67-1 (splaccaggi e <i>rockburst</i> )
>1 (probabili <i>rockburst</i> )		>1 (pesanti <i>rockburst</i> )

Im Falle der bergmännisch vorgetriebenen Tunnel von Baulos 1 wurden alle oben aufgeführten Methoden zur Identifikation der Wahrscheinlichkeit des *Spallings* bei der Durchquerung der Brixner Granitformation mit unterschiedlichen Überlagerungsstärken verwendet.

Aus der Analyse der Ergebnisse lässt sich ableiten, dass es in der Gesteinsmasse potentiell höchsten zu leichtem bzw. mäßigem *Spalling* bei den größten Überlagerungen kommen kann (circa 600+750m).

Im Anschluss daran ist die reale Anfälligkeit des Granits für dieses Phänomen zu bewerten, die essentiell mit dessen Fähigkeit zusammenhängt, Energie aufzunehmen und anschließend augenblicklich durch einen Mechanismus des spröden Bruchs wieder abzugeben. Im Allgemeinen können diese Eigenschaften Gesteinsmassen mit guten geomechanischen Merkmalen zugeordnet werden. Laut Diederichs (2005) empfiehlt es sich für die Bemessung der dem Material innewohnenden Anfälligkeit, auf eine Kombination von Parametern Bezug zu nehmen, wie den Sprödigkeitsindex ( $IF = \sigma_c / |\sigma_t|$  bzw.  $IF = m_i$  Hoek-Brown-Konstante) und die einachsige Druckfestigkeit der Gesteinsmatrix  $\sigma_c$ , laut Einstufungsschema der folgenden Tabelle.

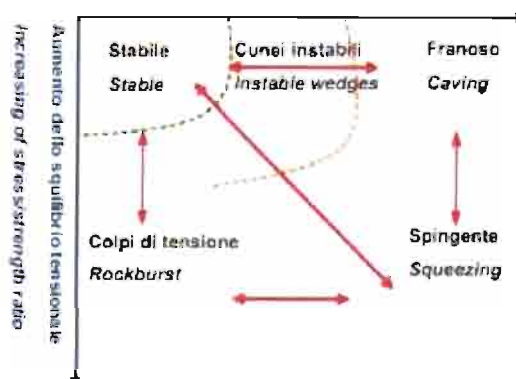
IF= $\sigma_c/ \sigma_t $	Susceptibilità		$\sigma_c$ (MPa) [se IF>8]
	← rottura fragile	rottura fragile → violenta	
<6	molto bassa		<60
6-8	bassa		60-80
8-12	media		80-120
12-18	elevata		120-180
>18	molto elevata		>180

Bei einem Wert der Hoek-Brown-Konstante  $m_i$  für Granit von 32 (laut Fachliteratur), wodurch sich IF>8 ergibt, und bei einem einachsigen Druckfestigkeitswert zwischen 83+160 MPa ergibt sich, dass die Neigung von Granit zum plötzlichen spröden Bruch zwischen niedrig und hoch variieren kann.

Für die Einordnung des Verhaltens beim Ausbruch auch auf Grundlage von geostrukturellen Analysen wurde der Wert des RMR-Index von Bieniawski für Granit bewertet und die Qualitätsklasse der Gesteinsmasse bestimmt:

LITOTIPI - FORMAZIONI DI SUBSTRATO	GSI		Coperture (m)		RMR	Classe
	min	max	min	max		
Granito	55	82	20	760	74	II
Zone tettonizzate in granito	55		30	520	60	III

Peggioramento della qualità geostrutturale (RMR<sub>i</sub>-V)  
Worsening of geostructural quality (RMR<sub>i</sub>-V)



Nel caso delle gallerie naturali del Lotto 1 sono stati utilizzati tutti i metodi sopra indicati allo scopo di identificare la possibilità di *spalling* nell'attraversamento della formazione dei Graniti di Bressanone, al variare della copertura.

Dall'analisi dei risultati si deduce che potenzialmente nell'ammasso si potrebbe verificare al più un lieve e/o moderato *spalling* in corrispondenza delle coperture massime (circa 600÷750m).

A valle di questo, è necessario valutare la reale suscettibilità intrinseca del granito al fenomeno, legata essenzialmente alle relative capacità di immagazzinamento di energia e di successivo rilascio istantaneo della stessa con meccanismo di rottura fragile. In generale tali caratteristiche sono associabili ad ammassi di buone caratteristiche geomeccaniche. Secondo Diederichs (2005), per la quantificazione della predisposizione intrinseca al fenomeno, è opportuno il riferimento alla combinazione di parametri come l'Indice di Fragilità ( $IF = \sigma_c / |\sigma_t|$ ) oppure  $IF = m_i$  (costante di Hoek-Brown) e la resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa  $\sigma_c$ , secondo lo schema classificativo evidenziato nella seguente tabella.

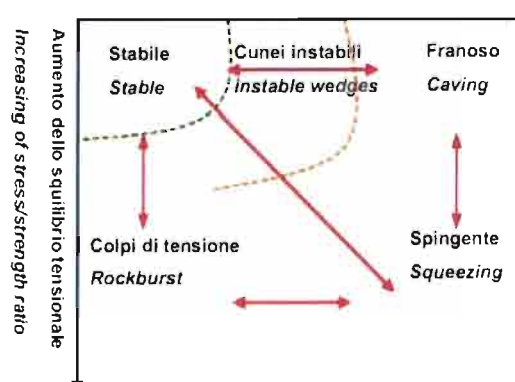
IF= $\sigma_c/ \sigma_t $	Suscettibilità		$\sigma_c$ (MPa) [se IF>8]
	← rottura fragile	rottura fragile → violenta	
<6	molto bassa		<60
6-8	bassa		60-80
8-12	media		80-120
12-18	elevata		120-180
>18	molto elevata		>180


Considerando che il valore della costante di Hoek-Brown  $m_i$  adottato per il granito è pari a 32 (da letteratura) e quindi  $IF > 8$ , e considerando che i valori della resistenza a compressione monoassiale sono compresi tra 83÷160 MPa, si ricava che la suscettibilità alla rottura fragile violenta per il granito potrebbe variare tra bassa ed elevata.

Per un inquadramento del comportamento allo scavo basato anche su analisi di tipo geostrutturale, è stato valutato il valore dell'indice RMR di Bieniawski in corrispondenza del granito ed è stata determinata la classe di qualità dell'ammasso:

LITOTIPI - FORMAZIONI DI SUBSTRATO	GSI		Coperture (m)		RMR	Classe
	min	max	min	max		
Granito	55	82	20	760	74	II
Zone tettonizzate in granito	55		30	520	60	III

Peggioramento della qualità geostrutturale (RMR=I–V)  
Worsening of geostuctural quality (RMR=I–V)



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Im Lichte dieser Bewertung (Klasse II und/oder III) geht hervor, dass die Gefahr potentieller *Spalling-/Rockburst*-Phänomene bei Granit der Klasse II (gute Gesteinsmasse) wahrscheinlich ist.

Obwohl durch, vom Spannungszustand abhängige, semiempirische Formulierungen festgestellt wurde, dass es im Granit potentiell zu leichtem und/oder mäßigem *Spalling* kommen könnte, wurde letztendlich durch die Analyse der Geostrukturen sowie der dem Gestein innewohnenden Neigung herausgefunden, dass Granit unter optimalen Festigkeits- und Strukturbedingungen dennoch von Absplitterungserscheinungen betroffen werden könnte. Aus diesem Grund wird in den Bereichen mit den größten Überlagerungsstärken ein Monitoring-System eingeplant, mit dem die Mikroerschütterungen überwacht werden, die durch *Rockburst/Spalling* verursacht werden.

#### Definition von Teilstrecken mit gleichmäßigem Spannungs- und Verformungsverhalten

Auf Grundlage der Ergebnisse oben beschriebener Analysen wurde die Strecke in Teilabschnitte mit gleichmäßigem Spannungs- und Verformungsverhalten eingeteilt.

#### Schalderer Tunnel

Im Brixner Granit erweist sich das Verhalten der Masse beim Ausbruch als vorwiegend stabil (A). Dieses Verhalten könnte lokal auch in Bruchzonen und bei der Durchquerung von Störungszonen vorhanden sein, wo die Reaktion der Gesteinsmasse auf den Ausbruch jedoch vorwiegend Typ B (kurzfristig stabil) entspricht. Etwaige Instabilität der Höhle steht in Verbindung mit der dem Granit innewohnenden *Spalling*-Neigung.

Bei den Brixner Phylliten erweist sich das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch als vorwiegend stabil (A) möglicherweise mit lokalen Situationen, in denen die Ortsbrust sich als nur kurzfristig stabil (B) erweisen kann. Das Verhalten des Typs B herrscht in Störungszonen vor, wo auch lokale Situationen möglich sind, in denen die Ortsbrust instabil sein kann: In diesen Teilabschnitten wird die Möglichkeit eines Verformungsverhaltens beim Ausbruch vom Typ „C“ (instabil) vorausgesehen.

Im Brixner Diorit, den der Tunnel mit niedrigen Überlagerungen ( $z < 70$  m) durchquert, ergibt sich das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch als vorwiegend stabil (A), mit der Möglichkeit von kurzfristig stabilem Verhalten (B).

#### Grödner Tunnel

Dieser Tunnel verläuft ganz im Brixner Phyllit. Das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch erweist sich als vorwiegend stabil (A) möglicherweise mit lokalen Situationen, in denen die Ortsbrust sich als nur kurzfristig stabil (B) erweisen kann. In brüchigeren Bereichen entspricht die Reaktion der Gesteinsmasse auf den Ausbruch dem Typ B (kurzfristig stabil). Bei der Durchquerung von Verwerfungszonen sind lokale Situationen möglich, in denen die Ortsbrust sich als instabil erweisen kann. Es wird ein Verformungsverhalten beim Ausbruch von Kategorie „C“ (instabil) vorausgesehen. Instabilität kann vor allem in Zonen auftreten, in denen Graphitlagen festgestellt worden sind (von km 17+700 bis pk 18+100), welche durch niedrige Werte für  $\sigma_{ci}$ , niedrigen GSI und daher größere Wahrscheinlichkeit für *Squeezing*-Phänomene gekennzeichnet sind.

#### Verknüpfungen Franzensfeste

Im Brixner Granit erweist sich das Verhalten der Masse beim Ausbruch als vorwiegend stabil (A). In Bruchzonen und bei der Durchquerung von Störungszonen entspricht die Reaktion der Gesteinsmasse beim Ausbruch vorwiegend Typ B (kurzfristig stabil). Instabilität der Höhle, die vor allem in Zusammenhang mit der dem Granit innewohnenden *Spalling*-Neigung steht, kann bei größeren Überlagerungsstärken (760 m) auftreten.

Alla luce di tale valutazione (classe II e/o III), si evince che il rischio di potenziali fenomeni *spalling/rockburst* risulta probabile nel granito caratterizzato da classe II (ammasso buono).

Quindi, nonostante sia stato verificato attraverso le formulazioni semi-empiriche, funzioni dello stato tensionale, che nel granito si potrebbe verificare potenzialmente al più lieve e/o moderato *spalling*, attraverso analisi di tipo geostrutturale e riguardanti la suscettibilità intrinseca dell'ammasso al fenomeno, si evince che comunque il granito nelle condizioni ottimali di resistenza e strutturali potrebbe essere interessato da fenomeni di splaccaggio. Per questo nelle zone di massima copertura, sarà previsto un sistema di monitoraggio atto a controllare i microtremiti indotti dai possibili fenomeni di *rockburst/spalling*.

#### 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.

#### Galleria Scaleres

Nei Graniti di Bressanone il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A). Tale comportamento potrebbe presentarsi 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 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). Il comportamento di tipo B risulterà prevalente nelle zone di faglia, dove sono possibili situazioni locali in cui il fronte può risultare instabile: in queste tratte infatti è stato previsto come eventuale un comportamento deformativo allo scavo di categoria "C" (instabile).

Nelle Dioriti di Bressanone, che la galleria attraversa con basse coperture ( $z < 70\text{m}$ ), il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A), con possibile comportamento stabile a breve termine (B).


#### Galleria Gardena

La galleria si sviluppa interamente nelle Filladi di Bressanone. 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). In corrispondenza delle zone più fratturate la risposta dell'ammasso allo scavo è di tipo B (stabile a breve termine). 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 avere soprattutto nelle zone in cui sono stati riscontrati livelli di grafite (da km 17+700 al pk 18+100), caratterizzate da bassi valori di  $\sigma_{ci}$  e con basso GSI e quindi con maggiore probabilità che si manifestino fenomeni di *squeezing*.

#### Interconnessioni di Fortezza

Nei Graniti di Bressanone il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A). Nelle zone più fratturate e nell'attraversamento delle zone di faglia, la risposta dell'ammasso allo scavo è prevalentemente di tipo B (stabile a breve termine). Instabilità del cavo, legati soprattutto alla suscettibilità intrinseca del granito al fenomeno dello *spalling*, potrebbero verificarsi in corrispondenza delle più alte coperture (760 m).

Nelle Filladi di Bressanone il comportamento dell'ammasso allo scavo è prevalentemente di tipo A, con possibili situazioni locali in cui il fronte può presentarsi stabile a breve termine (B). Il comportamento di tipo B

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Beim Brixner Phyllit entspricht das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch vorwiegend Typ A, möglicherweise mit lokalen Situationen, in denen die Ortsbrust sich als nur kurzfristig stabil (B) erweisen kann. Verhaltenstyp B tritt vor allem an Störungszonen auf, wo die Möglichkeit besteht, dass die Ortsbrust auch instabile Bedingungen aufweist (Verhaltenstyp C).

#### Verknüpfungen Waidbruck

Diese Tunnel verlaufen ganz im Brixner Phyllit. Das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch ist stabil (A) bis km 1+100 für die Verknüpfung Gleis 1 und km 0+500 für Gleis 2. Danach durchqueren die Tunnel ein Gebiet, das durch einen hohen Störungsgrad gekennzeichnet ist, in dem das Verhalten vorwiegend Typ 1 entspricht, jedoch lokale Situationen möglich sind, in denen die Ortsbrust nur kurzfristig stabil ist (B). Bei der Durchquerung von Bruchzonen sind Situationen möglich, in denen die Ortsbrust sich als instabil erweisen kann. In diesen Teilabschnitten wird vorwiegend Verhalten vom Typ B mit wahrscheinlichem Auftreten von Verformungsverhalten beim Ausbruch des Typs „C“ (instabil) vorausgesehen.

#### Fensterstollen Aicha-Vahrn/Forch

In den Schwemmlagerungen entspricht das Verhalten der Gesteinsmasse dem Typ C, während es in den Brixner Phylliten hauptsächlich stabil (A) ausfällt mit der Möglichkeit, dass in stärker gebrochenen Zonen und Störungszonen lokal Situationen mit nur kurzfristiger Stabilität der Ortsbrust (B) auftreten können.

#### Fensterstollen Albeins

Dieser Tunnel verläuft ganz im Brixner Phyllit. Das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch ist vorwiegend stabil (A) mit möglichem Verhalten vom Typ B. In stärker gebrochenen Bereichen und Störungszonen entspricht die Reaktion der Gesteinsmasse dem Typ B (kurzfristig stabil) mit möglichem Auftreten von lokalen Situationen mit instabiler Ortsbrust (Typ C).

#### Fensterstollen Klausen

Dieser Tunnel verläuft ganz im Brixner Phyllit. Das Verhalten der Gesteinsmasse beim Ausbruch ist vorwiegend stabil (A) mit möglichem Verhalten vom Typ B. In Störungszonen und Zonen, die durch Schnittflächen gekennzeichnet sind, wird vorwiegend kurzfristig stabiles Verhalten (B) der Gesteinsmasse vorausgesehen mit möglichem Auftreten von Typ C aufgrund von *Squeezing*-Phänomenen.

Eine detaillierte Übersicht der Verhaltensvorhersage für die Ortsbrust wird für die Teilabschnitte mit einheitlichem Verhalten unter den geotechnischen Profilen aufgeführt.

risulterà prevalente nelle zone di faglia, dove è possibile che il fronte allo scavo si presenti anche in condizioni instabili (comportamento C).

#### Interconnessioni di Ponte Gardena

Le gallerie si sviluppano interamente nella Fillade di Bressanone. Il comportamento dell'ammasso allo scavo è stabile (A), fino al km 1+100 per l'interconnessione dispari e km 0+500 per l'interconnessione pari. Oltre tali progressive le gallerie attraversano una zona caratterizzata da un intenso grado di fatturazione, in cui il comportamento sarà prevalentemente di tipo A, ma con possibili situazioni locali in cui il fronte possa presentarsi stabile a breve termine (B). Nell'attraversamento di zone di faglia sono possibili situazioni in cui il fronte può risultare instabile: in queste tratte è stato previsto comportamento B prevalente, con probabile comportamento deformativo allo scavo di categoria "C" (instabile).

#### Finestra di Aica-Varna/Forch

Nei depositi alluvionali, il comportamento dell'ammasso allo scavo sarà di tipo C, mentre nelle Filladi di Bressanone risulta in prevalenza stabile (A), con possibili situazioni locali, nelle zone maggiormente fratturate e nelle zone di faglia, in cui il fronte può presentarsi stabile a breve termine (B).

#### Finestra di Albes

La galleria si sviluppa interamente nelle Filladi di Bressanone. Il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A), con possibile comportamento B. In corrispondenza delle zone più fratturate e nelle zone di faglia, la risposta dell'ammasso allo scavo è di tipo B (stabile a breve termine), con possibili situazioni locali in cui il fronte può risultare instabile (comportamento C).

#### Finestra di Chiusa

La galleria si sviluppa interamente nelle Filladi di Bressanone. Il comportamento dell'ammasso allo scavo risulta in prevalenza stabile (A), con possibile comportamento B. Nelle zone di faglia o caratterizzate dalla presenza di superfici di taglio, il comportamento dell'ammasso allo scavo è previsto prevalentemente stabile a breve termine (B), con possibile comportamento di tipo C, per eventuali fenomeni di *squeezing*.

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

### 11.8.3 Potentielle Risiken in Verbindung mit dem Tunnelbau

Auf Grundlage der Hinweise aus der Erkundungsphase (geologisch-hydrogeologische Studie und geotechnische Studie) sowie der Ergebnisse der Analyse des Spannungs- und Verformungsverhaltens der Gesteinsmasse beim Ausbruch wurden die potentiellen Risiken herausgearbeitet, welche mit der Realisierung der Tunnel in konventioneller und maschineller Vortriebsweise verbunden sind:

	RISIKEN	GEOTECHNISCHE BEDINGUNGEN
1	<b>Instabilität von Ortsbrust und Höhle</b>	Wahrscheinlich bei der Durchquerung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zonen mit niedriger Überlagerung bei Materialien mit minderwertigen mechanischen Eigenschaften</li> <li>– tektonisierten Zonen mit Schnittflächen</li> <li>– lithologischen Übergangsgebieten</li> </ul>
2	<b>Große Verformungen (squeezing)</b>	Wahrscheinlich bei der Durchquerung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>– tektonisierten Phylliten mit Überlagerungsstärke über 400m</li> </ul>
3	<b>Spröder Bruch (spalling)</b>	Möglich bei der Durchquerung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Granit mit Überlagerung über 600m.</li> </ul>
4	<b>Dissymmetrische Schübe</b>	Möglich bei der Durchquerung von tektonisierten Zonen mit subparallel zur Tunnelachse verlaufenden Klüften.
5	<b>Sickerwasser</b>	Wahrscheinlich bei der Durchquerung von tektonisierten Zonen
6	<b>Störwirkung auf Quellen/ Oberflächengewässer</b>	Wahrscheinlich bei der Durchquerung von tektonisierten Zonen
7	<b>Beeinträchtigungen von unterquerten Infrastrukturen</b>	Wahrscheinlich bei der Unterquerung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Autobahn A22 und Brennereisenbahn (Fensterstollen Aicha-Vahrn)</li> <li>– Autobahn A22 (Verknüpfung Waidbruck)</li> </ul>

Die Risikomanagementstrategien für die Ausführungsphase sind im Kapitel beschrieben, das der Definition der Projektlösungen gewidmet ist (Therapiephase).




### 11.8.3 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:

	<b>RISCHI</b>	<b>CONDIZIONI GEOTECNICHE</b>
1	<b>Instabilità del fronte e del cavo</b>	Probabili nell'attraversamento di: <ul style="list-style-type: none"> <li>– zone con bassa copertura in presenza di materiali di scadenti caratteristiche meccaniche</li> <li>– zone tettonizzate e con superfici di taglio</li> <li>– zone di transizione litologica</li> </ul>
2	<b>Grandi deformazioni (squeezing)</b>	Probabili nell'attraversamento di: <ul style="list-style-type: none"> <li>– filladi tettonizzate per coperture superiori a 400 m.</li> </ul>
3	<b>Rotture fragili (spalling)</b>	Possibili nell'attraversamento di: <ul style="list-style-type: none"> <li>– graniti per superiori a 600 m.</li> </ul>
4	<b>Spinte dissimmetriche</b>	Probabili nell'attraversamento di zone tettonizzate con discontinuità sub-parallele all'asse della galleria.
5	<b>Venute d'acqua</b>	Probabili nell'attraversamento di zone tettonizzate
6	<b>Interferenza con sorgenti/corsi d'acqua superficiali</b>	Probabili nell'attraversamento di zone tettonizzate
7	<b>Risentimenti sulle infrastrutture sotto attraversate</b>	Probabili nel sotto attraversamento di: <ul style="list-style-type: none"> <li>– autostrada A22 e linea ferroviaria del Brennero (Finestra di Aica-Varna)</li> <li>– autostrada A22 (interconnessioni di Ponte Gardena)</li> </ul>

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

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	129 von 270

## 11.9 THERAPIEPHASE

Während der Therapiephase werden auf Grundlage der in der Erkundungsphase und durch die Analyse des Verformungsverhaltens beim Aushub (Diagnosephase) gewonnenen Erkenntnisse die passenden Aushubmethoden und die zur Gewährleistung der kurz- und langfristigen Stabilität der Tunnelhöhle erforderlichen Maßnahmen erarbeitet. Nachstehend werden die Haupteigenschaften der Regelquerschnitte für den Vortrieb und deren Anwendungsbereiche in Bezugnahme auf die Bereiche mit einheitlichem Verhalten beschrieben, die in der Diagnosephase ausfindig gemacht worden sind.

### 11.9.1 Ausbruchmethode

#### 11.9.1.1 Auswahlkriterien für das Ausbruchsystem

Die Wahl der geeignetsten Ausbruchmethode für die Realisierung der bergmännisch vorgetriebenen Schalderer und Grödner Tunnel stützt sich in erster Linie auf die Analyse des Strecken- und Höhenverlaufs, auf die geologisch-hydrogeologische Einordnung, auf die Vorhersage des Verformungsverhaltens (Bestimmung der Verhatenskategorie) und auf die Tunnelkonfiguration (eingleisig in Doppelröhre).

Die Hauptkriterien dabei sind:

- die Notwendigkeit, sowohl während der Bauphase (für Umwelt und Beschäftigte) als auch während der Betriebsphase unter optimalen Sicherheitsbedingungen zu arbeiten,
- die Überwindung von aus geologischer und hydrogeologischer Sicht potentiell kritischen Bereichen (tektonisierte Zonen),
- die Eindämmung der Ortsbrust zur Vermeidung von deren Instabilität in Verbindung mit geotechnischen und hydrogeologischen Zuständen der durchquerten Gesteinsgefüge.

Abgesehen von diesen Kriterien, wurden noch weitere in Erwägung gezogen, insbesondere solche, die aufgrund der Notwendigkeit einprogrammiert wurden, etwaige zeitliche Verschiebungen zwischen Baulos 1 und Brennerbasistunnel zu vermeiden, woraus sich die Definition eines geeigneten Logistik- und Organisationssystems und die Eröffnung mehrerer gleichzeitiger Ortsbrüste ergaben.

Daraus leitet sich ein Kompromiss ab, bei dem an den Trassen der Strecken- und Verknüpfungstunnel der Vortrieb zu ca. 60% konventionell und zu ca. 40% mit TBM erfolgt, obwohl die Eigenschaften der entlang der Trasse vorhandenen Gesteinsmassen einen weit größeren Einsatz des maschinellen Vortriebs zulassen würden.



Abbildung 11. 40 – Prozentanteil der verwendeten Vortriebssysteme

## 11.9 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. Sono di seguito descritte le caratteristiche principali delle sezioni tipo di avanzamento e il loro campo di applicazione, con riferimento alle zone a comportamento omogeneo, individuate in fase di diagnosi.

### 11.9.1 Metodologia di scavo

#### 11.9.1.1 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;

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, 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 60% circa e dello scavo meccanizzato per il 40% circa, sebbene le caratteristiche degli ammassi rocciosi presenti lungo il tracciato consentirebbero un uso molto più esteso di sistemi meccanizzati di scavo.

**Percentuale di utilizzo delle tipologie di scavo nelle gallerie di linea e di interconnessione**

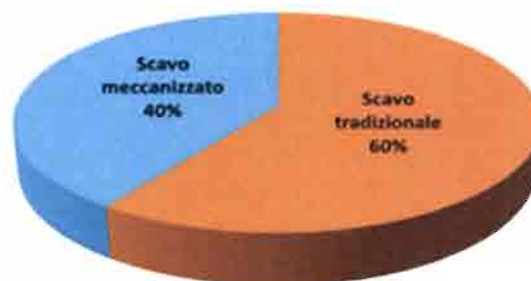



Figura 11.40 - Tipologie di scavo utilizzate in percentuale

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	130 von 270

Im Schalderer Tunnel besteht die Gesteinsmasse vorwiegend aus zwei Gesteinsarten, dem Brixner Granit im Nordabschnitt des Tunnels und dem Brixner Quarzphyllit im Großteil der restlichen Strecke.

Im Grödner Tunnel besteht die Gesteinsmasse vorwiegend aus einer Gesteinsart: dem Brixner Quarzphyllit.

Beide Gesteinsmassen weisen allgemein gute geotechnische Merkmale auf, obwohl Störungszonen mit sowohl gestreuter als auch in einigen Abschnitten konzentrierter Verteilung der Brüche vorhanden sind, welche den Einsatz besonderer Vorsichtsmaßnahmen für den Vortrieb mit TBM erforderlich machen.

Für die beiden geprüften Tunnel einschließlich der Verknüpfungstunnel wird der Einsatz von konventionellen und maschinellen Vortriebssystemen in der Aufteilung geplant, die nachstehend für jeden Tunnel definiert und in folgender Abbildung schematisch dargestellt wird.

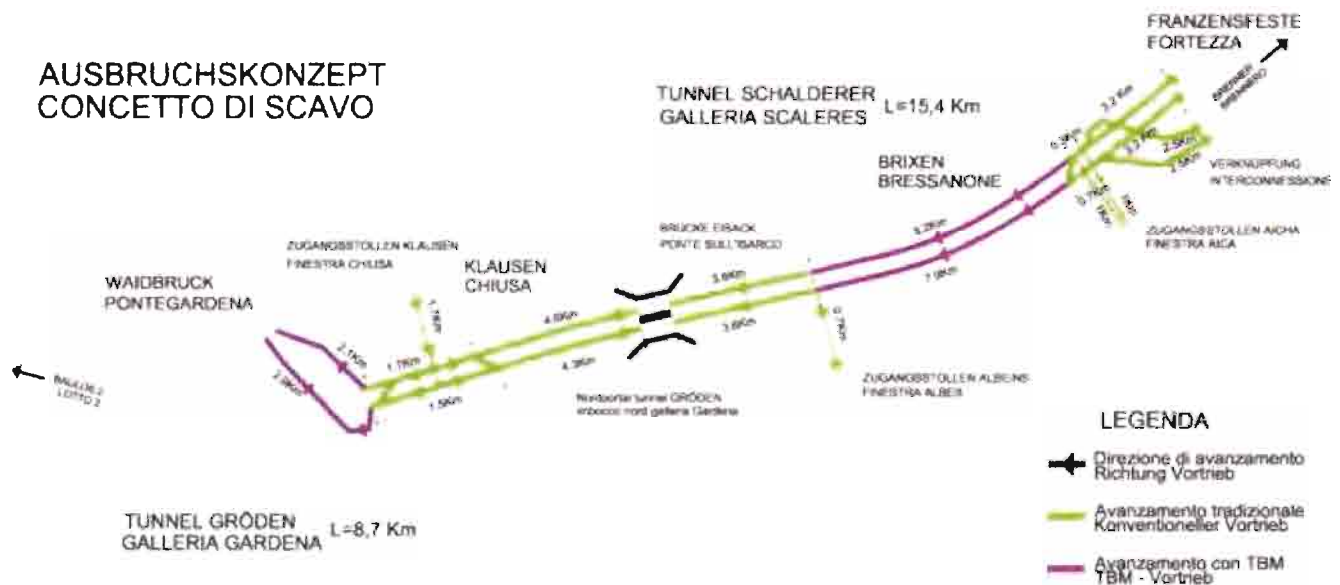


Abbildung 11.41 - Ausbruchsysteme

#### Ausbruchmethoden im Schalderer Tunnel

Für den Schalderer Tunnel sind zwei entlang der Strecke ansetzende Baustollen vorgesehen: der Aicha-Vahrn-Fensterstollen und der Fensterstollen Albeins, die im konventionellen Vortrieb erstellt werden. Der Zweck dieser Fensterstollen besteht darin, dass an mehreren Ortsbrüsten gleichzeitig gearbeitet wird, um die Bauzeiten des Tunnels zu verkürzen. Auf diese Art und Weise wird der Tunnel in drei Teilabschnitte unterteilt.

Der erste verläuft von der Kaverne an der GVS Schalderer bis zu den Portalen bei Franzensfeste mit einer Länge von ca. 3,5 km für Gleis 2 und 3,7 km für Gleis 1. Der Vortrieb erfolgt konventionell. Der Ausbruch von der GVS Schalderer bis ca 300 m über die Verknüpfungsquerschnitte (Kavernen) hinaus verläuft im Brixner Quarzphyllit und von dieser Stelle bis zu den Nordportalen in Franzensfeste im Brixner Granit, die beide über gute geotechnische Eigenschaften verfügen.

Der zweite Abschnitt beginnt direkt nach der GVS Schalderer und reicht bis zum Fensterstollen Albeins mit ca. 8 km Länge: Der Vortrieb erfolgt mit TBM im Brixner Quarzphyllit.

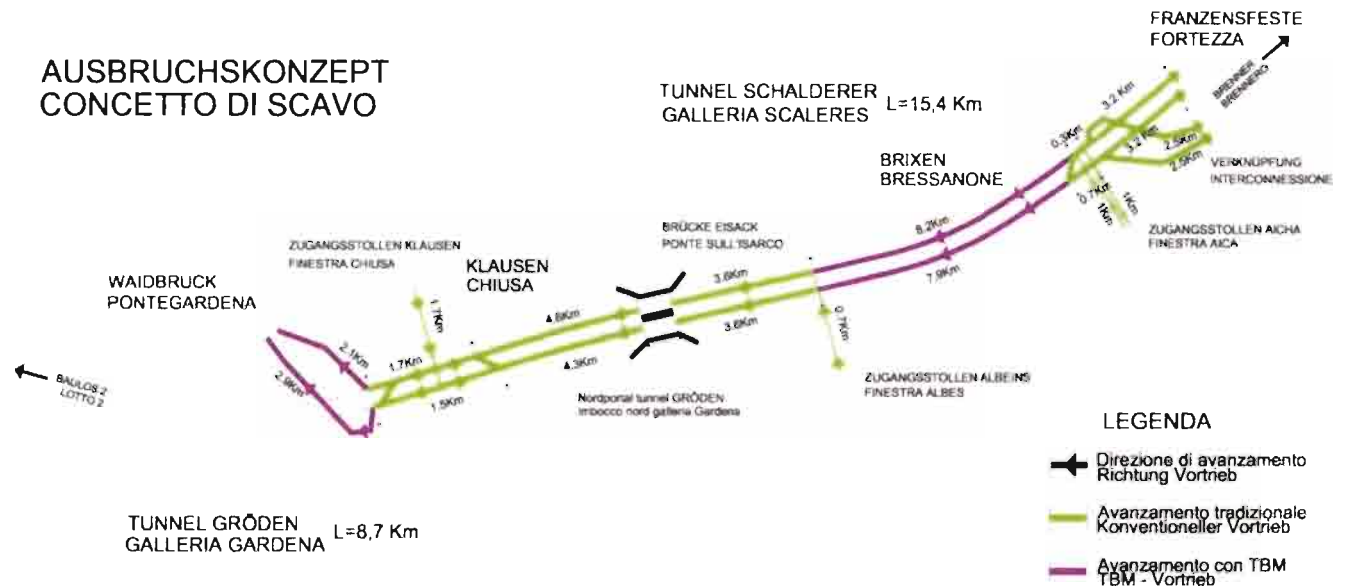
Der dritte Abschnitt verläuft vom Fensterstollen Albeins bis zum Südportal über ca. 3,6 km, der Vortrieb erfolgt konventionell im Brixner Quarzphyllit.

Nella galleria Scaleres l'ammasso roccioso è rappresentato prevalentemente da due principali litologie, i Graniti di Bressanone nella porzione Nord della galleria e le Filladi quarzifere di Bressanone su gran parte del resto del tracciato.

Nella galleria Gardena l'ammasso roccioso è prevalentemente costituito da una sola litologia: le Filladi quarzifere di Bressanone.

Entrambi gli ammassi rocciosi appaiono dotati 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 le TBM.

Per le due gallerie in esame, comprese le gallerie di interconnessione, si prevede l'applicazione di sistemi di scavo in tradizionale e meccanizzato secondo la distribuzione di seguito definita per ciascuna galleria e schematicamente rappresentato nella figura seguente.



**Figura 11.41 - Sistemi di scavo**

### Metodi di scavo nella Galleria Scaleres

La galleria Scaleres prevede due finestre costruttive intermedie, la doppia finestra di Aica-Varna e la finestra di Albes realizzate con metodo di scavo tradizionale. Scopo di tali finestre è aumentare i fronti di scavo per contenere i tempi di costruzione del tunnel. In tal modo la galleria risulta suddivisa in tre tratte.

La prima si sviluppa tra il camerone P.C. Scaleres, incluso, sino ai portali nella zona di Fortezza, con estensione pari a 3,5 km B.P./3,7 km B.D circa. L'avanzamento è previsto in scavo tradizionale. Lo scavo dal P.C. Scaleres sino a 300 m circa oltre i camerone di interconnessione si svolge nelle Filladi quarzifere di Bressanone, da questo punto sino ai portali Nord di Fortezza si svolge nei Graniti di Bressanone, dotati di buone caratteristiche geotecniche.

La seconda tratta si sviluppa immediatamente a valle del P.C. Scaleres sino alla finestra di Albes, per circa 8 km: l'avanzamento è previsto in scavo meccanizzato nelle Filladi quarzifere di Bressanone.

La terza tratta si sviluppa dalla finestra di Albes sino all'imbocco sud per 3,6 km circa, l'avanzamento è previsto in scavo tradizionale nelle Filladi quarzifere di Bressanone.

Im ersten Abschnitt zwingt die Präsenz großer Kavernen mit variierenden Querschnitten zum Einsatz konventioneller Vortriebsmethoden. Im an die Kavernen anschließenden Abschnitt bis zu den Nordportalen könnten sowohl Strecken- als auch Verknüpfungstunnel angesichts der guten geotechnischen Merkmale des Granits mit TBM ausgebrochen werden. Die Entscheidung, stattdessen im konventionellen Vortrieb zu arbeiten, ist auf Planungsanforderungen zurückzuführen. In der Tat ist es dank der Strukturierung des Organisations- und Logistiksystems mit dem doppelten Fensterstollen Aicha-Vahrn möglich, gleichzeitig vier konventionelle Ortsbrüste in Nordrichtung – zwei für die Streckentunnel und zwei für die Verknüpfungstunnel - zu unterhalten. Dabei würde der Einsatz des maschinellen Vortriebs, der zur Kostenrationalisierung mit nur einer TBM geplant ist, zahlreiche Montage- und Demontevorgänge der Maschine erforderlich machen, die sich negativ auf die Gesamtbauzeiten auswirken würden. Es kann somit bekräftigt werden, dass aus dem Blickwinkel der Baudauer gesehen, in diesem Abschnitt der Einsatz des konventionellen Vortriebs günstiger erscheint.

Der zweite Abschnitt ist um vieles länger, daher wurde angesichts der geotechnischen Eigenschaften der durchquerten Gesteinsgefüge, die sich hauptsächlich aus Quarzphyllit zusammensetzen, der Einsatz des maschinellen Vortriebs vorgesehen, wobei für die Organisation der Logistik der Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd zum Einsatz kommt.

Der Vortrieb könnte mit TBM bis zum Südportal weitergeführt werden, die Dauer wäre jedoch nicht mit der für den Schalderer Tunnel geplanten Gesamtbauzeit vereinbar. Daher wurde die Eröffnung einer weiteren Ortsbrüst in konventionellem Vortrieb in Südrichtung ausgehend von der Einbindung des Albeins-Fensters für den Bau des letzten Tunnelabschnitts vorgesehen, dessen Realisierung im Verhältnis zum Rest des Tunnels im Schatten liegt.

#### Ausbruchmethoden im Grödner Tunnel

Der Grödner Tunnel sollte ganz im konventionellen Vortrieb errichtet werden, während die Verknüpfungstollen nach Abschluss des Grödner Streckentunnels mit TBM realisiert werden sollen.

Obwohl sich die geotechnischen Eigenschaften der durchquerten Gesteinsmassen (hauptsächlich Quarzphyllit) für den TBM-Vortrieb mit vollem Querschnitt anbieten würden, erscheint der Einsatz dieses Systems vom Gesichtspunkt der Logistikorganisation und Baudauer her gesehen zur Einhaltung der geplanten Konstruktionszeiten nicht vorteilhaft. Sollte nämlich der Vortrieb vom Nordportal bis Waidbruck mit der TBM erfolgen, würde der unzureichende Raum in den beiden Portalen die Montage der Maschine und eine korrekte Handhabung des maschinellen Vortriebs nicht zulassen, es sei denn, es würden eigens zwei lange Kavernen angelegt. Abgesehen davon, könnten die Kavernen der GVS Klausen und der Verknüpfung Waidbruck, welche sich durch große Querschnitte mit variabler Geometrie auszeichnen, die lange und komplizierte Realisierungsvorgänge erfordern, erst nach Beendigung der Tunnel errichtet werden. Diese Realisierungsphasen bestehen im Abbruch von Probestücken der Tunnelverkleidung im Anschluss an eine möglicherweise erforderliche Verfestigungsbehandlung der hinter den Fertigbau-Verkleidungsringen liegenden Gesteinsmassen und der anschließenden Erweiterung des Tunnels zur Kaverne mit Verlegen der zweiten und endgültigen Auskleidung.

Der entlang der Strecke ansetzende, konventionell vorgetriebene Fensterstollen (Abfahrt Klausen) soll zur Anlage einer weiteren Vortriebsfront und Kürzung der Bauzeit dienen.

Die getroffene Wahl, bei der für den Grödner Tunnel drei konventionelle Ortsbrüste vorgesehen sind – eine vom Nordportal abwärts und die anderen beiden ausgehend vom Ansatz der Abfahrt Klausen mit den Streckentunneln (einer bergan Richtung Norden und der andere bergab Richtung Süden bis einschließlich zu den Verknüpfungskavernen) – gestattet die Einhaltung der vom Durchführungsprogramm des Vorprojekts 2003 vorgesehenen Zeiten.

Für die Verknüpfungstunnel ist hingegen der Einsatz des maschinellen Vortriebs ausgehend von den Verknüpfungskavernen geplant. Diese Entscheidung stützt sich auf die Notwendigkeit, die Autobahn A22 unter sicheren Bedingungen zu unterqueren (Damm und Fundamente des Viadukts Belprato), indem eine TBM mit Druckschild zum Einsatz kommt. Die nacheinander erfolgende Realisierung der beiden Tunnel mit

Nella prima tratta la presenza di cameroni di grande diametro a sezioni variabili impone l'uso dello scavo in tradizionale. Nella porzione successiva ai cameroni, sino ai portali Nord, le gallerie di linea e di interconnessione, viste le buone caratteristiche geotecniche dei graniti, potrebbero essere scavate con la TBM. La scelta di adottare invece il metodo di scavo in tradizionale deriva da esigenze programmatiche. Infatti, per come è strutturato il sistema organizzativo e logistico rappresentato dalla doppia finestra di Aica-Varna, è possibile realizzare la contemporaneità di quattro fronti di scavo in tradizionale verso nord, due per le gallerie di linea e due per le gallerie di interconnessione. Viceversa l'impiego dello scavo meccanizzato, previsto con una sola TBM per razionalità di costi, comporterebbe numerosi montaggi e smontaggi della macchina che penalizzerebbero i tempi complessivi di costruzione. E' quindi possibile affermare che dal punto di vista della tempistica appare più vantaggioso, in questa tratta, l'impiego dello scavo in tradizionale.

La seconda tratta presenta la maggiore estensione e pertanto, viste anche le caratteristiche geotecniche dell'ammasso attraversato, costituito in prevalenza da filladi quarzifere, è stato previsto l'impiego dello scavo meccanizzato, utilizzando per l'organizzazione logistica la finestra di Aica-Varna Sud.

Lo scavo potrebbe continuare con la TBM sino all'imbocco Sud, ma i tempi non sarebbero compatibili con la durata complessiva prevista per la galleria Scaleres. È stata pertanto previsto l'apertura di un fronte in scavo tradizionale verso sud a partire dall'innesto della finestra di Albes per la costruzione dell'ultima tratta di galleria, la cui realizzazione è in ombra rispetto allo scavo del resto della galleria.

#### Metodi di scavo nella Galleria Gardena

La galleria Gardena è stata prevista tutta in scavo tradizionale, le gallerie di interconnessione invece verranno realizzate in scavo meccanizzato al termine della costruzione della Gardena.


Nonostante le caratteristiche geotecniche degli ammassi rocciosi attraversati (costituiti prevalentemente da filladi quarzifere), 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. Ipotizzando infatti di scavare con le TBM dall'imbocco Nord sino a Ponte Gardena, gli insufficienti spazi presenti ai portali non consentono il montaggio delle macchine, se non attraverso la realizzazione di due lunghi cameroni iniziali, e la corretta gestione dello scavo meccanizzato. Inoltre i cameroni dei P.C. di Chiusa e di interconnessione di Ponte Gardena, caratterizzati da ampie sezioni a geometria variabile, che comportano lunghe e complesse fasi realizzative, potrebbero essere realizzati solo dopo l'ultimazione delle gallerie. Tali fasi consistono nella demolizione per campioni del rivestimento della galleria, previo eventuali trattamenti di consolidamento dell'ammasso a tergo degli anelli prefabbricati, e nel successivo allargò del cavo con posa del rivestimento secondario e definitivo.

La finestra intermedia (discenderia di Chiusa), realizzata in scavo tradizionale, è prevista per aumentare i fronti di scavo e contenere i tempi di costruzione del tunnel.

La soluzione scelta, che prevede per la galleria Gardena tre fronti di avanzamento in tradizionale, uno dall'imbocco Nord a scendere e gli altri due a partire dall'innesto della discenderia di Chiusa con le gallerie di linea (uno a salire verso Nord e l'altro a scendere verso Sud sino ai cameroni di interconnessione compresi), consente di rispettare i tempi di realizzazione previsti nel programma lavori di P.P. 2003.

Per le gallerie di interconnessione, invece, è previsto l'impiego dello scavo meccanizzato a partire dai cameroni di interconnessione. Tale scelta deriva dalla necessità di sottopassare in sicurezza l'autostrada



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

nur einer Maschine bringt keine zeitlichen Nachteile im Hinblick auf die Gesamtdauer der Bauarbeiten für das Grödner Tunnelsystem mit sich, denn die Zeiten sind auf jeden Fall kürzer als die des Schalderer Tunnels.

#### 11.9 .1.2 Konventionelle Ausbruchmethode

Hinsichtlich der Vortriebsmethode für die Tunnel ist der Einsatz des Ausbruchs mit vollem Querschnitt mittels Sprengstoff, Meißel, Bagger oder Punktfräse je nach geotechnischen Eigenschaften der durchquerten Gesteinsmassen und deren Verhalten geplant.

Bei der Durchquerung von Bruchzonen oder unzusammenhängenden Ablagerungen werden Maßnahmen zur vorgezogenen Verfestigung der Ortsbrust und/oder der Ausbruchskonturen sowie vorgezogene Stützmaßnahmen zum Einsatz kommen. Die Maßnahmen am Umriss haben die Funktion, den Vortriebskern zu „entlasten“, indem in Kombination mit den direkt an der Ortsbrust ansetzenden Maßnahmen die Extrusionsverformungen und die Konvergenz reduziert werden, sodass die Ausdehnung des plastizierten Bereichs an der Höhlenkontur in Grenzen gehalten wird.

Die vorgezogenen Stützmaßnahmen bestehen aus Metallrohren am First. Bei schiebender Gesteinsmasse werden stattdessen durchgehende Verankerungsbolzen mit ca. 20° Neigung zur Längsachse des Tunnels verwendet.

Die vorgezogenen Maßnahmen zur Eindämmung von gebrochenen und beeinträchtigten Gefügen an der Ortsbrust sowie bei Schubverhalten werden mit strukturellen Elementen aus GFK mit einfacher Zementierung realisiert. Bei Böden mit größerer Durchlässigkeit und unzusammenhängendem Verhalten, wie Schwemm- und fluvioglazialen Ablagerungen, sind Eingriffe durch Jet-Grouting, die mit strukturellen GFK-Elementen armiert werden, geplant.

Die Minderungsmaßnahmen während des Vortriebs werden mit dem Düsenstrahlverfahren (jet grouting) oder mittels zementierten oder über Ventile unter Druck eingespritzten GFK-Elementen in Quincunx-Anordnung realisiert, sodass ein verfestigter Bogen gebildet wird.

Die Verkleidung der ersten Phase besteht aus einer Schicht Spritzbeton und einem Lehrgerüst aus Metall, teils auch aus Metallbolzen (mit punktueller oder durchgehender Verankerung), in Abhängigkeit vom strukturellen Trennungsgrad und der vorhergesehenen Belastung der Verkleidung.

Bei starkem Schub wird über die normale Aushubsschablone, die kreisförmig vorgesehen ist, hinaus ausgebrochen und eine vorläufige Auskleidung aus Spritzbeton und verschiebbaren Lehrgerüsten angebracht, das die Kontrolle der an der Höhlenkontur auftretenden Verformung gestattet.

Als endgültige Auskleidung wird normalerweise nicht armierter Beton vorgesehen, mit Ausnahme von Bereichen mit stark gebrochenem Gestein, der Durchquerung von Störungszonen oder bei dissymmetrischem Schub, in denen die Armierung entweder an der Sohle oder sowohl am First als auch an der Sohle vorgesehen ist.

Hinter der definitiven Auskleidung von First und Ulmen wird die Abdichtung verlegt, welche aus einer Schicht Geogewebe und einem PVC-Mantel besteht. Am Fuß der Abdichtung wird für jede Ulm ein Mikro-Schlitzrohr für die etwaige Drainage von Sickerwasser aus dem Gestein verlegt. Bei der Durchquerung stark gebrochener Zonen oder von Gebieten deren unterirdische Wasserführung in Verbindung mit Quellen oder Wasserläufen stehen könnte, sind besondere Maßnahmen und Lösungen entsprechend der Beschreibung unter § 12.2.5 geplant, um eine etwaige Störwirkung des Tunnels auf oberflächliche Wasserressourcen einzugrenzen.

Die im Hinblick auf Typ, Geometrie und Intensität der Eindämmungs- und Stützmaßnahmen unterschiedlichen Projektlösungen sorgen für die Definition der „Ausbruchs- und Verfestigungsquerschnitte“.



A22 (rilevato e fondazioni del viadotto Belprato), utilizzando una TBM con fronte in pressione. La realizzazione in serie delle due gallerie con una sola macchina non comporta svantaggi in termini di durata complessiva della costruzione del sistema galleria Gardena, che rimane in ombra rispetto ai tempi di costruzione della galleria Scaleres.

#### 11.9.1.2 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 ed interventi di presostegno. Gli interventi al contorno assolvono la funzione di "scaricare" il nucleo di scavo, riducendo, in combinazione con gli interventi al fronte, le deformazioni di estrusione e le pre-convergenze, e quindi controllando l'estensione della zona plastica al contorno del cavo.

Gli interventi di presostegno tubi metallici in corrispondenza della calotta. In condizioni di ammasso spingente, invece, saranno adottati bulloni ad ancoraggio continuo inclinati di circa 20° rispetto all'asse longitudinale della galleria.

Gli interventi di precontenimento al fronte in ammassi fratturati ed alterati, e in presenza di comportamento spingente, sono realizzati con elementi strutturali in vetroresina a semplice cementazione. Per i terreni con maggior permeabilità e comportamento incoerente, quali depositi alluvionali e fluvio-glaciali, sono previsti trattamenti in jet-grouting, armati con elementi strutturali in VTR.

Gli interventi di precontenimento in avanzamento sono realizzati con il sistema di jettinazione o mediante elementi in VTR, cementati o iniettati a pressione mediante valvole, con schema a quinconce tale da determinare la formazione di un arco consolidato.

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

In contesti fortemente spingenti si adotteranno sovrascavi rispetto alla sagoma di scavo ordinaria, prevista di forma circolare, e un rivestimento di prima fase costituito da spritz-beton e centine scorrevoli, le quali consentiranno di controllare la deformazione al contorno del cavo

I rivestimenti definitivi sono previsti di regola in calcestruzzo non armato, ad eccezione di zone caratterizzate da rocce molto fratturate, attraversamento di faglie, spinte dissimetriche, per le quali si è prevista armatura o in arco rovescio o sia in calotta che in arco rovescio.

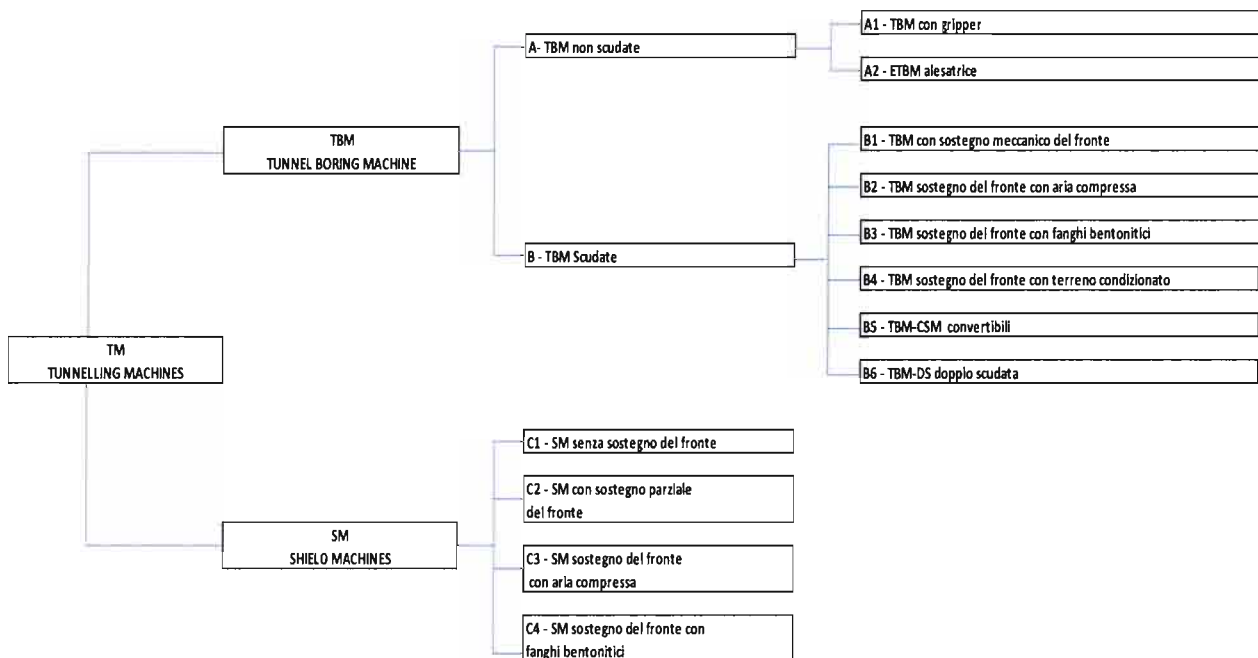
A tergo dei rivestimenti definitivi di calotta e di piedritto si porrà in opera l'impermeabilizzazione, costituita da uno strato di geotessuto e da una guaina in PVC. Al piede dell'impermeabilizzazione, su ciascun piedritto, si disporrà una tubo microfessurato di presidio per eventuale drenaggio delle acque presenti nell'ammasso. Nell'attraversamento di zone molto fratturate e nelle quali il regime idraulico sotterraneo potrebbe essere connesso con sorgenti o corsi d'acqua si prevedono interventi e soluzioni particolari, come descritto nel § 12.2.5, al fine di mitigare l'eventuale interferenza della galleria con le risorse idriche superficiali.

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

### 11.9.1.3 Maschinelle Ausbruchmethode der Tunnel

#### Unterteilung der TBM-Arten in Verbindung mit den geplanten Einsatzbereichen

In nachstehendem Schema werden synthetisch die verschiedenen Typen von Tunnelling Machines (TM), unterteilt nach Typenfamilien in Verbindung mit dem vorhergesehenen Einsatzbereich (geologische Bedingungen und geotechnisch-geomechanische Eigenschaften, Projektvorgaben), aufgeführt.



**Tabelle 11.5 – Einordnungsschema Tunneling Machines**

#### Zusammenhang zwischen TM und Verformungsverhaltensklassen der Ortsbrust

Zur Prüfung des Einsatzbereichs der TBM wurde Bezug genommen auf den Zusammenhang zwischen den Typen von „Tunnelbohrmaschinen“ und den Klassen des Verformungsverhaltens der Ortsbrust auf Grundlage der Methode ADECO-RS, die in nachstehender Tabelle zusammengefasst ist.

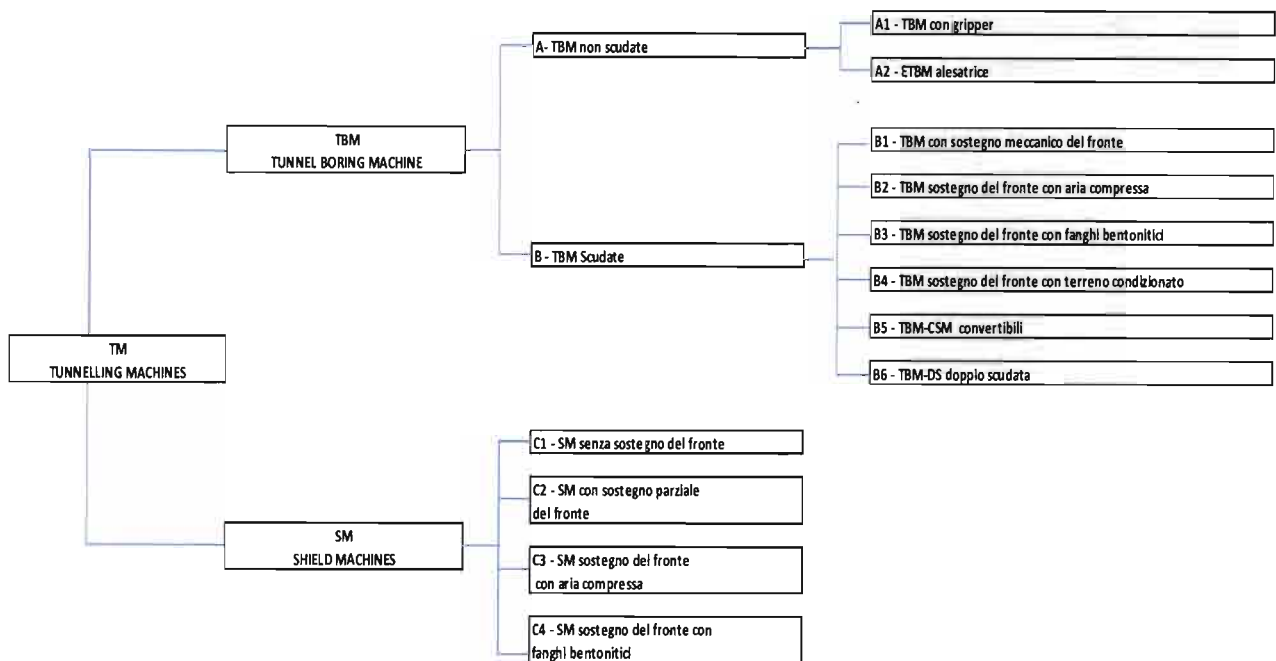
TBM-Typen	Kategorien der Verhaltensarten der Ortsbrust		
	A (stabil)	B (kurzfristig stabil)	C (instabil)
A1	X		
A2	X		
B1	X	X	
B2			X
B3			X
B4			X
B5		X	X
B6	X	X	
C1	X		
C2		X	
C3			X
C4			X

**Tabelle 11.6– Zuordnung der TBM-Typen zu den Verhaltensklassen der Ortsbrust**

### 11.9.1.3 Metodo di scavo meccanizzato delle gallerie

#### 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).




**Tabella 11.5 – Schema classificativi Tunneling Machines**

#### Correlazione tra TM e classi di comportamento deformativo del fronte di scavo

Per la verifica del campo di utilizzo delle TBM è stato fatto riferimento alla correlazione tra le tipologie delle "Tunnelling Machines" con le classi di comportamento deformativo del fronte di scavo secondo il metodo ADECO-RS sintetizzato nella seguente tabella.

Tipologie di TM	Categorie tipo di comportamento del fronte		
	A (stabile)	B (stabile a breve termine)	C (instabile)
A1	X		
A2	X		
B1	X	X	
B2			X
B3			X
B4			X
B5		X	X
B6	X	X	
C1	X		
C2		X	
C3			X
C4			X

**Tabella 11.6 - Correlazione tra tipologie di TM e categorie tipo di comportamento del fronte**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Bestimmung der TBM-Typen, die zur Verwendung kommen sollen (Synthese)

Für die maschinell geplanten Abschnitte wurden einige TBM-Typen in Erwägung gezogen und die auf Grundlage der in der Erkundungs- und Diagnosephase erworbenen Erkenntnisse passendsten Typen unter Bezugnahme auf Tabelle 12.1 festgelegt.

Die Wahl fiel auf den Einsatz von TBM mit einfachem Schild, die für den Ausbruch in Gesteinsgefüge mit Kontrast an der definitiven Auskleidung, die aus Tübbingringen mit wasserdichten Umrissdichtungen besteht, geeignet sind.

Im Prinzip könnte auch eine TBM mit Doppelschild (TBM-DS, Typ B6) verwendet werden, bei der das Verlegen der Fertigteilverkleidung oder eines provisorischen Stützgerüsts gleichzeitig mit dem Gripper-Vortrieb erfolgen kann. Bei Bedarf kann die TBM-DS je nach Eigenschaften der Gesteinsmasse den Vortriebsschub direkt auf die verlegte Fertigteilaukleidung anstatt auf die Gripper ausüben. Die TBM-DS stellt mit Sicherheit eine interessante Lösung dar, die eine größere Produktivität ermöglichen würde als eine einfache TBM mit Einzelschild. So könnte zum Beispiel an den Querschlägen das Verlegen des Fertigteilrings vermieden werden, wenn die geologischen und geotechnischen Merkmale es zulassen, wodurch der Ausbruch der Stollen selbst erleichtert würde. Eine so beschaffene TBM weist jedoch eine größere Länge auf als eine Maschine mit einfachem Schild, was der Projektvorgabe zuwider laufen würde, laut der die Länge des Schilds so kurz wie möglich gewählt werden soll, damit eine angemessene Kegelstumpfkfiguration und ein möglichst weiter Spalt zwischen Schild und Ausbruchprofil für die Überwindung geologisch problematischer Zonen (Squeezing) erhalten wird.

Der Einsatz von offenen TBM, bei denen der Gegendruck mit dem Gripper ausgeübt wird (TBM-G, Typ A1), welche potentiell für den Brixner Granit geeignet wären, wurde hingegen ausgeschlossen, da diese als weniger zuverlässig beim Brixner Quarzphyllit gelten, der variable geomechanische Parameter und unterschiedliche Spannungs- und Verformungsreaktionen beim Ausbruch aufweist. Ferner bietet das System bei fehlendem Schutzschild geringere Sicherheitsgarantien für das Betriebspersonal als eine Schild-TBM. Letztendlich erfolgt die Verlegung der definitiven Verkleidung in einer zweiten Arbeitsphase, entfernt von der Ortsbrust, was eine komplizierte Logistikorganisation erforderlich macht und zu längeren Zeiten und höheren Kosten als beim System mit Schild-TBM führen könnte.

Für den Ausbruch des maschinell vorgetriebenen Abschnitts im Schalderer Tunnel sind zwei Einfachschild-TBM, eine pro Röhre – vorgesehen, während für den Vortrieb der Verknüpfungstunnel in Waidbruck der Einsatz von nur einer Einfachschild-TBM geplant ist. Der Durchmesser der drei TBM ist identisch, die Maschinen gestatten die Einbringung einer wasserdichten Verkleidung aus Betonringen, die aus vorgefertigten Tübbings bestehen.

Für den Schalderer Tunnel wird der Einsatz einer Einfachschild-TBM für Fels (Typ B1) vorgeschlagen, während für die Verknüpfungstunnel in Waidbruck der Einsatz einer TBM-EPB „Dual Mode“ (Typ B5) vorgeschlagen wird, die sowohl im Gestein (im offenen Modus) arbeiten kann als auch in instabilem Erdreich als EPB (Earth Pressure Balance, geschlossener Modus, Stützung der Ortsbrust bei konditioniertem Erdreich), ausgestattet mit einem geeigneten Fräskopf für den Ausbruch in steinigem und lockeren Böden. Die Entscheidung mit einer „kombinierten“ Maschine zu arbeiten, rührt von der Notwendigkeit her, Überschneidungsbereiche unter sicheren Bedingungen zu unterqueren (Damm der Autobahn A22 und Fundamente des Autobahnviadukts „Belprato“).

Bei der TBM-EPB „Dual Mode“ erfolgt die Förderung des Materials aus dem Ausbruchsbereich über zwei Systeme, die separat je nach gewähltem Vortriebsmodus aktiviert werden. Bei der Funktion in der Betriebsart Fels-TBM erfolgt die Beförderung mittels Transportband, bei Betrieb im EPB-Modus wird das Band eingezogen und es tritt eine Förderschnecke in Funktion. In der nachstehenden Abbildung sind die beiden eben beschriebenen Ausbruchsmodi einer TBM-EPB „Dual Mode“ dargestellt, deren geometrische

Definizione delle tipologie di TBM da impiegare (sintesi)

Per le tratte previste in meccanizzato sono state valutate alcune tipologie di TBM, individuando quelle ritenute più valide in base alle fasi conoscitiva e diagnosi e facendo riferimento alla tabella 12.1.

La scelta si è orientata sull'impiego di TBM monoscudate adatte per lo scavo in ammassi rocciosi, con contrasto sul rivestimento definitivo costituito da anelli in conci prefabbricati con guarnizioni perimetrali di tenuta idraulica.

In linea di principio potrebbe essere utilizzata anche una macchina doppio scudata (TBM-DS, tipologia B6) che permette contemporaneamente sia la posa del rivestimento prefabbricato o di un supporto provvisorio centinato che l'avanzamento con gripper. All'occorrenza, in funzione delle caratteristiche dell'ammasso roccioso, la TBM-DS può esercitare la spinta di scavo direttamente sui rivestimenti prefabbricati posti in opera, anziché sui grippers. La TBM-DS è una soluzione senz'altro interessante che permette prestazioni maggiori in termini di produzione rispetto ad una semplice TBM monoscudata. Per esempio in corrispondenza dei cunicoli trasversali di collegamento si eviterebbe la posa dell'anello prefabbricato, qualora le caratteristiche geologiche e geotecniche lo permettessero, facilitando così lo scavo dei cunicoli stessi. Tuttavia una TBM del genere presenta una lunghezza maggiore di una semplice scudata e contrasta con le ipotesi di progetto di limitare il più possibile la lunghezza dello scudo, di avere un'adeguata configurazione tronco-conica per ottenere un gap abbastanza ampio tra scudo e profilo di scavo per il superamento di zone geologicamente difficili (fenomeno dello squeezing).

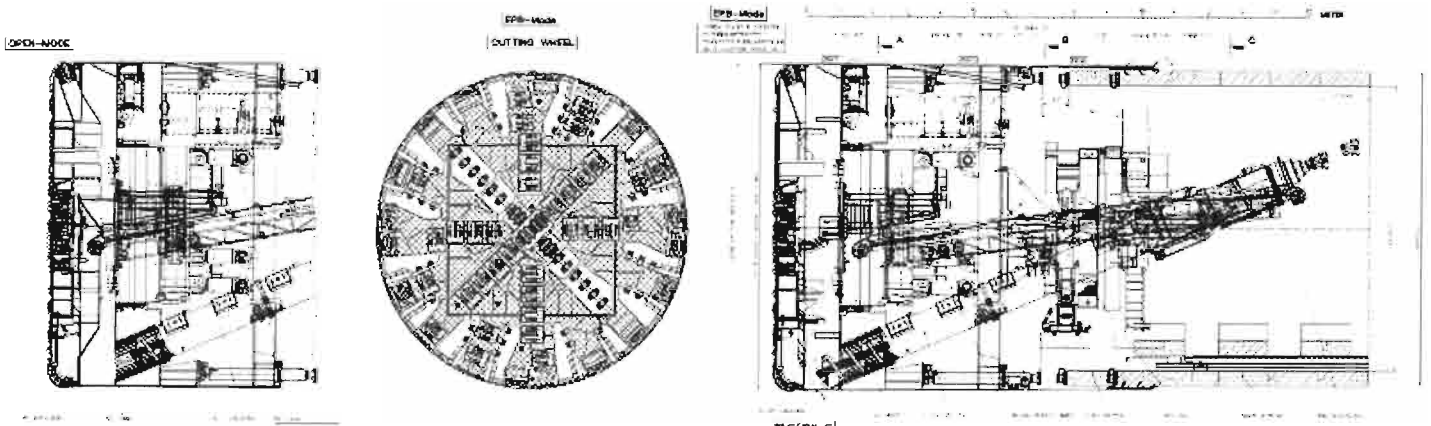
E' stato invece escluso l'impiego di macchine aperte con contrasto tramite gripper (TBM-G, tipologia A1), potenzialmente adatte nei Graniti di Bressanone, ma ritenute meno affidabili nelle Filladi quarzifere di Bressanone che presentano parametri geomeccanici variabili e differenti risposte tensio-deformative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

Per lo scavo del tratto in meccanizzato nella galleria Scaleres sono state previste due TBM monoscudate, una per canna, invece per lo scavo delle gallerie di interconnessione di Ponte Gardena è stato previsto l'impiego di una sola TBM monoscudata. Il diametro delle tre TBM è identico, le macchine permettono l'applicazione di un rivestimento impermeabile in anelli di calcestruzzo realizzati in conci prefabbricati.

Per la galleria Scaleres viene proposto l'impiego di TBM monoscudata da roccia (tipologia B1), invece per le gallerie di interconnessione di Ponte Gardena viene proposta una TBM-EPB "Dual Mode" (tipologia B5) 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 "mista" deriva dalla necessità di sottopassare in sicurezza le zone interferite (rilevato dell'Autostrada A22 e fondazioni del viadotto autostradale "Belprato").

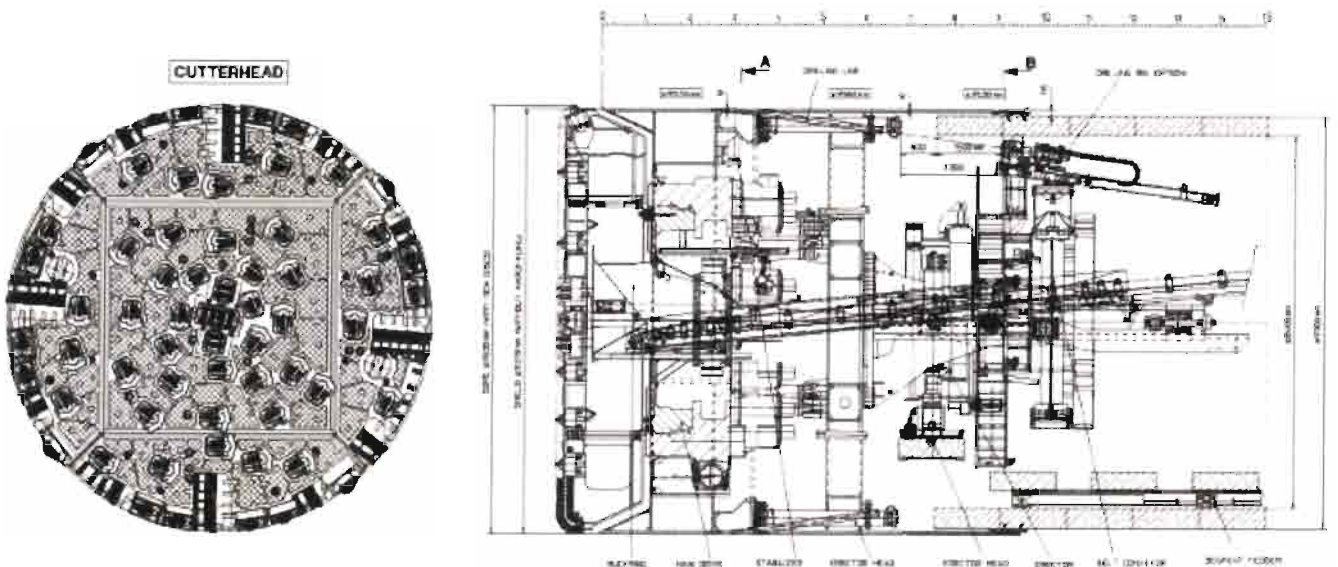
Nella TBM-EPB "Dual Mode" l'estrazione del materiale dalla camera di scavo è costituito da due sistemi che vengono attivati separatamente in funzione della modalità di avanzamento adottato. Nel funzionamento in modalità TBM da roccia l'estrazione avviene tramite un nastro trasportatore primario, nel caso invece di funzionamento in modalità EPB il nastro viene represso ed entra in funzione la coclea. Nella seguente figura sono rappresentate le due modalità di scavo appena descritte di una TBM-EPB "Dual Mode", le cui

Abmessungen (Vortriebsdurchmesser) für den Ausbruch der Verknüpfungstunnel veranschlagt worden sind. Obwohl das Verhältnis zwischen Schildlänge (10,50 m) und Ausbruchsdurchmesser leicht  $>1$  liegt, anstatt  $\leq 1$  zu betragen, wird die Ansicht vertreten, dass diese geometrische Anforderung, die zur Überwindung geotechnisch problematischer Zonen (Squeezing) erforderlich ist, dennoch als erfüllt gelten kann.



**Abbildung 11. 42 - TBM-EBP „Dual Mode“ – Fräskopf und Längsschnitt des Schilds mit den beiden verschiedenen Vortriebsmodi (links im Gesteinsmodus, rechts EPB)**

In nachstehender Abbildung wird hingegen eine Einschild-TBM für den Vortrieb im Gestein dargestellt, deren geometrische Abmessungen (Vortriebsdurchmesser) für die Realisierung eines Abschnitts im Schalderer Tunnel veranschlagt wurden. Aus der Abbildung lässt sich ableiten, dass das Verhältnis zwischen Schildlänge (9,50 m) und Ausbruchsdurchmesser die gestellten geometrischen Anforderungen erfüllt.



**Abbildung 11. 43 – Schild-TBM für Vortrieb im Fels – Fräskopf und Längsschnitt des Schilds**



dimensioni geometriche (diametro di scavo) sono state ipotizzate per lo scavo delle gallerie di interconnessione. Nonostante il rapporto tra lunghezza dello scudo (10,50 m) e diametro di scavo sia leggermente  $>1$  anziché  $\leq 1$ , si ritiene che tale requisito geometrico indicato tra quelli per il superamento di zone geotecnicamente difficili (fenomeno "squeezing"), sia comunque soddisfatto.

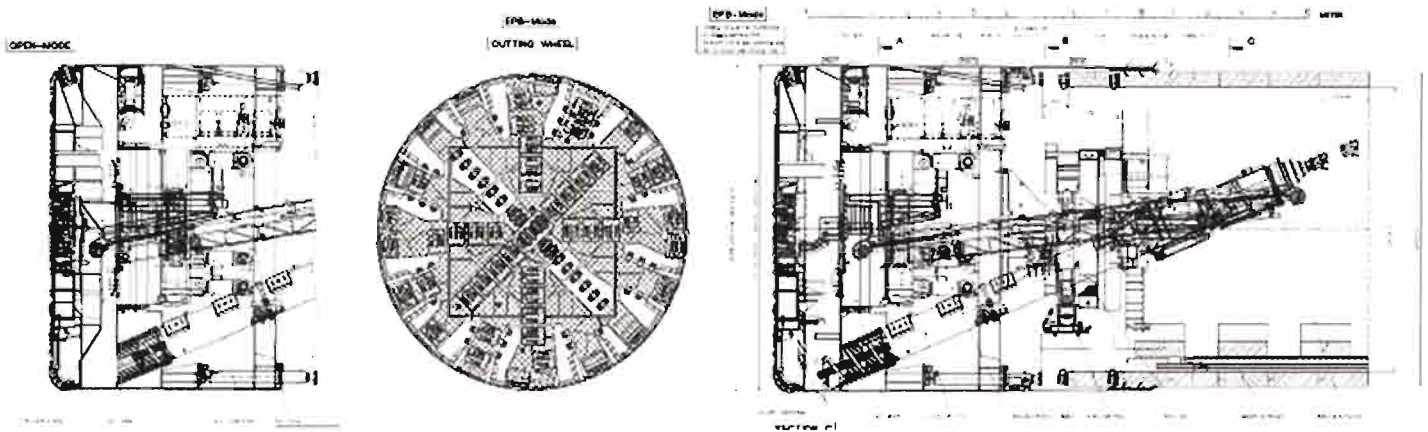


Figura 11.42 - TBM-EBP "Dual Mode" – Testa fresante e sez. longitudinali dello scudo con le due diverse modalità di avanzamento (a sx modalità roccia, a dx modalità EPB)

Nella seguente figura è invece rappresentata una TBM monoscudata da roccia le cui dimensioni geometriche (diametro di scavo) sono state ipotizzate per la realizzazione di una porzione della galleria Scaleres. Dalla figura si deduce che il rapporto tra lunghezza dello scudo (9,50 m) e diametro di scavo soddisfa il requisito geometrico richiesto.

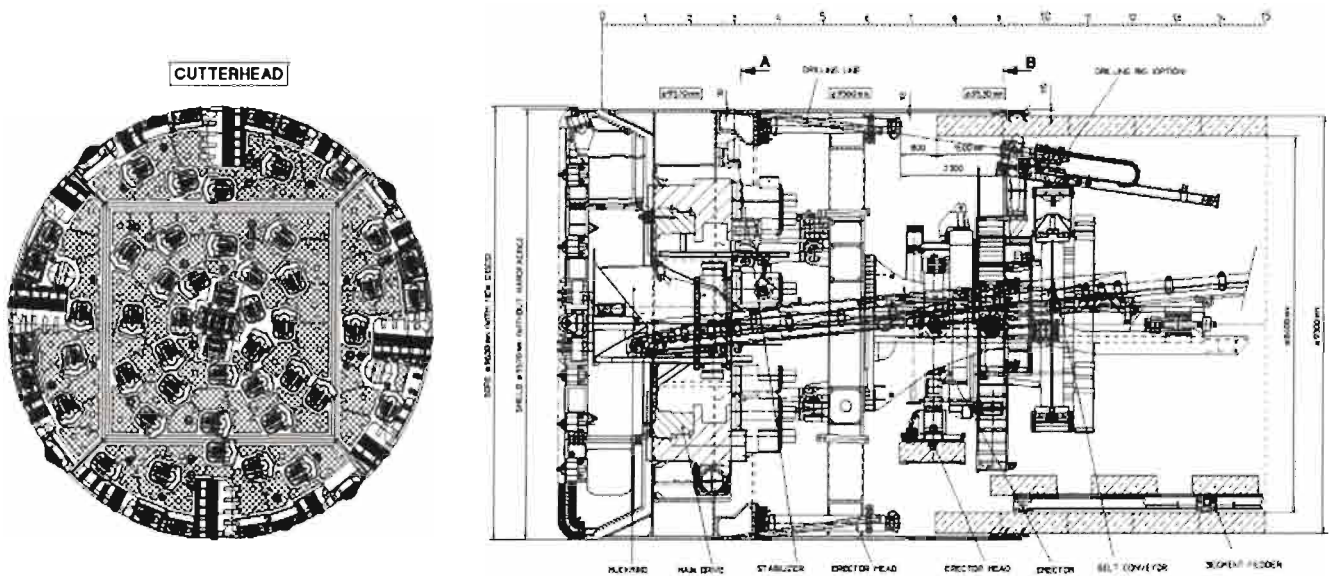


Figura 11.43 - TBM scudata da roccia - Testa fresante e sezione longitudinale scudo

Der Arbeitszyklus beider Maschinen umfasst:

- Ausbruch und Vortrieb über eine Länge, die dem Lauf der schiebenden Winden entspricht; gleichzeitig wird der Hohlraum hinter der Verkleidung verfüllt und das ausgebrochene Material entfernt;
- Anbringen des neuen Auskleidungsringes;
- Wiederaufnahme des Vortriebs.

Die Maschinen müssen auf jeden Fall dafür ausgerüstet sein, sowohl Erkundungsbohrungen im Vortrieb durchzuführen als auch etwaige Drainagen und, wenn tektonisierte Schichten durchquert werden, Verfestigungseinspritzungen ins Erdreich durchzuführen, die über hierfür vorgesehene Öffnungen sowohl am Fräskopf als auch an der oberen Mantelkontur vorgenommen werden.



Abbildung 11.44 – Vorgefertigte Tübbings mit wasserhaltenden Neoprendichtungen



Abbildung 11.45 – Auskleidung mit vorgefertigten Tübbings



Il ciclo del lavoro di entrambe le macchine 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 in ogni caso dovranno essere attrezzate per eseguire sia eventuali fori di prospezione in avanzamento, sia per effettuare eventuali drenaggi ed iniezioni di consolidamento dei terreni, per il superamento delle fasce tettonizzate, mediante fori predisposti sia sulla testa fresante, sia sul contorno superiore del mantello.



Figura 11.44 - Conci prefabbricati con guarnizioni in neoprene a tenuta idraulica



Figura 11.45 - Rivestimento in conci prefabbricati

### 11.9.2 Projekt- und Konstruktionslösungen für das Risikomanagement in der Ausbruchsphase

Nachstehend werden die Projektlösungen und Managementstrategien für die potentiellen Risiken beschrieben, die beim Tunnelbau sowohl im konventionellen als auch im maschinellen Vortrieb auftreten können.

#### Instabilität von Ortsbrust und Höhle

Dieses Phänomen kann Tunnelabschnitte mit niedriger Überlagerungsstärke, in der Nähe der Portalen, bei der Durchquerung tektonisierter Zonen und am Übergang zwischen unterschiedlichen Gesteinsarten betreffen.

Der Ausbruch unter dünnen Überlagerungsschichten aus Material mit minderwertigen mechanischen Eigenschaften betrifft die Eingangsbereiche der Fensterstollen Aicha-Vahrn/Forch und Klausen, für welche der Vortrieb mit konventioneller Methode geplant ist. Unter diesen Bedingungen erfolgt der Vortrieb mittels Durchführung von vorgezogenen Verfestigungsmaßnahmen an der Ortsbrust und an der Höhlenkontur, damit der Entwicklung von Verformungserscheinungen in Zusammenhang mit dem Ausbruch und dem Auftreten von Einstürzen entgegengewirkt werden kann.

Für die Durchquerung von tektonisierten und stark gestörten Zonen ist bei konventionellem Vortrieb die Anwendung von Vortriebsschritten begrenzter Länge vorgesehen, denen Verfestigungsmaßnahmen an der Ortsbrust und/oder der Höhlenkontur vorausgehen, die je nach Störungsgrad der Gesteinsmasse und Ausmaß der erwarteten Verformungserscheinungen ausgelegt werden (Anwendung der Ausbruchs- und Verfestigungsschnitte B1 und C2). Ferner ist im Falle verbreiteter Wassereinsickerungen die Einbringung von Drainagen im Laufe des Vortriebs geplant. Für die mit TBM ausgebrochenen Tunnel ist ein System zur Voraussage der beim Vortrieb angetroffenen geologischen Bedingungen auszuarbeiten, damit im Voraus auf solche tektonisierte Schichten reagiert werden kann, indem die TBM in geeignetem Sicherheitsabstand gestoppt und der Vortrieb von dieser Stelle an erforderlichenfalls mit systematischer Drainage und Verfestigungsmaßnahmen fortgesetzt werden kann. Daher werden während des Vortriebs in einer Entfernung von ca. 200 m von erwarteten Störungszonen geoelektrische Prospektionen ausgehend vom Schildkopf vorgenommen. Bei einer Distanz von ca. 30 m werden Sondierungsbohrungen im Vortrieb vom Schild aus vorgenommen. Der Schildmantel muss mit Schlitz- und Führrohren für den Durchtritt von Bohrern bzw. Bearbeitungsgeräten zur Ortsbrust versehen sein. Die TBM muss ferner derart ausgerüstet sein, dass die Unterbringung der Maschinen für die Erkundungsbohrungen möglich ist.

#### Große Verformungen (squeezing)

*Squeezing*-Erscheinungen sind nur an begrenzten Teilabschnitten der Strecke bei der Durchquerung von tektonisierten Zonen, wie den Kernzonen der Verwerfungen unter hohen Überlagerungen zu erwarten.

Für die in traditionellem Vortrieb erstellten Tunnel wird bei der Voraussicht großer Verformungen eine „nachgiebige“ provisorische Verkleidung angebracht, welche eine kontrollierte Entwicklung der Verformungen und eine Senkung der Belastung der Stützvorrichtungen zulässt (Ausbruchs- und Verfestigungsschnitt Cd). In diesem Fall sieht der Vortrieb die Anwendung eines kreisförmigen Ausbruchschnitts mit vorgezogener Verfestigung der Ortsbrust durch GFK-Elemente, vorgezogene Abstützung mittels Bolzen und Verstärkung des Kabels durch Radialbolzen vor. Die provisorische Auskleidung besteht aus Spritzbeton und Lehrgerüsten mit verschiebbaren Verbindungen (TH) auch an der Sohle. In Übereinstimmung mit den Bereichen, in denen das Lehrgerüst verschoben werden kann, weist der Spritzbeton Einschnitte auf, die verfüllt werden, wenn die erwarteten Verformungen aufgetreten und die maximale Konvergenzkapazität erreicht worden ist. Der erweiterte Ausbruch garantiert, dass der laut Projekt vorgeschriebene Freiraum eingehalten wird. Ein mit optischen Visiervorrichtungen realisiertes Monitoring-

### 11.9.2 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 che possono presentarsi nella realizzazione delle gallerie, sia con metodo di scavo tradizionale, sia con scavo meccanizzato.

#### 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 Aica-Varna/Forch 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 collasso.

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 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 C2). E' prevista, inoltre, la messa in opera di drenaggi in avanzamento nel caso di venute d'acqua diffuse. Per le gallerie scavate con TBM dovrà essere 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, in fase di avanzamento, ad una distanza di 200 m circa dalla zona di faglia attesa saranno eseguite delle prospezioni geoelettriche dalla testa dello scudo; ad una distanza di 30 m circa saranno realizzati sondaggi in avanzamento eseguiti dallo scudo. Il mantello dello scudo dovrà essere provvisto di feritoie e tubi guida per il passaggio dell'attrezzatura di perforazione o di trattamento del terreno al contorno del fronte di scavo. La TBM inoltre dovrà essere predisposta in modo da permettere l'allocatione dei macchinari atti ad eseguire i fori di indagine.

#### Grandi deformazioni (squeezing)

Fenomeni di *squeezing* sono probabili solo in tratte limitate del tracciato, nell'attraversamento di zone tettonizzate, quali le zone di nucleo delle faglie, sotto coperture elevate.

Per le gallerie realizzate con metodo tradizionale nel caso in cui siano previste grandi deformazioni si adotta un rivestimento di prima fase "cedevole" che consente lo sviluppo delle deformazioni in modo controllato e la riduzione del carico sui supporti (sezione di scavo e consolidamento Cd). L'avanzamento prevede in questo caso l'adozione di una sezione di scavo circolare, con preconsolidamento del fronte tramite elementi in vetroresina, presostegno con bulloni e rinforzo del cavo con bulloni radiali. Il rivestimento di prima fase è realizzato con spritz-beton e centine con giunti scorrevoli (TH) anche in arco rovescio; in corrispondenza delle zone di possibile scorrimento delle centine lo strato di spritz-beton è dotato di intagli che vengono chiusi una volta scontate le deformazioni attese e raggiunta la massima capacità di convergenza. Il sovrascavo garantisce il rispetto dell'area libera di progetto. Un sistema di monitoraggio realizzato con mire ottiche al contorno del cavo ed estensimetri multibase nell'ammasso consente di controllare la risposta deformativa del cavo e di monitorare lo sviluppo della convergenza attesa.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

System an der Höhlenkontur und multibasierten Dehnungsmessern für die Gesteinsmasse gestatten die Überwachung des Verformungsverhaltens der Höhle und die Entwicklung der erwarteten Konvergenz.

In den mit maschinellem Vortrieb erstellten Tunnelabschnitten kann das *Squeezing* zu hoher radialer Belastung des Schilds durch die Gesteinsmassen führen, was im schlimmsten Fall ein Festfahren der TBM zur Folge haben kann. Um dies zu vermeiden, werden nachstehend eine Reihe von technischen Vorsichtsmaßnahmen aufgeführt, die bei der endgültigen Wahl der TBM zu berücksichtigen sind:

- Einsatz von Metallschilden mit ausgeprägter Kegelstumpfform mit einem Verhältnis zwischen Schildlänge und Ausbruchsdurchmesser möglichst nicht über 1;
- Vergrößerung des Ausbruchsdurchmessers der Maschine, um den radialen „Gap“ zwischen Metallschild und Ausbruchprofil zu erweitern;
- richtige Bemessung des Schub- und Vortriebssystems der Maschine. Das Schubsystem muss geeignete Abmessungen haben, um abgesehen vom erforderlichen Schub für den Vortrieb und das Eindringen in die Ortsbrust, die Überwindung der Reibung zu garantieren, die durch etwaige radiale Lasten entsteht, die von der Gesteinsmasse auf den Schild ausgeübt werden.
- Möglichkeit zur Einspritzung von Bentonit oder Polyurethan durch hierfür vorgesehene Öffnungen am Schild, um die Reibung zwischen Schild und Gesteinsmasse zu verringern.
- Möglichkeit, während des Vortriebs über die TBM Verfestigungsmaßnahmen vorzunehmen, um die Festigkeits- und Verformungsmerkmale der Gesteinsmasse zu verbessern.

#### Spröder Bruch (spalling)

Die Wahrscheinlichkeit, dass Phänomene plötzlichen Druckabbaus (*Abplatzen/Gebirgsschlag*) entlang der Trasse von Baulos 1 auftreten, ist laut der Vorhersagemethoden auf Basis der Spannungslevels gering. Dennoch weisen die der Gesteinsmasse innewohnende Neigung und ihre, durch den RMR-Index ausgedrückte, geostrukturale Qualität auf ein gewisses Potential für das Auftreten dieses Phänomens hin. Daher ist für die Bereiche mit den höchsten Überlagerungsschichten in Gestein mit sprödem Verhalten (Brixner Granit) ein Überwachungssystem geplant, das dazu geeignet ist, durch den Einsatz von seismischen Beschleunigungsmesswandlern mit hoher Sensibilität die Mikroerschütterungen zu messen, die durch *Gebirgsschlag-/Abplatterscheinungen* verursacht werden. Dieses mikroseismische Monitoring hat folgende Ziele:

- Bestimmung der Position von Rocknoise-Quellen;
- Bewertung der Magnitude;
- Untersuchung des fokalen Mechanismus;
- statistische Charakterisierung der Gesteinsmassen auf Grundlage der Anzahl von mikroseismischen Ereignissen und deren Energie;
- Bewertung der Gebirgsschlagsgefahr.

#### Dissymmetrische Schübe

Die Formation der Quarzphyllite im Streckenbereich zwischen km 18+200 und km 20+000 (Grödner Tunnel) ist von einem Liniensystem mit parallel zur Strecke verlaufender Richtung betroffen. Diese geostrukturale Situation könnte zu Bedingungen führen, unter denen die Spannungs- und Verformungsreaktion der Gesteinsmasse beim Vortrieb stark dissymmetrisch ausfällt. Dies kann Schwierigkeiten beim Vortrieb verursachen und unvorhergesehene Belastungen an den Stützsyste-men der ersten Phase sowie an der endgültigen Auskleidung hervorrufen.

Nelle tratte di galleria realizzate con scavo meccanizzato il fenomeno di *squeezing* può comportare elevati carichi radiali dell'ammasso sullo scudo, fino ad arrivare, nei casi più gravi, all'effettivo blocco della macchina di scavo scudata con conseguente intrappolamento della stessa. Per evitare ciò, nel seguito si elencano una serie di accorgimenti tecnici che dovranno essere presi in considerazione nella scelta finale della macchina di scavo:

- utilizzare scudi metallici fortemente tronconi e caratterizzati da un rapporto fra la lunghezza dello scudo ed il diametro di scavo possibilmente non superiore ad 1;
- incrementare il diametro di scavo della macchina mediante un sovrascavo allo scopo di aumentare il "gap" radiale fra scudo metallico e profilo di scavo;
- dimensionare opportunamente il 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;
- prevedere la 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;
- prevedere la possibilità di eseguire consolidamenti in avanzamento dalla TBM per migliorare le caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso in scavo.


#### Rotture fragili (spalling)

I fenomeni di decompressione violenta (*spalling/rockburst*) lungo il tracciato del Lotto 1 hanno bassa probabilità di occorrenza, come desumibile dai metodi di previsione basati sui livelli tensionali. Tuttavia, la suscettibilità intrinseca dell'ammasso e la qualità geostrutturale dell'ammasso espressa dall'indice RMR evidenziano la potenzialità del fenomeno. Pertanto, nelle zone di massima copertura negli ammassi a comportamento fragile (Graniti di Bressanone) sarà previsto un sistema di monitoraggio atto a controllare i microtremori indotti da tali possibili fenomeni di *rockburst/spalling*, attraverso l'impiego di trasduttori accelerometrici di tipo sismico ad elevata sensibilità. Il monitoraggio microsismico avrà le seguenti finalità:

- determinazione della posizione delle sorgenti di rocknoise;
- valutazione dei livelli di magnitudo;
- studio del meccanismo focale;
- caratterizzazione statistica degli ammassi rocciosi in funzione del numero di eventi microsismico e della loro energia;
- valutazione del rischio di rockburst.

#### Spinte dissimetriche

La formazione delle Filladi quarzifere nella porzione di tracciato compresa tra le progressive km 18+200 e km 20+000 (galleria Gardena) è interessata da un sistema di lineamenti aventi direzione parallela al tracciato. Tale situazione geostrutturale potrebbe condurre ad una condizione nella quale la risposta tensio-deformativa dell'ammasso allo scavo è fortemente dissimetrica. Tale condizione può causare difficoltà in fase di scavo e può produrre sollecitazioni impreviste sui sistemi di supporto di prima fase e sui rivestimenti definitivi.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

In diesem Abschnitt wird das Verhalten beim Ausbruch mit optischen Visiervorrichtungen am Hohlraumumriss, mit multibasierten Dehnungsmessern im Gesteinsgefüge und Dehnungsmessstäben in der provisorischen Auskleidung überwacht. Je nach Verformungsverhalten sind vorgezogene Eindämmungsmaßnahmen an Ortsbrust und Höhlenkontur, der Einsatz von metallischen Lehrgerüsten mit Profil HEB180 sowie ein definitiver Ausbau mit Armierung auch am First vorgesehen.

Minderung und Kontrolle der Störwirkungen auf Wasserressourcen: Sickerwasser, Versiegen von Quellen und Wasserläufen

Unter Berücksichtigung der durchquerten Gesteinsarten und Bodenstrukturen, der hydrologischen Verhältnisse im Untergrund sowie der Überlagerung der geplanten Tunnelbauten ist allgemein die Wahrscheinlichkeit, dass die unterirdischen Baumaßnahmen das unter- und oberirdische hydrologische Gleichgewicht beeinträchtigen, nur für einige Streckenabschnitte von Baulos 1 gegeben und zwar in Übereinstimmung mit Verwerfungszonen und tektonischen Lineamenten, an denen die Möglichkeit unterirdischer Wasserflüsse sowie der Kommunikation zwischen oberflächlichem und unterirdischem Abfluss bestehen kann.

Auf jeden Fall ist es möglich, den hydrogeologischen Auswirkungen sowie der Gefahr des Versiegens von Wasserressourcen infolge der unterirdischen Ausbrucharbeiten entgegenzutreten und diese mithilfe folgender Planungs- und Konstruktionsmaßnahmen einzudämmen:

- a. Bei der Durchquerung von störungsfreien oder nur teilweise gestörten Bereichen sind keine besonderen Beeinträchtigungen des unter- und oberirdischen Wasserhaushalts zu erwarten. Unter solchen Bedingungen sind Wasserhaltungsprobleme geringen Umfangs (Tropfwasser, lokale Aussickerungen) absehbar, sodass die etwaige Drainage keine nennenswerten Auswirkungen auf das hydrologische Gleichgewicht im Untergrund hat und auf die Ausbruchphase begrenzt bleibt. Bei konventionell vorgetriebenen Tunneln wird bei allen Ausbruchs- und Verfestigungsquerschnitten eine Abdichtungsschicht hinter der abschließenden Auskleidung angebracht. Bei maschinell vorgetriebenen Tunneln gewährleistet die Montage der Auskleidung, die aus vorgefertigten Tübbings mit wasserhaltender Dichtung besteht, die Abdichtung des Tunnels und die Aufrechterhaltung der vor Baubeginn vorliegenden Wasserhaltungsbedingungen.
- b. Bei der Durchquerung von stark gestörten Gebieten (tektonisierte Zonen, Verwerfungen, Gebiete mit tiefgreifenden gravitativen Verformungen) sind bei Vorhandensein diffuser Wasserzirkulation und/oder großer Wasserdruckhöhe während des Ausbruchs Wasserhaltungsprobleme bedeutenderen Ausmaßes absehbar. Sowohl bei konventioneller Bauweise als auch bei Vortrieb mit offener Schild-TBM ist bei diffusem Aussickern von Wasser die Drainage an der Ortsbrust und/oder am Umriss des Hohlraums zur vorübergehenden und lokalisierten Senkung des Wasserdrucks und zur Haltung des Wasserzustroms im Tunnel geplant. Erforderlichenfalls können bei starken Einsickerungen Maßnahmen an der Gesteinsmasse getroffen werden, um deren Durchlässigkeit zu senken, um dadurch die Ausführung der Ausbrucharbeiten unter sicheren Bedingungen zu gewährleisten. Für alle Ausbruchs- und Verfestigungsquerschnitte ist die Anbringung einer Abdichtungsschicht hinter der abschließenden Auskleidung geplant. Bei maschinell ausgebrochenen Tunneln gewährleistet die Montage der Verkleidung aus vorgefertigten Tübbings mit wasserhaltender Dichtung bis mindestens 10 bar die Abdichtung des Tunnels und die Aufrechterhaltung der vor Baubeginn vorliegenden Wasserhaltungsbedingungen.
- c. Bei der Durchquerung von stark gestörten Gebieten (Verwerfungszonen), in denen der unterirdische Wasserhaushalt in Verbindung mit Quellen oder Wasserläufen (die als gefährdete Quellen und Wasserläufe bezeichnet werden) stehen könnte, werden der Regel nach sowohl bei konventionellem als auch bei TBM-Vortrieb Maßnahmen zur Reduktion der Durchlässigkeit getroffen (bei

In tale tratta, il comportamento allo scavo è monitorato con mire ottiche al contorno del cavo, estensimetri multibase nell'ammasso, e barrette estensimetriche nel rivestimento di prima fase. In funzione della risposta deformativa si prevedono interventi di precontenimento del fronte e del contorno, l'adozione di centine metalliche con profilato HEB180 e di un rivestimento definitivo armato anche in calotta.

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.

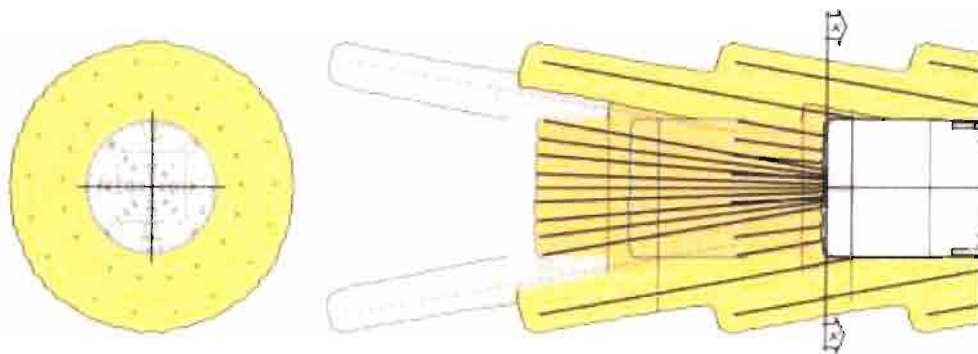
Ad ogni modo, l'eventuale impatto idrogeologico e l'eventuale rischio di impoverimento delle risorse idriche a seguito dello scavo delle opere in sotterraneo possono essere affrontati e mitigati con le seguenti soluzioni progettuali e costruttive:

- a. 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.
- b. 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.
- c. 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) si procederà di regola, sia nel caso di scavo con metodo tradizionale, sia nel caso di scavo con TBM scudata, 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 cataclastico 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 tali condizioni gli interventi, previsti pure dalla TBM, avranno anche la funzione di consolidare l'ammasso.



geotechnisch günstigen Bedingungen kommen Kunstharze zum Einsatz). Tritt Wasser mit hohem Druck an kataklasiertem Material aus, könnte es zum unkontrollierten Einströmen von Material ins Innere der Ausbruchshöhle kommen, wodurch Probleme im Hinblick auf die Sicherheit und Stabilität entstehen würden. Daher haben diese, auch bei Einsatz der TBM vorgesehenen, Maßnahmen unter diesen Bedingungen auch die Funktion, das Gesteinsgefüge zu verfestigen.

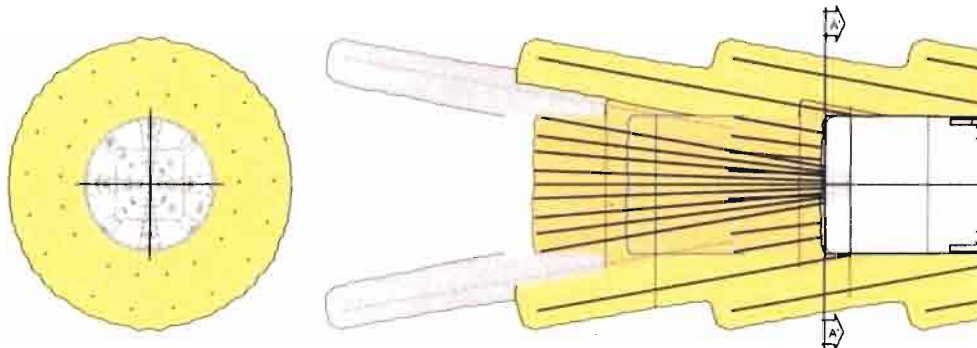
- d. Den Maßnahmen gehen Vortriebssondierungen voraus, mit denen die Präsenz von Verwerfungszonen auf Tunnelhöhe festgestellt wird (z.B. mittels geophysikalischer Reflexionsuntersuchungen auf eine Distanz von ca. 200 m vom erwarteten Verwerfungsgebiet) und überprüft werden soll, ob dort auch Wasserflüsse vorhanden sind, indem zugleich Störungsgrad und Permeabilität untersucht werden (mit Sondierung durch kontinuierliche Kernbohrung mit Preventer). Durch die Probenentnahme können ferner die chemisch-physikalischen Merkmale des Wassers bestimmt werden, sodass eine Überprüfung des hydrogeologischen Vorhersagemodells vorgenommen werden kann. Bei konventionellem Vortrieb erfolgt die Realisierung des Tunnels über Abschnitte mit beschränkter Länge, an denen gleich nach Ausbruch die - ggf. rundum ausgeführte - Abdichtung vorgenommen wird. Bei maschinell ausgebrochenen Tunneln gewährleistet die wenige Meter hinter der Ortsbrust erfolgende Montage der aus vorgefertigten Tübbings mit wasserhaltender Dichtung bestehenden Verkleidung die Abdichtung des Tunnels und die Aufrechterhaltung der vor Baubeginn vorliegenden Wasserhaltungsbedingungen. In den geotechnischen Profilen des Projekts wurden unter dem Stichwort „*Störwirkung auf Quellen/Wasserläufe*“ die Wahrscheinlichkeit von Störungen und die geeigneten Maßnahmen zur Eindämmung dieser Gefahr mittels Sondierungen während des Vortriebs und dem Einspritzen von Materialien zur Senkung der Durchlässigkeit erläutert.



**Abbildung 11.46 – Schnitt der Verfestigung für maschinellen Vortrieb**



- d. Gli interventi saranno preceduti da indagini in avanzamento volte ad accertare la presenza delle zone di faglia a quota galleria (ad esempio ricorrendo ad indagini geofisiche di riflessione ad una distanza di circa 200m dalla prevista zona di faglia) e a verificare che queste siano sede di una circolazione idrica, esaminando al contempo il grado di fratturazione e la permeabilità relativa (con sondaggi a carotaggio continuo dotati di preventer). Attraverso prelievi potranno essere inoltre definite le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua per una verifica del modello idrogeologico di previsione. Inoltre, nel caso di scavo tradizionale la realizzazione della galleria avverrà per campi di lunghezza limitata, con posa in opera immediata dell'impermeabilizzazione, eventualmente full-round, subito dopo lo scavo. Nello scavo meccanizzato l'installazione del rivestimento in conci prefabbricati a pochi metri dal fronte, con giunti a tenuta idraulica garantisce l'impermeabilità della galleria e le condizioni idrauliche ante-operam. Nei profili geotecnici di progetto sono state evidenziate con la voce "*interferenza sorgenti/corsi d'acqua*" le probabilità di interferenza e le conseguenti azioni di mitigazione del rischio attraverso le indagini propedeutiche in avanzamento e le eventuali iniezioni per la riduzione della permeabilità.



**Figura 11.46 - Sezione di consolidamento per scavo meccanizzato**

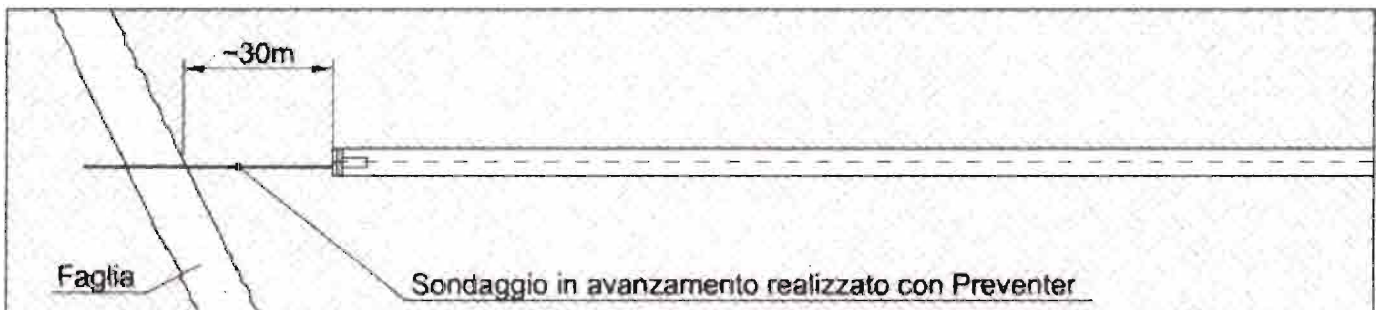
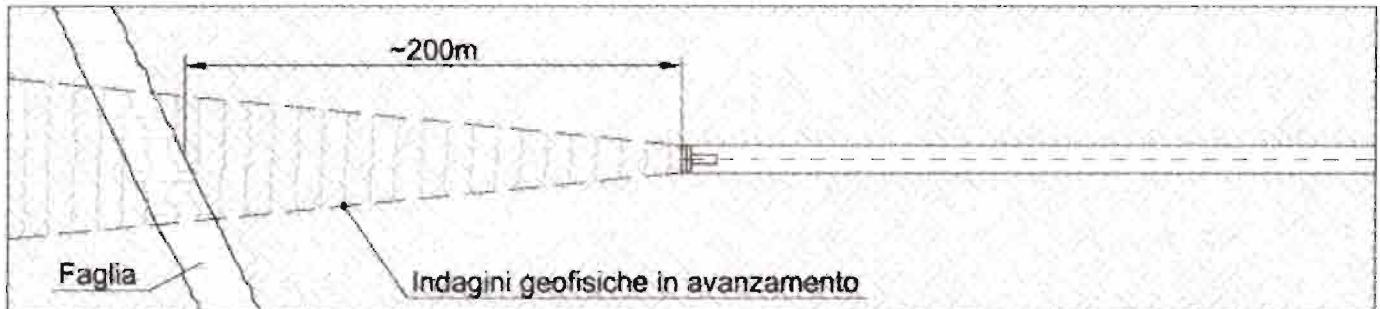


Abbildung 11.47 – Untersuchungen Vorschubbereich

#### Beeinträchtigungen von unterquerten Infrastrukturen

Der Fensterstollen Aicha-Vahrn unterquert die Autobahn A22 und die Brenner-Eisenbahnlinie mit Deckschichten von 10 bis 14 m Stärke. Zur sicheren Überwindung dieser kritischen Stellen sind Maßnahmen zur vorgezogenen Eindämmung von Ortsbrust und Umriss mittels subhorizontaler Jet-Grouting-Säulen, dem Vortrieb mit reduzierter Feldgröße, dem Guss der Sohle in kurzer Entfernung von der Ortsbrust und dem Ausbau des Hohlraums mit der endgültigen Verkleidung vorgesehen. Insbesondere an Stößen und First des Hohlraums stellen die kegelstumpfförmigen Schirme der subhorizontalen Säulen, die teils mit verfestigtem Erdreich durchdrungen sind, eine Bogenwirkung im Vortrieb her, die in der Lage ist, eine vorgezogene Dämmwirkung auf Vortriebskern-Ortsbrust auszuüben.

Die Autobahn A22 wird ferner von den Verknüpfungen bei Waidbruck unterquert. Die Überschneidung betrifft sowohl Gleis 2 als auch Gleis 1 der Verknüpfung: Mit der neuen vom Einreichprojekt entwickelten Streckenlösung unterquert der bergmännisch vorgetriebene Tunnel von Gleis 2 das Viadukt „Belprato“ unter dem Fundament von Pfeiler 13, während der bergmännisch vorgetriebene Tunnel von Gleis 1 unter dem Damm des Viadukts „Belprato“ durchläuft. Zur sicheren Überwindung der Autobahninfrastruktur wurde eine maschinelle Vortriebsmethode mit vollem Querschnitt mittels Schild-TBM mit Druckschild zur Kontrolle etwaiger Wechselwirkungen definiert. Ferner sind Verfestigungsmaßnahmen der Felsmasse mittels Einspritzungen vorgesehen, die durch subhorizontale Bohrungen realisiert werden; im Fall des Tunnels von Gleis 2 betrifft die Verfestigungsbehandlung das Erdvolumen unter dem Fundament von Pfeiler 13, während bei Gleis 1 am Volumen einer Erdschicht eingegriffen wird, die einige Meter unter der Straßenoberfläche und über der Firstoberkante des Tunnels liegt.

In beiden Fällen der Überschneidung der unterirdischen Bauten von Baulos 1 mit anderen Straßen- und Bahninfrastrukturen ist während der Durchführung die Implementierung des Monitoring-Programms vorgesehen, das sich aus topografischen Messungen zur Kontrolle etwaiger Verschiebungen an den Strukturen und an der Geländoberkante und der Installation geotechnischer Instrumente zur Kontrolle von Tiefenverschiebungen (Dehnungs- und Neigungsmesser) zusammensetzt. Bei den maschinell

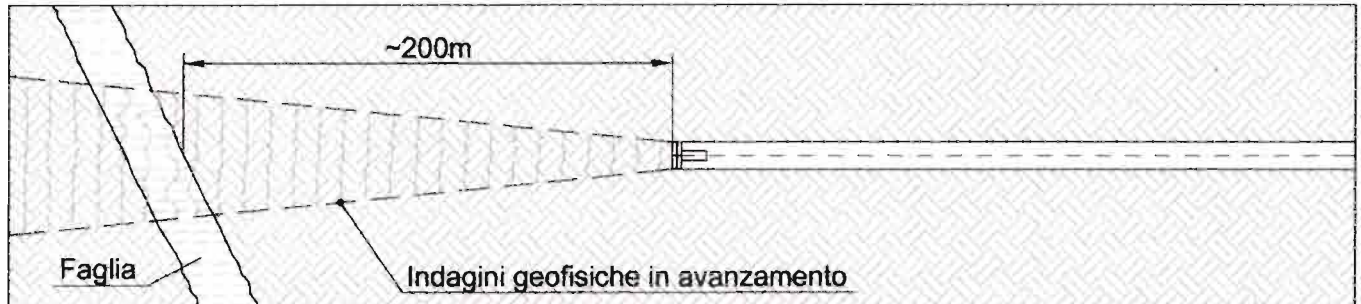


Figura 11.47 - Indagini in avanzamento.

#### Risentimenti su infrastrutture sottoattraversate

La finestra di Aica-Varna sottoattraversa l'Autostrada A22 e la linea ferroviaria del Brennero con coperture pari a 10 e 14 m. Per il superamento in sicurezza di tali interferenze, sono previsti interventi di precontenimento del fronte e al contorno tramite colonne suborizzontali in jet-grouting, l'avanzamento con campi ridotti, il getto dell'arco rovescio a breve distanza dal fronte e la chiusura del cavo con il rivestimento definitivo. In particolare, al contorno del cavo gli ombrelli tronco-conici di colonne sub-orizzontali, parzialmente compenstrate, di terreno consolidato realizzano un effetto arco in avanzamento capace di produrre un'azione di precontenimento del nucleo-fronte.

L'Autostrada A22 è inoltre sotto attraversata in corrispondenza delle interconnessioni di Ponte Gardena. L'interferenza riguarda sia il binario pari che il binario dispari dell'interconnessione: con la nuova soluzione di tracciato sviluppata nel Progetto Definitivo, la galleria naturale del binario pari sottopassa la fondazione della pila 13 del viadotto "Belprato", mentre la galleria naturale del binario dispari sottopassa il rilevato del viadotto "Belprato". Per il superamento in sicurezza dell'infrastruttura autostradale, è stata definita una metodologia di avanzamento con scavo meccanizzato a piena sezione mediante TBM scudata e fronte in pressione per controllare gli eventuali effetti di interazione. Sono inoltre previsti interventi di consolidamento dell'ammasso roccioso tramite iniezioni realizzate da perforazioni sub-orizzontali nel caso della galleria binario pari, il trattamento di consolidamento riguarderà il volume di terreno al di sotto della fondazione della pila 13, mentre nel caso della galleria binario dispari si interverrà sul volume di una fascia di terreno compreso qualche metro sotto il piano stradale e sopra l'estradosso della galleria.

In entrambi i casi di interferenza delle opere in sotterraneo del Lotto 1 con altre infrastrutture stradali e ferroviarie, è prevista in fase realizzativa l'implementazione del piano di monitoraggio con rilievi e misure topografiche per il controllo degli spostamenti sulle strutture e sul piano campagna, con l'installazione di strumentazione geotecnica per il controllo degli spostamenti profondi (estensimetri ed inclinometri). Nel caso

ausgebrochenen Tunneln der Verknüpfungen von Waidbruck ist ferner die Kontrolle der Parameter der Schild-TBM in Verbindung mit den Monitoring-Parametern der externen Daten geplant.

Das Überwachungssystem wird mit der modernsten Technik für die automatische Erfassung der Daten und deren Übermittlung an eine EDV-Plattform vom GIS-Typ implementiert werden. Die integrierte Echtzeitanalyse der Überwachungsdaten wird die Anpassung der Ausbruchs- und Verfestigungsvorgänge an die Reaktion des Gesteinsgefüges auf der Grundlage der Schwellenwerte für die Verschiebungsparameter von Umriss und Oberfläche zulassen, sodass kritischen Situationen vorausgegriffen werden kann.

delle gallerie di Interconnessione di Ponte Gardena, realizzate con scavo meccanizzato, è inoltre previsto il controllo dei parametri della macchina scudata, correlati con i parametri di monitoraggio dei dati esterni.

Il sistema di monitoraggio sarà implementato con le tecniche più all'avanguardia, per l'acquisizione automatica dei dati e restituzione su piattaforma informatica tipo GIS. L'analisi dei dati di monitoraggio in maniera integrata ed in tempo reale consentirà di adeguare le attività di scavo e consolidamento alla risposta del terreno, sulla base di valori soglia dei parametri di spostamento al contorno ed in superficie, prevenendo eventuali criticità.

### 11.9.3 Definition und Beschreibung der Ausbruchs- und Vortriebsquerschnitte

#### Regelquerschnitt für den Vortrieb bei konventionellem Ausbruch: Streckentunnel und Fensterstollen

Die Regelquerschnitte des Vortriebs bei konventionell ausgebrochenen Tunneln wurden auf Grundlage der beschriebenen Kriterien entwickelt und umfassen die in nachstehender Tabelle zusammengefassten Maßnahmen.

SEZIONE TIPO	SCAVO E CONSOLIDAMENTO							RIVESTIMENTO DEFINITIVO						
	avanzamento	pieдрito	campo avanz. [m]	Area di scavo calotta [m <sup>2</sup> ]	Area di scavo arco rovescio [m <sup>2</sup> ]	drenaggi (eventuali)	presostegno al contorno	preconsolidamento del fronte	preconsolidamento al contorno	sostegno al contorno	Centine	Spritz-beton fibrorinforzato [cm]	Calotta sp [cm] dist max fronte armatura	Arco Rov. sp. [cm] dist max fronte armatura
A0	cilindrico	diritto	-	76.83	4.1		NO	NO	NO	10+9 bulloni ad ancoraggio puntuale barra $\phi$ 24mm L=4.5m passo long. 2m $\pm$ 20% passo trasv. 1.5m $\pm$ 20%	NO	25: contorno	50 svincolata non armata	50 svincolata non armato
A1	cilindrico	diritto	-	79.18	4.9		NO	NO	NO		2 IPN 180/14m $\pm$ 20%	25: contorno	60 svincolata non armata	60 5g non armato
A2	cilindrico	curvo	-	82.25	3.2		NO	NO	NO	15+14 bulloni ad ancoraggio continuo (o tipo Swellex) barra $\phi$ 24mm L=6m passo long. 1.2m $\pm$ 20% passo trasv. 1m $\pm$ 20%	2 IPN 180/12m $\pm$ 20%	30: contorno	60 svincolata non armata	70 3g non armato
B1	tronco-conico	curvo	8.5	88.98	4.0	2+2 tubi microforati PVC L=30m, sovrapposizione minima 10 cm rivestiti con TBM, caschi e pannelli 10cm	25 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp. 10mm (perf. $\phi$ 151mm) L=12m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.4m - angolo 120°	20 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=13.5m (sovr. 5.0m) cementati in foro con miscela cementizia	NO	NO	2 IPN 180/1m $\pm$ 20%	30: contorno 15: fine campo 10: sul 50% degli sfondi	50/115 5g non armata	80 1.5g 50 kg/m <sup>3</sup>
C1	tronco-conico	diritto	10	85.43	4.4		25 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp. 10mm (perf. $\phi$ 151mm) L=13.5m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.4m - angolo 120°	20 $\pm$ 20% microgetti $\phi$ 300mm armati con elementi strutturali in VTR L=17.0m (sovr. 7.0m)	53 $\pm$ 20% colonne $\phi$ 600mm in jet-grouting L=14.5m (sovr. 4.5m) p=0.45m - a vuoto 1.5m	NO	2 IPN 180/1m $\pm$ 20%	25: contorno 15: fine campo 10: sul 50% degli sfondi	55/130 3g 30 kg/m <sup>3</sup>	90 1.0g 30 kg/m <sup>3</sup>
C1bis	tronco-conico	diritto	6	85.43	4.4		25 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp. 10mm (perf. $\phi$ 151mm) L=9m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.4m - angolo 120°	25 $\pm$ 20% microgetti $\phi$ 300mm armati con elementi strutturali in VTR L=13.0m (sovr. 7.0m)	53 colonne $\phi$ 600mm in jet-grouting L=14.0m (sovr. 8.0m) p=0.45m - a vuoto 1.5m	NO	2 IPN 180/1m $\pm$ 20%	25: contorno 15: fine campo 10: ogni sfondo	55/130 2g 60 kg/m <sup>3</sup>	90 0.5g 50 kg/m <sup>3</sup>
C2v	tronco-conico	curvo	8.5	92.56	4.0		24 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp. 10mm (perf. $\phi$ 151mm) L=12m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.45m - angolo 120°	30 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=19m (sovr. 10.5m) cementati in foro con miscela cementizia	55 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=19m (sovr. 10.5m) valvolati 1 vlv/m	NO	2 IPE 180/1m $\pm$ 20%	30: contorno 15: fine campo 10: sul 50% degli sfondi	55/130 3g 30 kg/m <sup>3</sup>	90 1g 50 kg/m <sup>3</sup>
Cd	cilindrico	circolare	6	98.52	-		24 bulloni ad ancoraggio continuo barra $\phi$ 24mm L=6m passo long. 1m $\pm$ 20% passo trasv. 2m $\pm$ 20%	40 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=20m (sovr. 14m) cementati in foro con miscela cementizia	NO	NO	2 IPE 29/1m $\pm$ 20%	30: contorno 15: fine campo 10: ogni sfondo	80 2g 30 kg/m <sup>3</sup>	80 5g 30 kg/m <sup>3</sup>

Tabelle 11.7– Ausbruchs- und Verfestigungschnitte

Die Maßnahmen werden hinsichtlich der Mengen unter Bezugnahme auf die Ausbruchsschnitte der Streckentunnel (Schalderer, Grödner und Verknüpfungen Franzensfeste) für die Schnitte A0, A1, A2, B1, C2v und Cd definiert, während sich die Mengen für die Schnitte C1 und C1bis auf die Ausbruchsschnitte von Fensterstollen beziehen, welche den Gewölbeschnitt F2 aufweisen.



### 11.9.3 Definizione e descrizione delle sezioni di scavo ed avanzamento


#### 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, si compongono degli interventi sintetizzati nella seguente tabella.

SEZIONE TIPO	SCAVO E CONSOLIDAMENTO										RIVESTIMENTO DEFINITIVO			
	avanzamento	pieditto	campo avanz. [m]	Area di scavo calotta [m <sup>2</sup> ]	Area di scavo arco rovescio [m <sup>2</sup> ]	drainaggi (eventuali)	presostegno al contorno	preconsolidamento del fronte	preconsolidamento al contorno	sostegno al contorno	Centine	Spritz-beton fibrorinforzato [cm]	Calotta sp [cm]	Arco Rov. sp. [cm]
	dist max fronte armatura	dist max fronte armatura												
A0	cilindrico	diritto	-	76.83	4.1		NO	NO	NO	10+9 bulloni ad ancoraggio puntuale barra $\phi$ 24mm L=4.5m passo long. 2m $\pm$ 20% passo trasv. 1.5m $\pm$ 20%	NO	25: contorno	50 svincolata non armata	50 svincolata non armato
A1	cilindrico	diritto	-	79.18	4.9		NO	NO	NO	NO	2 FN 180/1.4m $\pm$ 20%	25: contorno	60 svincolata non armata	60 5 $\phi$ non armato
A2	cilindrico	curvo	-	82.25	3.2		NO	NO	NO	15+14 bulloni ad ancoraggio continuo (o tipo Sw ellix) barra $\phi$ 24mm L=6m passo long. 1.2m $\pm$ 20% passo trasv. 1m $\pm$ 20%	2 FN 180/1.2m $\pm$ 20%	30: contorno	60 svincolata non armata	70 3 $\phi$ non armato
B1	tronceo-conico	curvo	8.5	88.98	4.0		25 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp.10mm (perf. $\phi$ >151mm) L=12m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.4m - angolo 120°	20 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=13.5m (sovr. 5.0m) cementati in foro con miscele cementizie.	NO	NO	2 FN 180/1m $\pm$ 20%	30: contorno 15: fine campo 10: sul 50% degli sfondi	50/115 5 $\phi$ non armata	80 1.5 $\phi$ 50 kg/m <sup>3</sup>
C1	tronceo-conico	diritto	10	85.43	4.4		25 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp.10mm (perf. $\phi$ >151mm) L=13.5m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.4m - angolo 120°	20 $\pm$ 20% microjet $\phi$ 300mm armati con elementi strutturali in VTR L=17.0m (sovr. 7.0m)	53 $\pm$ 20% colonne $\phi$ 600mm in jet-grouting L=14.5m (sovr. 4.5m) p=0.45m - a vuoto 1.5m 6+6 colonne al piede centina L media 10.5m L a vuoto media 1.5m	NO	2 FN 180/1m $\pm$ 20%	25: contorno 15: fine campo 10: sul 50% degli sfondi	55/130 3 $\phi$ 30 kg/m <sup>3</sup>	90 1.0 $\phi$ 50 kg/m <sup>3</sup>
C1bis	tronceo-conico	diritto	6	85.43	4.4		25 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp.10mm (perf. $\phi$ >151mm) L=11m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.4m - angolo 120°	25 $\pm$ 20% microjet $\phi$ 300mm armati con elementi strutturali in VTR L=13.0m (sovr. 7.0m)	53 colonne $\phi$ 600mm in jet-grouting L=14.0m (sovr. 8.0m) p=0.45m - a vuoto 1.5m 6+6 colonne al piede centina L media 12m L a vuoto media 5m	NO	2 FN 180/1m $\pm$ 20%	25: contorno 15: fine campo 10: ogni sfondo	55/130 2 $\phi$ 60 kg/m <sup>3</sup>	90 0.5 $\phi$ 60 kg/m <sup>3</sup>
C2v	tronceo-conico	curvo	8.5	92.56	4.0		24 tubi acciaio $\phi$ 127mm sp.10mm (perf. $\phi$ >151mm) L=12m (sovr. 3.5m) valvolati 1vlv/m p=0.45m - angolo 120°	30 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=19m (sovr. 10.5m) cementati in foro con miscele cementizie	55 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=19m (sovr. 10.5m) valvolati 1 vlv/m	NO	2 HEB 180/1m $\pm$ 20%	30: contorno 15: fine campo 10: sul 50% degli sfondi	55/130 3 $\phi$ 30 kg/m <sup>3</sup>	90 1 $\phi$ 30 kg/m <sup>3</sup>
Cd	cilindrico	circolari	6	98.52	-		24 bulloni ad ancoraggio continuo barra $\phi$ 24mm L=6m passo long. 1m $\pm$ 20% passo trasv. 2m $\pm$ 20%	40 $\pm$ 20% elementi strutturali in VTR L=20m (sovr. 14m) cementati in foro con miscele cementizie	NO	33+33 bulloni ad ancoraggio continuo barra $\phi$ 24mm L=6m passo long. 1m $\pm$ 20% passo trasv. 1m $\pm$ 20%	TH9/1m $\pm$ 20%	30: contorno 15: fine campo 10: ogni sfondo	80 2 $\phi$ 30 kg/m <sup>3</sup>	80 5 $\phi$ 30 kg/m <sup>3</sup>

Tabella 11.7 - Sezioni di scavo e consolidamento

Gli interventi sono definiti in termini di quantità con riferimento alle sezioni di scavo delle gallerie di linea (gallerie Scalers, Gardena e Interconnessioni Fortezza) per le sezioni A0, A1, A2, B1, C2v e Cd, mentre per le sezioni C1 e C1bis le quantità fanno riferimento alle sezioni di scavo di finestra avente sezione di intradosso F2.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Diesen Mengen sind die voraussichtlichen Variabilitätsfelder zugeordnet, welche in der Durchführungsphase auf Grundlage des mithilfe des Monitoring festgestellten Verformungsverhaltens kalibriert werden müssen.

Für die Ausbruchs- und Verfestigungsschnitte anderer Gewölbeschnitte (F1, F2 und F3) sind die Mengen jedes Eingriffs in den spezifischen zeichnerischen Unterlagen für Ausbruch, Verfestigung und Metallbau angegeben.

Die Anwendungskriterien der Ausbruchs- und Verfestigungsschnitte sind folgende:

- A0, A1, A2 kommen im Fels mit guten geotechnischen und strukturellen Eigenschaften zum Einsatz (z.B. Phyllit mit  $GSI_{mittel}=60$ ), A2 auch bei hoher Dicke des Deckgebirges;
- B1 wird bei stark gestörtem Gestein, in Verwerfungszonen oder tektonisierten Gebieten verwendet (z.B. Phyllit mit  $30 \leq GSI \leq 45$ );
- C1 und C1bis kommen bei Schwemm- und fluvioglazialen Ablagerungen zum Einsatz, und C1bis insbesondere bei niedriger Dicke des Deckgebirges und bei der Unterquerung anderer Strukturen zum Einsatz;
- C2v wird bei stark gestörtem Fels, in Verwerfungs- und tektonisierten Zonen verwendet (z.B. Phyllit mit  $GSI = 30$ ), die durch kataklastisches oder beeinträchtigtes Material gekennzeichnet sind, sowie bei hoher Dicke des Deckgebirges bzw. dissymmetrischen Schüben;
- Cd kommt bei Phyllit mit großen Verformungserscheinungen (Squeezing) zum Einsatz, d.h. unter hoher Gebirgsdeckung mit Gesteinsgefügen, die sich durch niedrige Festigkeitswerte kennzeichnen.

In den geotechnischen Profilen des Projekts wird jedem in der Diagnosephase erfassten gleichartigen Streckenabschnitt ein Ausbruchsschnitt zugeordnet, der als vorherrschend gilt. Im Innern dieser Teilstrecken sind etwaige weitere Abschnitte gekennzeichnet, die geologische und geotechnische Varianten und Ungewissheiten aufweisen.

Percentuali di applicazione

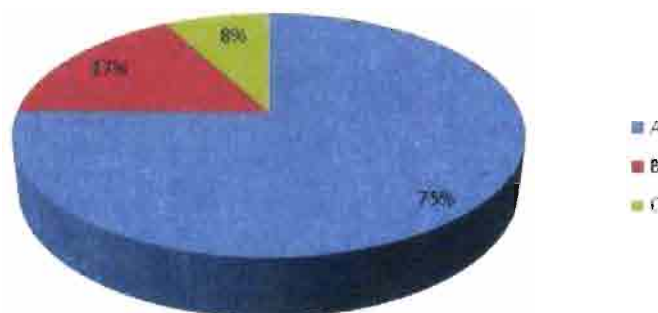


Abbildung 11. 48 – Anwendungsprozentsatz der Regelquerschnitte für Ausbruch und Verfestigung

#### Regelquerschnitt für den Vortrieb bei maschinellem Ausbruch

Der Regelquerschnitt für den Vortrieb bei maschinellem Ausbruch weist folgende Merkmale auf:

- Ausbruchsdurchmesser: Mindestens 9,60 m mit der Möglichkeit, den Spalt zwischen Ausbruchprofil und Oberkante der vorgefertigten Verkleidung zu verbreitern, indem „verlängerte“ Schneidwerkzeuge ausgefahren werden, um geologisch problematische Bereiche zu überwinden.



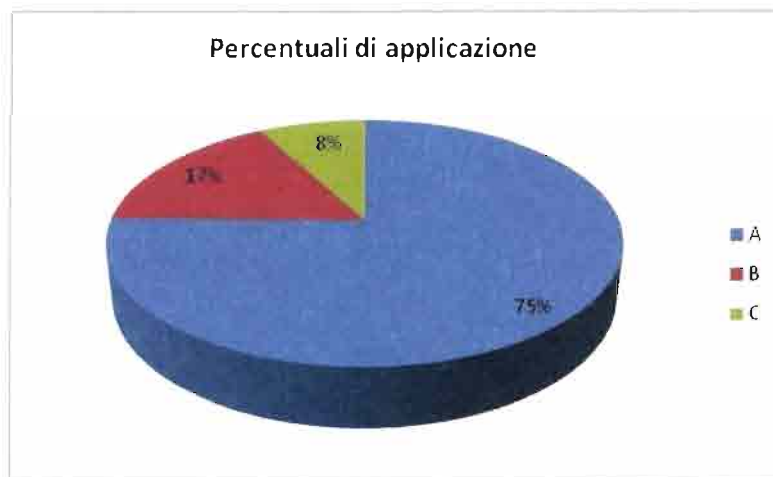
A tali quantità sono associati i previsti campi di variabilità, da calibrare in fase realizzativa in funzione del comportamento deformativo riscontrato mediante il monitoraggio.

Per le sezioni di scavo e consolidamento relative alle altre sezioni di intradosso (F1, F2 e F3), le quantità di ciascun intervento sono riportate negli specifici elaborati grafici di scavo, consolidamento e carpenteria.

I criteri di applicazione delle sezioni di scavo e consolidamento sono i seguenti:

- A0, A1, A2 sono adottate in rocce con buone caratteristiche geotecniche e strutturali (ad esempio, per le filladi con  $GSI_{medio}=60$ ), e nel caso della sezione A2 anche in corrispondenza di coperture elevate;
- B1 è applicata in rocce molto fratturate, nelle zone di faglia o tettonizzate (ad esempio, per le filladi con  $30 \leq GSI \leq 45$ );
- C1 e C1bis sono adottate nei depositi alluvionali e fluvio-glaciali, in particolare la C1bis in presenza di basse coperture e nel sotto attraversamento di interferenze;
- C2v è applicata in rocce molto fratturate, nelle zone di faglia o tettonizzate (ad esempio, per le filladi con  $GSI = 30$ ), caratterizzate da materiale cataclasato o alterato, anche in corrispondenza di elevate coperture o in presenza di spinte dissimetriche;
- Cd è adottata nelle filladi in presenza di fenomeni di grandi deformazioni (squeezing), quindi sotto alte coperture con un ammasso caratterizzato da bassi valori di resistenza.

Nei profili geotecnici di progetto a ciascuna tratta omogenea individuata in fase di diagnosi è associata una sezione di scavo, definita come sezione prevalente. Nelle stesse tratte sono indicate anche le sezioni eventuali, legate alle variabilità e incertezze geologiche e geotecniche.



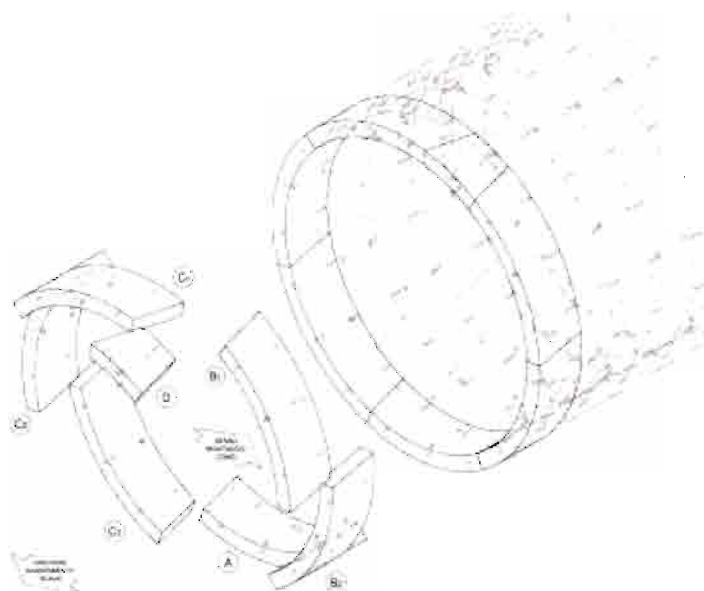
**Figura 11.48 - Percentuali di applicazione delle sezioni tipo di scavo e consolidamento**

#### Sezione tipo di avanzamento per scavo meccanizzato

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

- diametro scavo: minimo 9.60 m 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 15 cm circa con miscela cementizia sotto l'arco-rovescio e ghiaietto (pea-grevel) sul resto del contorno attraverso apposti fori realizzati nei conci di rivestimento

- Hinterfüllung: eine ca. 15 cm dicke Schicht, die unter der Sohle mit Zementmischung und am Rest der Kontur mit feinkörnigem Kies (pea-gravel) durch hierfür vorgesehene Bohrungen in den Tübbings der Verkleidung bei Fels-TBM eingebracht wird; bei Schild-TBM des Typs EPB wird hingegen der gesamte ringförmige Leerraum mit Zementmischung verfüllt.
- Verkleidung mit Ringen aus vorgefertigten Stahlbeton-Tübbings
- Ringtyp: universal oder gleichwertig
- Innendurchmesser Ring: 8,40 m
- Außendurchmesser Ring: 9,30 m
- Dicke Ring: 45 cm
- Länge Ring: 1,5 m
- Anzahl Tübbing-Elemente pro Ring: 6+1
- Betonfestigkeitsklasse: C35/45
- Polypropylenfasern: (2 gk/m<sup>3</sup>)
- Dichtungsmaterial: Neopren
- Verbindung der Tübbings: Bolzen und/oder Biblock-System mit Führungsstäben.

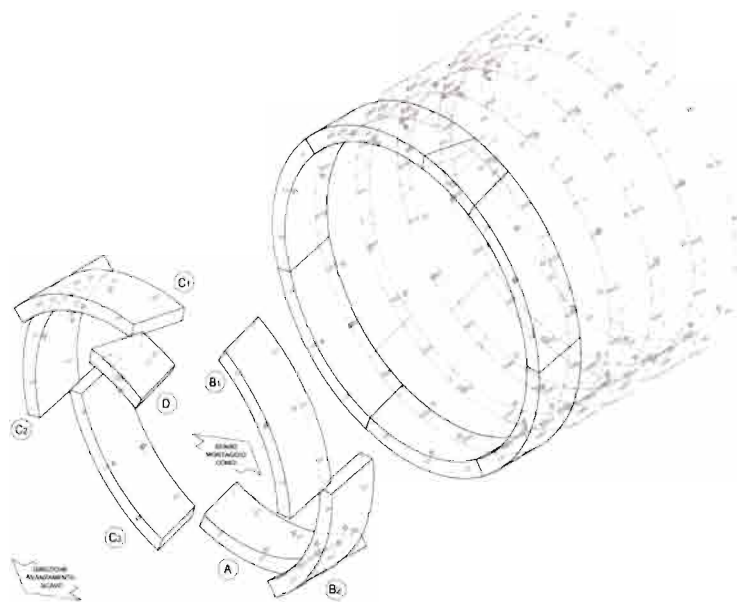


**Abbildung 11.49 – Auskleidung mit Ringen aus vorgefertigten Tübbings**

Die verwendeten Tragwerksschnitte entsprechen anderen, für welche die Erfüllung der Anforderungen an die Brandfestigkeit gemäß MD 28.10.2005 „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ und der Technischen Spezifikation für die Interoperabilität TSI-SET bereits geprüft worden sind. Die Brandfestigkeitstests, bei denen auch der spezifische geotechnische Kontext und das Deckgebirge berücksichtigt werden, werden in Bezugnahme auf genannte Normen in anschließenden Projektphasen entwickelt. In dieser Planungsphase wird zur Einschränkung der Abplatzgefahr (Spalling) der Einsatz von Polypropylenfasern im Beton in einem Verhältnis von 2 kg/m<sup>3</sup> geplant.


nella TBM da roccia; con miscela cementizia in tutto il vuoto anulare nello scavo con scudo TBM-EPB.

- rivestimento in anelli di conci prefabbricati in c.a.
- tipologia anello: universale o equivalente
- diametro interno anello: 8,40 m
- diametro esterno anello: 9,30 m
- spessore anello: 45 cm
- lunghezza anello: 1,5 m
- numero conci per anello: 6+1
- cls classe di resistenza: C35/45
- fibre in polipropilene: (2 kg/m<sup>3</sup>)
- Guarnizioni di tenuta idraulica: in neoprene
- Collegamenti tra i conci: bulloni e/o bi-block con barre guida.



**Figura 11.49 - Rivestimento con anelli in conci prefabbricati**

Le sezioni strutturali utilizzate sono analoghe ad altre per le quali è stato verificato il soddisfacimento dei requisiti di resistenza al fuoco richiesti dal Decreto Ministeriale 28/10/2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie” e dalla Specifica Tecnica di Interoperabilità STI SRT (Dicembre 2007). Le verifiche di resistenza al fuoco, che terranno conto anche dello specifico contesto geotecnico e delle coperture, saranno sviluppate, con riferimento alle suddette norme, nelle successive fasi progettuali. In questa fase della progettazione per la riduzione del fenomeno di spalling, si prevede l'adozione di fibre in polipropilene nel calcestruzzo con frazione in quantità uguale a 2 kg/m<sup>3</sup>.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 11.10 DURCHFÜHRUNGSPHASE

In diesem Absatz werden die Organisationskriterien für Ausbruch und Transport in den Tunneln sowie die Konstruktions- und Montageschritte für die Durchführungsphase zusammengefasst. Die vorgeschlagenen Schemen sind abhängig von programmatischen und technischen Entscheidungen, die zu treffen sind, um einerseits zeitliche Verschiebungen zwischen der Realisierung von Baulos 1 und Brennerbasistunnel zu vermeiden und andererseits um die Auflagen der Kommission CIPE zu erfüllen und zugleich, so weit wie möglich, den Straßentransport des Ausbruchmaterials zu vermeiden, indem alternativen Transportsystemen (Förderbänder) der Vorzug gegeben wird.

### 11.10.1 Organisationskriterien für Ausbruch und Transport

Für die Konstruktion von Schalderer und Grödner Tunnel ist im Falle der gleichzeitigen Ausführung die Realisierung der seitlichen Fensterstollen Aicha-Vahrn, Albeins und Klausen erforderlich.

#### SCHALDERER TUNNEL

Im Falle des Schalderer Tunnels werden die CIPE-Auflagen Nr. 2 und 27 umgesetzt, welche folgendes verlangen:

- Verlagerung des Fensterstollens Aicha-Vahrn und von dessen Baustelle in die Nähe der Deponien im Riggertal (Unterseeber und Forch) gegenüber der ursprünglich im Vorprojekt 2003 geplanten Position;
- ab Einbindung des Aicha-Fensterstollens Vortrieb mit konventioneller Bauweise in Nordrichtung sowie maschineller Vortrieb mit TBM in Südrichtung, wobei der resultierende Schutt durch genannten Fensterstollen direkt zur Deponie im Riggertal befördert wird.

Diese Lösung bringt die Konzentration der Aktivitäten in Verbindung mit einem Großteil des Schalderer Tunnels, einschl. Nordportalen, Albeins-Fensterstollen und Verknüpfung, in einer einzigen großen Baustelle im Riggertal mit sich. Fast 80% des aus dem Schalderer geförderten Schutts wird durch den doppelten Fensterstollen Aicha-Vahrn und die Schutterstollen Forch direkt zum Endbestimmungsort in unmittelbarer Nähe (Riggertal) befördert. Die lokalen Verkehrswege im Gebiet Unterseeber-Forch werden lediglich anfangs zur Versorgung der Baustelle und für den Abtransport des Schutts aus dem Ausbruch des doppelten Fensterstollens Aicha-Vahrn, der GVS Schalderer und der Verknüpfungskavernen mit den Standorten im Bereich des Riggertals benutzt. Nach Abschluss dieser Phase wird das Deponiegelände Forch zum Angelpunkt des logistischen Baustellensystems und für die Entsorgung des Ausbruchmaterials, das sowohl auf dieser Deponie als auch in den nahe gelegenen weiteren abgelagert wird.

Eine zweite Baustelle ist am Portal des Fensterstollens Albeins geplant, um den Abschnitt des Streckentunnels zwischen Einbindungskaverne des Fensterstollens bis zum Südportal zu realisieren. Die Autobahnauffahrt Brixen Süd liegt in unmittelbarer Nähe des Stolleneingangs Albeins, sodass eine direkte Verbindung zwischen Baustelle und Autobahn vorhanden ist, ohne dass lokale Verkehrswege benutzt und Ortschaften durchfahren werden müssen.

Ferner sind die Maßnahmen an den Portalen der Strecken- und Verknüpfungstunnel auf die alleinigen Arbeiten zur Vorbereitung der Eingangsbauten beschränkt, bei denen bescheidene Volumen zur LKW-Beförderung bis zu den Deponien anfallen werden.

## 11.10 FASE REALIZZATIVA

Nel presente paragrafo sono sintetizzati i criteri di organizzazione degli scavi e dei trasporti nelle gallerie, le fasi costruttive e il monitoraggio per la fase realizzativa. Gli schemi proposti dipendono da scelte di carattere programmatico e tecnico, per la prima dall'esigenza di evitare sfasamenti temporali tra la realizzazione del Lotto 1 e la galleria di Base, per la seconda di rispettare le prescrizioni CIPE limitando nel contempo quanto più possibile il trasporto su gomma dei materiali scavati privilegiando sistemi di trasporto alternativi (nastri trasportatori).

### 11.10.1 Criteri di organizzazione degli scavi e dei trasporti

Per la costruzione delle gallerie Scaleres e Gardena, nell'ipotesi di realizzarle contemporaneamente, si rende necessaria la realizzazione delle finestre laterali di Aica-Varna, Albes e Chiusa.

#### GALLERIA SCALERES


In particolare nello scavo della Galleria Scaleres sono recepite le prescrizioni del CIPE n. 2 e 27, che prevedono:

- lo spostamento della finestra di Aica-Varna e del relativo cantiere nei pressi dei depositi in val Riga/ (aree Unterseeber e Forch) rispetto alla posizione prevista nel Progetto Preliminare 2003;
- di adottare, a partire dall'innesto della finestra di Aica, lo scavo tradizionale verso nord e lo scavo meccanizzato con TBM verso sud, con trasporto del materiale di risulta attraverso la suddetta finestra direttamente ai depositi permanenti individuati in val Riga.

Tale soluzione comporta la concentrazione in un grande cantiere ubicato in val Riga dell'attività connessa alla realizzazione di gran parte della galleria Scaleres, compresa tra gli imbocchi Nord e la finestra di Albes, inclusa l'interconnessione. Quasi l'80% del materiale estratto dalla Scaleres verrà trasportato attraverso la doppia finestra di Aica-Varna e le gallerie di smarino di Forch, direttamente ai siti di destinazione finale ubicati nelle immediate vicinanze (val Riga). La locale viabilità stradale in zona Unterseeber-Forch, verrà utilizzata solo inizialmente per l'alimentazione del cantiere e per il trasporto dello smarino proveniente dagli scavi della doppia finestra Aica-Varna, del P.C. Scaleres e dei cameroni di interconnessione ai siti in zona val Riga. Ultimata questa fase l'area di deposito di Forch diventerà il fulcro del sistema logistico di cantiere e di smaltimento del materiale scavato che verrà depositato sia nella stessa area che in quelle vicine.

Un secondo cantiere è previsto all'imbocco della finestra di Albes per realizzare il tratto di galleria di linea compreso dalla camera di innesto della finestra sino all'imbocco Sud. Nelle immediate vicinanze dell'imbocco della finestra di Albes esiste lo svincolo autostradale di Bressanone sud che permette l'accesso diretto da e per l'area di cantiere direttamente dall'autostrada senza usare la viabilità locale e passare per i centri abitati.

Infine, gli interventi agli imbocchi delle gallerie di linea e di interconnessione sono limitati ai soli lavori di predisposizione delle opere di imbocco e comportano modesti volumi di trasporto su gomma sino alle aree di deposito.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

### GRÖDNER TUNNEL

Beim Grödner Tunnel beschränken sich die Baustellen auf zwei Bereiche, einen bei den Portalen am Nordportal des Tunnels und den anderen beim Portal der Abfahrt von Klausen. Ausbruch und Schuttbeförderung sowohl von den Strecken- als auch von den Verknüpfungstunneln ist daher über diese Portale geplant. Im Süden sind nur Maßnahmen zur Vorbereitung der Eingangsbauten der Verknüpfung Gleis 1 vorgesehen, abgesehen vom Bau des Tunnels in offener Bauweise. Für die Verknüpfung 2 endet der bergmännische Vortrieb beim Zusammentreffen mit dem in offener Bauweise angelegten Tunnel, der Gegenstand des Einreichplans für den funktionellen Teilabschnitt Franzensfeste-Waidbruck ist, daher sind keine Eingangsbauten vorgesehen. Stattdessen sind Verfestigungsmaßnahmen zum Schutz der gekreuzten Autobahn geplant. Der Abtransport des gesamten geförderten Materials erfolgt demnach per LKW, wobei die örtlichen Verkehrswege nur minimal genutzt werden; stattdessen wird in erster Linie die Autobahn A22 von den Mautstellen Klausen und Brixen Süd bis zu den Endbestimmungsorten im Riggertal befahren.

#### **11.10.2 Durchführungsphasen**

##### SCHALDERER TUNNEL UND VERKNÜPFUNGSTUNNEL FRANZENSFESTE SÜD

Für den Schalderer Tunnel wurden die beiden Durchführungsmethoden – konventionell und maschinell – jeweils für die folgenden Teilabschnitte veranschlagt:

- Maschineller Ausbruch mit Einschild-TBM im Südabschnitt zwischen GVS Schalderer (ausgeschlossen) und dem Einbindungsbereich von Fensterstollen Albeins mit dem Streckentunnel. Dieser Abschnitt hat eine Länge von ca. 8.064 m für Gleis 2 und 7.721 m für Gleis 1.
- Ausbruch mit traditionellen Systemen am Nordabschnitt zwischen GVS Schalderer (einschließlich) und Nordportal Franzensfeste. Dieser Abschnitt hat eine Länge, einschließlich der Verknüpfungs- und Verbindungskavernen von Gleis 1/2, von ca. 3.574 m für Gleis 2 und 3.922 m für Gleis 1.
- Ausbruch mit konventionellem System im südlicheren Teil zwischen dem Einbindungsbereich des Albeins-Fensters mit den Streckentunneln und dem Südportal in der Nähe der Eisack-Brücke. Dieser Abschnitt hat eine Länge von ca. 3.712m für Gleis 2 und 3.678 m für Gleis 1.

Dieser Ansatz bringt die Notwendigkeit mit sich, im Süden der Einbindung des Fensterstollens Aicha-Vahrn Süd mit dem Streckentunnel, zwei Kavernen mit geeigneter Größe zur Montage und fürs Rangieren der TBM zu schaffen. Diese „Kavernen“ gehören in Wirklichkeit zu den vergrößerten Querschnitten der Gleisverbindungsstelle 2/1 südlich des Fensters, deren größten Teil sie ausmachen.

Auch die Verknüpfungstunnel werden konventionell durch den Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord vorgetrieben. Diese Tunnelbauten haben je eine Länge von ca. 2.197 m für Gleis 2 und ca. 2.337 m für Gleis 1.

Wie bereits erwähnt, wird der Ausbruch des Tunnelteils zwischen den Nordportalen und dem Albeins-Fenster über den doppelten Baustollen Aicha-Vahrn erfolgen, der deshalb eine grundlegende Bedeutung für das logistische und organisatorische Management der Baustelle annimmt. Die Querschnitte der beiden Fensterstollen sind dafür ausgelegt, die jeweiligen Baustellenerfordernisse zu erfüllen. Die Portalen sind im Gebiet Unterseeber östlich der Autobahn A22 vorgesehen. Von dieser Stelle aus ist die Realisierung eines doppelten Schutterstollens namens Forch geplant, der nach Osten vordringt und unter der Brennerstraße SS12 bis zum Deponiegelände Forch verläuft.

Die Baustellentätigkeit am Nordportal (Bahnhof Franzensfeste) an den Portalen der Verknüpfungen und am Südportal ist auf ein Mindestmaß reduziert (Realisierung der Ansatzschnitte, Ausführung der Portale und der Abschnitte in offener Bauweise).

### GALLERIA GARDENA

Per quanto riguarda la galleria Gardena, i cantieri operativi sono stati concentrati in due ambiti, uno ai portali dell'imbocco Nord della galleria e l'altro al portale della discenderia di Chiusa. Lo scavo e il trasporto dello smarino, sia delle gallerie di linea che delle gallerie di interconnessione, è previsto pertanto attraverso questi portali. A sud sono previsti solo gli interventi di predisposizione delle opere dell'imbocco dell'interconnessione dispari oltre alla costruzione della galleria artificiale. Per l'interconnessione pari lo scavo naturale termina a contatto con la galleria artificiale, oggetto del P.D. del sub-lotto funzionale di Fortezza-Ponte Gardena, non sono pertanto previste opere di imbocco. Sono invece previsti interventi di consolidamento a salvaguardia delle opere dell'autostrada interferite. Il trasporto di tutto il materiale estratto avverrà quindi su gomma utilizzando solo in minima parte la viabilità ordinaria e prevalentemente l'autostrada A22 dai caselli di Chiusa e di Bressanone Sud sino ai siti di destinazione finale individuati in val Riga.

#### **11.10.2 Fasi realizzative**

### GALLERIA SCALERES E GALLERIE DI INTERCONNESSIONE FORTEZZA SUD

Per la galleria Scaleres sono state ipotizzate le due tecniche realizzative, tradizionale e meccanizzato, applicate nei seguenti tratti:

- Scavo meccanizzato con TBM monoscudata nel tratto Sud compreso tra il PC Scaleres (escluso) sino alla zona di innesto della finestra di Albes con le gallerie di linea. Tale tratto misura una lunghezza di 8.064 m circa per il B.P. e di 7.721 m circa per il B.D.
- Scavo con sistemi tradizionali nel tratto Nord tra il PC Scaleres, incluso, e l'imbocco Nord di Fortezza. Tale tratto misura una lunghezza, compresi i cameroni di interconnessione e di comunicazione dispari/pari, di 3.574 m circa per il B.P. e di 3.922 m circa per il B.D.
- Scavo con sistemi tradizionali nel tratto più a Sud compreso tra la zona di innesto della finestra di Albes con le gallerie di linea e l'imbocco Sud in prossimità del ponte sull'Isarco. Tale tratto misura una lunghezza di 3.712m per il B.P. e di 3.678 m per il B.D.

Tale impostazione comporta la necessità di realizzare, a sud dell'innesto della finestra Aica-Varna sud con la galleria di linea, due cameroni di dimensioni idonee per consentire il montaggio e la traslazione delle TBM. Tali "caverne" in realtà fanno parte dei cameroni del posto di comunicazione P/D previsto a sud della finestra, di cui costituiscono la sezione più ampia.

Anche le gallerie di interconnessione verranno realizzate in scavo tradizionale attraverso la finestra di Aica-Varna Nord. Tali opere misurano una lunghezza rispettivamente di 2.197 m circa per il B.P. e di 2.337 m circa per il B.D.

Come anticipato lo scavo della porzione di galleria compresa tra gli imbocchi a Nord e la finestra di Albes verrà realizzato dalla doppia finestra costruttiva di Aica-Varna, che assume pertanto un'importanza fondamentale per la gestione logistica e organizzativa del cantiere. Le sezioni trasversali delle due finestre sono dimensionate per le rispettive esigenze di cantiere. Gli imbocchi sono previsti nella zona Unterseeber, ad est dell'Autostrada A22. Da questo punto è prevista la realizzazione di una doppia galleria di smarino, denominata Forch, che prosegue verso est sottopassando la S.S. 12 del Brennero fino all'area di deposito di Forch.

Le attività di cantiere all'imbocco Nord (Stazione di Fortezza), agli imbocchi delle interconnessioni e all'imbocco Sud sono ridotte al minimo (realizzazione delle sezioni di attacco, esecuzioni dei portali e dei tratti in galleria artificiale).

Il cantiere di Albes, per la realizzazione della parte rimanente della galleria sino al ponte sull'Isarco, risponde anche all'esigenza programmatica di contenere la durata di costruzione della galleria Scaleres entro i tempi



Die Baustelle Albeins erfüllt für die Realisierung des restlichen Tunnelteils bis zur Eisack-Brücke die Aufgabe, die Bauzeit des Schalderer Tunnels im Rahmen der Arbeitsplanung des Vorprojekts 2003 zu halten. Am Portal des Albeins-Fensters ist daher eine Baustelle mittlerer Größe für den von dort aus vorgetriebenen Tunnelabschnitt geplant.

In folgendem Schema werden die wichtigsten Bauphasen für die Konstruktion des Schalderer Tunnels kurz zusammengefasst:

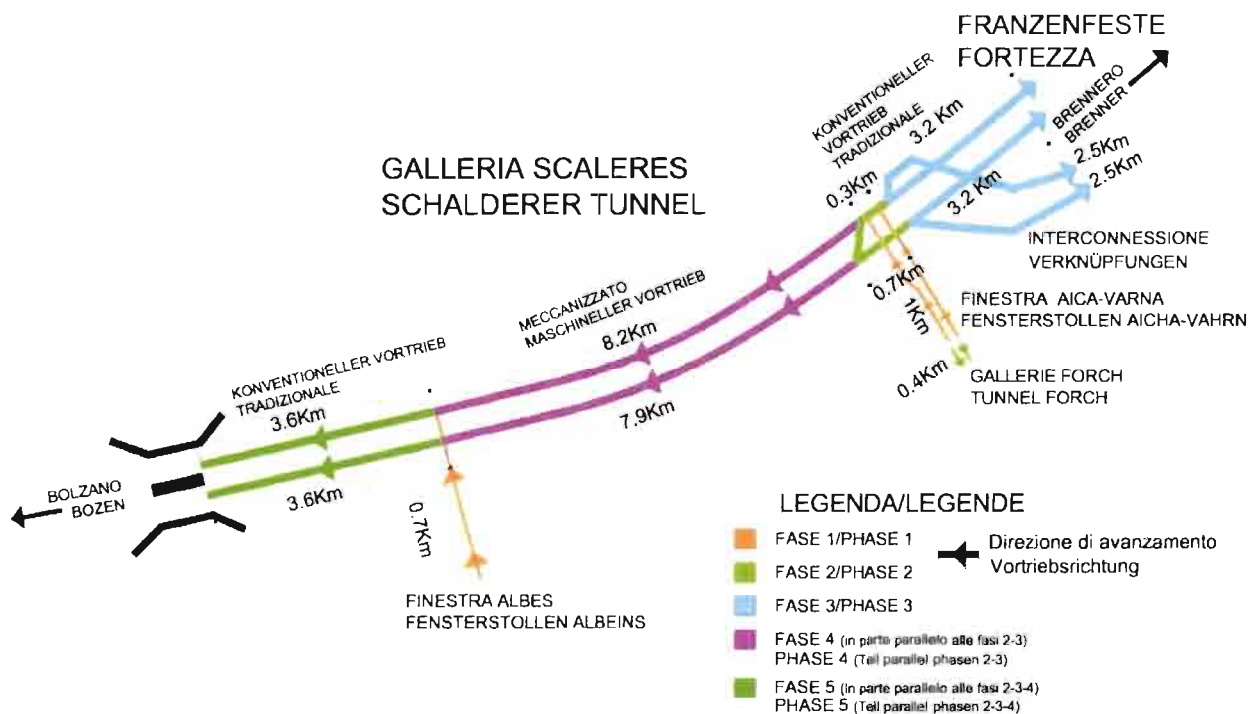


Abbildung 11. 50 – Schalderer Tunnel – die Hauptbauphasen

### Phase 1: Realisierung des doppelten Fensterstollens Aicha-Vahrn und des Fensterstollens Albeins

Ausgehend vom Gebiet Unterseeber verläuft der ca. 1 km lange doppelte Fensterstollen Aicha-Vahrn mit steigender Neigung zunächst unter der Autobahn und dann unter der Bestandsstrecke der Brennerbahn hindurch, um bis zum Einbindungsbereich zum Streckentunnel zu gelangen. Die Realisierung des doppelten Fensterstollens erfüllt die Aufgabe, die Ausbruchsarbeiten von konventionell und maschinell vorgetriebenem Teil organisatorisch und logistisch voneinander zu trennen. Das Aicha-Vahrn-Fenster Nord dient daher der Logistik des konventionell vorgetriebenen Teils zwischen dem Einbindungsbereich und den vier Nordportalen (Strecken- und Verknüpfungstunnel), während das Südfenster der Logistik des maschinell vorgetriebenen Abschnitts dient. In den Einbindungsbereichen wird der Querschnitt aus Gründen der Baustellenlogistik erweitert (Einbindungskaverne).

Die Realisierung der beiden Fenster erfolgt in einem zeitlichen Abstand von ca. 3 Monaten voneinander, wobei dem Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd der Vorrang gebührt. Die Unterquerung der Autobahn A 22 und der Bahnstrecke erfolgt im bergmännischen Vortrieb entsprechend den Methoden und Phasen, die in den zeichnerischen Projektunterlagen aufgeführt sind. Angesichts des ausreichenden Deckgebirges sind keine Umleitungen oder provisorische Fahrbahnschließungen der Autobahn vorgesehen.



previsti nel programma lavori del P.P.2003. All'imbocco della finestra di Albes è pertanto previsto un cantiere di medie dimensioni a servizio del tratto di galleria da costruire.

Si descrivono le principali fasi operative per la costruzione della galleria Scaleres sinteticamente riportate nel seguente schema:

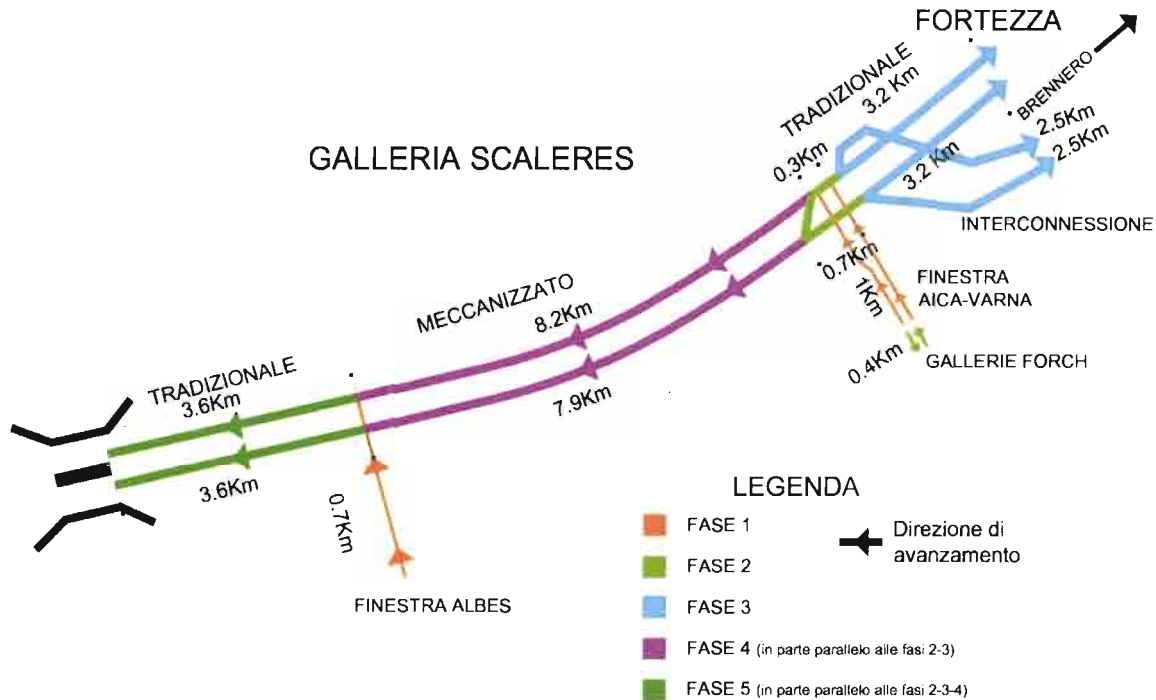



Figura 11.50 - Galleria Scaleres – Principali fasi realizzative

### **Fase 1: realizzazione della doppia finestra di Aica-Varna e della finestra di Albes**

Partendo dalla zona di Unterseeber, la doppia finestra di Aica-Varna di circa 1 km, sottopassa con pendenza a salire prima l'autostrada e poi la linea esistente della Ferrovia del Brennero per arrivare fino alle zone di innesto con la galleria di linea. La realizzazione della doppia finestra risponde all'esigenza di separare, dal punto di vista organizzativo e logistico, le attività di scavo previste nel tratto in tradizionale e nel tratto in meccanizzato. La finestra Aica-Varna Nord è pertanto dedicata alle esigenze logistiche del tratto in scavo in tradizionale compreso tra la zona di innesto e i quattro imbocchi a Nord (gallerie di linea e di interconnessione), invece la finestra di Aica-Varna Sud è dedicata alle esigenze logistiche del tratto scavato in meccanizzato. Nelle zone di innesto la sezione trasversale viene ampliata per ragioni di logistica di cantiere (camerone di innesto).

La realizzazione delle due finestre avverrà con uno scarto temporale di 3 mesi circa tra l'una e l'altra, dando precedenza alla finestra di Aica-Varna sud. Il sotto attraversamento dell'Autostrada A22 e della ferrovia avviene in scavo naturale secondo le modalità e le fasi riportate nei relativi allegati grafici progettuali. Data la sufficiente copertura non sono previste deviazioni o parzializzazioni provvisorie dell'arteria autostradale.

Contemporaneamente partiranno anche i lavori di costruzione della finestra di Albes, prevista in scavo tradizionale con pendenza a salire.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Gleichzeitig werden die Bauarbeiten für den Albeins-Stollen gestartet, der konventionell mit steigender Neigung vorgetrieben wird.

**Phase 2: Realisierung des Abschnitts zwischen den Verknüpfungskavernen und der GVS Schalderer sowie des doppelten Schutterstollens Forch**

Ab dem Einbindungsbereich der Fensterstollen wird in beide Richtungen mit konventioneller Methode der Streckentunnel zwischen der Gleisverbindungsstelle und den beiden Verknüpfungskavernen mit einem zeitlichen Abstand einiger Monate zwischen den beiden Tunnelrohren vorangetrieben. Insbesondere im Nordabschnitt des Fensters (Verknüpfungskavernen) wird Gleis 2 der Vortritt gewährt, bei der GVS Schalderer hingegen gebührt die Vorfahrt Gleis 1, da es länger ausfällt.

Der doppelte Schutterstollen Forch wird ausgehend von den Portalen in Unterseeber angelegt. Der Stollen führt in bergmännischem Vortrieb mit Abwärtsneigung unter der Brennerstraße SS12 hindurch und hat eine Länge von ca. 215m für die Nordröhre und 246 m für die Südröhre; anschließend verläuft er weiter als offen angelegter polyzentrischer Tunnel jeweils über 181 m (Nordröhre) und 151 m (Südröhre). Angesichts der ausreichenden Deckschicht von ca. 33-34 m bei der Unterführung unter der Brennerstraße SS12 sind keine Umleitungen oder vorübergehende Fahrbahnstilllegungen für den Vortrieb geplant.

**Phase 3: Realisierung des Tunnelteils nördlich der Verknüpfungskavernen**

Nach Abschluss der Ausbruchsarbeiten der Phase 2 wird der Vortrieb im Norden in konventioneller Methode fortgesetzt, um die Strecken- und Verknüpfungstunnel bis zu den bergmännisch angelegten Portalen im Gebiet von Franzensfeste zu realisieren. Die Ausbruchsarbeiten dieser Tunnel können parallel vor sich gehen, wobei jedoch eine gewisse zeitliche Versetzung um einige Monate vorgesehen ist, mit Vorrang für Gleis 2.

Der Schutt wird mittels LKW oder Förderband über den Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord abtransportiert. Auf die Ausbruchs- und Stabilisierungstätigkeiten folgt das Anbringen der inneren Verkleidung, welche über den Fensterstollen Aicha-Vahrn Nord zugeführt wird.

Die Querschläge werden sofort nach Fertigstellung der Ausbaugüsse in den Strecken- und Verknüpfungstunneln hergestellt. Am Ende folgt die Vervollständigung der baulichen Maßnahmen (Bahnsteige, Verlegegrund usw.) für die betreffende Teilstrecke.


Die Belieferung der Baustelle und der Abtransport des Schutts erfolgen über den doppelten Fensterstollen Aicha-Vahrn und den doppelten Schutterstollen Forch.

**Phase 4: Realisierung des Tunnelteils vom Fensterstollen Aicha-Vahrn bis zum Albeins-Fenster**

Diese Phase erfolgt zum Teil parallel zu den Phasen 2 und 3 und umfasst die Vervollständigung der GVS Schalderer (Karverne Gleis 2), die Montage der beiden Schild-TBM mit einer zeitlichen Versetzung um ca. 3 Monate zwischen den beiden Maschinen, mit Vorrang für Gleis 1.

Die verschiedenen Teile der TBM werden durch den Fensterstollen Aicha-Vahrn Süd bis zur Montagekaverne Gleis 2 transportiert, wo die TBM zusammengebaut wird. Nachdem zuerst die TBM von Gleis 1 montiert worden ist, wird der Schild durch den Verbindungstunnel Gleis 2/1 bis zur Startkaverne befördert, von wo der Ausbruch der Röhre für Gleis 1 begonnen wird. Nachdem dort der Ausbruch begonnen hat, wird die Montage der zweiten Schild-TBM in der Verbindungskaverne Gleis 2 vorgenommen und diese wird anschließend zur Startkaverne befördert, von wo der Ausbruch der Röhre für Gleis 2 begonnen wird.

Der Vortrieb Richtung Süden erfolgt bergab bis zum Einbindungsbereich des Fensterstollens Albeins mit den Streckentunneln. Der Schutt wird mithilfe von entlang der Wand angebrachten Förderbändern aus Streckentunnel, Aicha-Vahrn-Fenster Süd und Forch Süd in Richtung Forch-Portal abtransportiert.

	<b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA</b> <b>LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. B	FOGLIO 149 di 270

### **Fase 2: realizzazione del tratto compreso tra i cameroni di interconnessione e il PC Scaleres e della doppia galleria di smarino Forch**

A partire dalle zone di innesto delle finestre si procederà, in entrambe le direzioni nord e sud, con il metodo tradizionale allo scavo del tratto di galleria di linea compreso tra il posto comunicazione e i due cameroni di interconnessione con uno scarto temporale di qualche mese di una canna rispetto all'altra. In particolare per il tratto a Nord della finestra (camerone di interconnessione) la precedenza verrà data alla canna pari, per il PC Scaleres invece verrà data precedenza alla canna dispari poiché presenta uno sviluppo maggiore.

La doppia galleria di smarino di Forch verrà realizzata dagli imbocchi ubicati a Unterseeber. La galleria sottopassa in naturale con pendenza a scendere la S.S.12 del Brennero, per uno sviluppo di 215 m circa per la canna Nord e 246 per la canna sud, prosegue poi in galleria artificiale policentrica rispettivamente per altri 181 m circa (canna nord) e 151 m circa (canna sud). Data la sufficiente copertura di circa 33-34 m in corrispondenza della SS.12 del Brennero non sono previste deviazioni o parzializzazioni provvisorie dell'arteria stradale per eseguire lo scavo in tradizionale della galleria.

### **Fase 3: realizzazione della porzione di galleria a Nord dei camerone di interconnessione**

Ultimati gli scavi della fase 2, a Nord l'avanzamento proseguirà in scavo tradizionale per realizzare le gallerie di linea e le gallerie di interconnessione sino ai rispettivi portali naturali in zona Fortezza. I lavori di scavo di queste gallerie potranno procedere in parallelo, prevedendo comunque degli scarti temporali di qualche mese di una canna rispetto all'altra, dando la precedenza alla canna pari.

Lo smarino verrà estratto attraverso la finestra Aica-Varna Nord per mezzo di autocarri o nastri trasportatori. Le attività di scavo e stabilizzazione sono seguite dalla posa del rivestimento interno con alimentazione attraverso la finestra di Aica-Varna Nord.

I cunicoli trasversali di collegamento verranno realizzati immediatamente dopo l'ultimazione dei getti delle gallerie di linea e di interconnessione. Seguirà infine il completamento delle opere civili (marciapiedi, piano di regolamento etc.) per la tratta in oggetto.

L'alimentazione del cantiere e il trasporto dello smarino avverrà attraverso la doppie finestre di Aica-Varna e la doppia galleria di smarino Forch.

### **Fase 4: realizzazione della porzione di galleria dalla finestra di Aica-Varna sino alla finestra di Albes**

Tale fase avviene parzialmente in parallelo alle Fasi 2 e 3 e prevede il completamento del PC Scaleres (camerone B.P.), il montaggio delle due TBM scudate, con uno scarto temporale di 3 mesi circa di una TBM rispetto all'altra dando precedenza a quella del binario dispari.

I vari elementi delle TBM verranno trasportati attraverso la finestra Aica-Varna Sud sino al camerone di montaggio B.P. dove verranno assemblate. Montata prima la TBM della canna dispari lo scudo verrà traslato attraverso la galleria di comunicazione pari/dispari sino alla camera di lancio da dove inizierà lo scavo della canna dispari. A scavo iniziato si procederà al montaggio della seconda TBM scudata nel camerone di comunicazione B.P. che verrà poi traslata sino alla camera di lancio da dove inizierà lo scavo della canna pari.

Lo scavo verso sud si svolgerà in discesa sino alla zona di innesto della finestra di Albes con le gallerie di linea. Lo smarino verrà allontanato per mezzo di nastri trasportatori fissati lungo il paramento delle gallerie di linea, delle finestre Aica-Varna Sud e Forch Sud verso il portale di Forch.

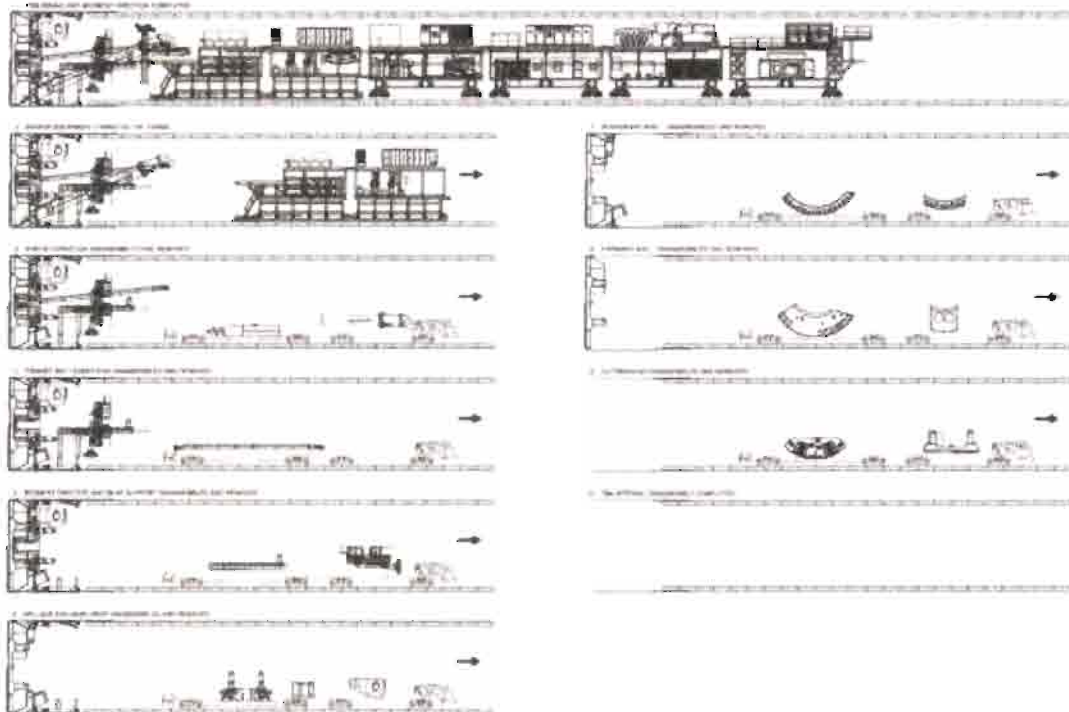
Terminato lo scavo i back-up e le parti alloggiare all'interno dei due scudi verranno smontate, secondo lo schema rappresentato nella figura seguente, e portate a ritroso attraverso la galleria appena realizzata e la finestra Aica-Varna Sud. I due mantelli delle TBM verranno invece lasciati definitivamente nell'ammasso

Nach Ende des Ausbruchs werden die Nachlaufwagen und im Innern der beiden Schilde untergebrachten Teile entsprechend dem in nachstehender Abbildung gezeigten Schema abmontiert und durch den gerade erstellten Tunnel und das Fenster Aicha-Vahrn Süd rückwärts hinausbefördert. Die beiden Mäntel der TBM werden hingegen definitiv im Gesteinsgefüge gelassen, sodass der letzte Teil der Endverkleidung vor Ort unter Einsatz der TBM-Schilde als Außenschalung durchgeführt wird.

Die Anlage der Querschläge wird begonnen, sobald die Röhre von Gleis 1 fertiggestellt worden ist, und endet nach Fertigstellung von Gleis 2.

Der Beginn der Betongussarbeiten in den Kavernen der GVS Schalderer ist nach Ende der Realisierung des maschinell vorgetriebenen Abschnitts vorgesehen.

Die Aktivitäten für die Fertigstellung der baulichen Maßnahmen (Bahnsteige, Verlegeebene usw.) für genannten Abschnitt beginnen nach Demontage und Abtransport der TBM aus Röhre 2.



**Abbildung 11.51 – Demontage und Abtransport der TBM aus dem Tunnel**

### **Phase 5: Realisierung des HL-Tunnelabschnitts von Albeins bis Südportal**

Diese Phase wird parallel zu den Phasen 2, 3 und 4 ablaufen. Nach Beendigung des Albeins-Stollens werden die Ausbrucharbeiten vom Einbindungsbereich abwärts Richtung Süden fortgesetzt, um die beiden Streckentunnel zu realisieren, wobei zwischen den beiden eine zeitliche Versetzung um einige Monate geplant ist, mit Vorrang für Gleis 2.

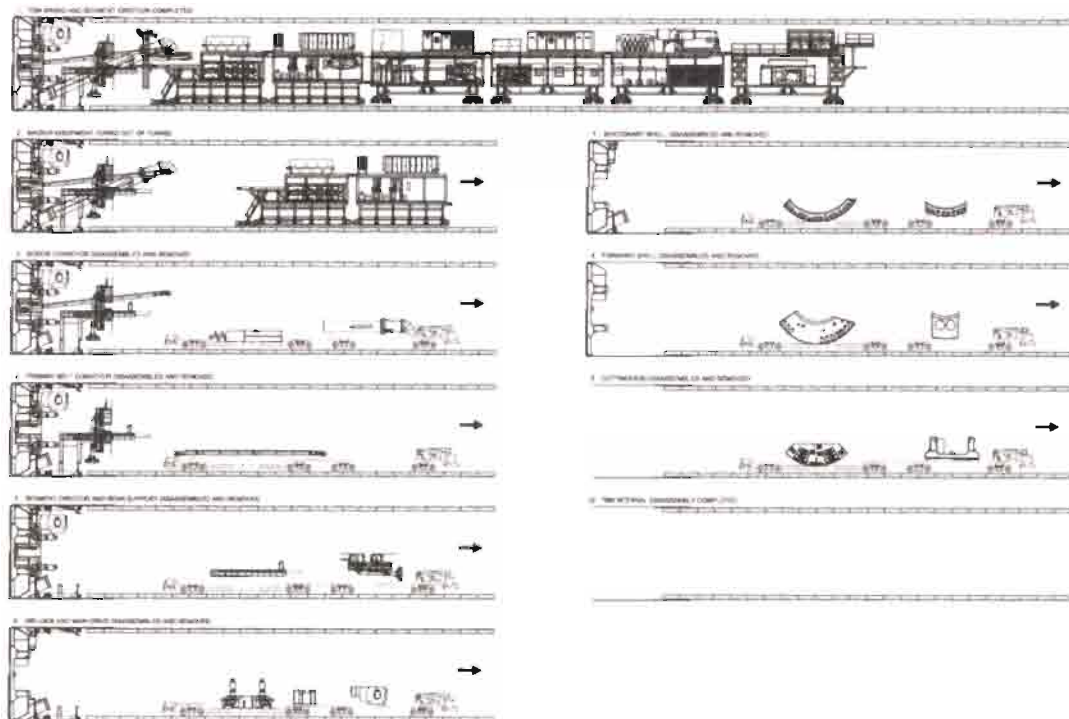
Der Beginn der Bauarbeiten für die Querschläge ist sofort nach Ausbruch der Streckentunnel vorgesehen, an dessen Ende die Vervollständigung der baulichen Maßnahmen (Bahnsteige, Verlegeebene usw.) folgen werden.

roccioso, il tratto di rivestimento finale sarà quindi eseguito in opera sfruttando gli scudi delle TBM come casseri esterni.

I cunicoli trasversali di collegamento verranno realizzati dopo l'ultimazione della canna dispari per terminare dopo il completamento della canna pari.

L'inizio dell'attività dei getti dei cameroni del PC Scaleres sono previsti dopo la conclusione della realizzazione del tratto eseguito in meccanizzato.

L'attività per il completamento delle opere civili (marciapiedi, piano di regolamento etc.) per il suddetto tratto inizierà dopo lo smontaggio e l'allontanamento dalla galleria della TBM della canna pari.



**Figura 11.51 - Fasi smontaggio e allontanamento TBM in galleria**

### **Fase 5: realizzazione del tratto di galleria AC da Albes all'imbocco Sud**

Questa fase si svolgerà in parallelo alle fasi 2, 3 e 4. Ultimata la finestra di Albes, dalla zona di innesto gli scavi proseguiranno in discesa verso sud per realizzare le due canne di linea, con uno scarto temporale di qualche mese di una canna rispetto all'altra, dando la precedenza alla canna pari.

L'inizio dell'attività per la costruzione dei cunicoli di collegamento trasversali è prevista immediatamente dopo lo scavo delle gallerie di linea, al termine dei quali seguirà il completamento delle opere civili (marciapiedi, piano di regolamento etc.).

### Phase 6: Realisierung der unterirdischen Technikräume und Betonguss der endgültigen Auskleidung der Fensterstollen

Nach Beendigung der wichtigsten baulichen Maßnahmen werden über die Portale der Fensterstollen die unterirdischen Technikräume angelegt und zuletzt wird die endgültige Auskleidung der Fensterstollen gegossen. Gleichzeitig kann von den Portalen der Streckentunnel aus die Aktivität für die technische Ausstattung des Tunnels in Angriff genommen werden.

### GRÖDNER TUNNEL UND VERKNÜPFUNGSTUNNEL WAIDBRUCK

Diese Tunnel werden in konventioneller Bauweise realisiert, einschließlich der Verknüpfungskavernen und der Kavernen der beiden Gleisverbindungsstellen. Die Hauptaktivitäten sind auf zwei Baustellen jeweils am Nordportal des Streckentunnels und am Portal der Abfahrt Klausen konzentriert. Im Süden sind nur Maßnahmen zum Schutz von Bauwerken, mit denen Überschneidungen bestehen, zur Vorbereitung der Eingangsbauwerke für die Verknüpfung Gleis 1 und zum Bau des in offener Bauweise angelegten Kastentunnels geplant.

Das gesamte Ausbruchmaterial wird per LKW bis zu den Deponien im Riggertal abtransportiert.

In folgendem Schema werden die wichtigsten Bauphasen für die Konstruktion dieser Tunnel kurz zusammengefasst:



Abbildung 11. 52 – Grödner Tunnel – die Hauptbauphasen

### Phase 1: Realisierung der Eingangsbauwerke Nord und des Fensterstollens Klausen

Für den Zugang zum Nordportal ist die Realisierung einer Baustellenstraße links des Eisack geplant, die an die Autobahnauffahrt Brixen Süd anschließt.

Der Fensterstollen Klausen wird konventionell mit Abwärtsneigung Richtung SO bis zum Einbindungsbereich an die Streckentunnel vorgetrieben. Im Einbindungsbereich wird der Querschnitt aus Gründen der Baustellenlogistik erweitert (Einbindungskaverne).

### Phase 2: Realisierung der Streckentunnel sowie der GVS- und Verknüpfungskavernen

Die Streckentunnel werden vom Nordportal und Einbindungsbereich des Fensterstollens sowohl in Nord- als auch in Südrichtung vorangetrieben.



### Fase 6: realizzazione dei locali tecnici interrati e getto dei rivestimenti definitivi delle finestre

Ultimata la costruzione delle opere civili principali verranno realizzati, attraverso gli imbocchi delle finestre, i locali tecnici sotterranei e per ultimo il getto dei rivestimenti definitivi delle finestre. Contemporaneamente dagli imbocchi delle gallerie di linea può iniziare l'attività relativa all'attrezzaggio tecnico delle gallerie.

### GALLERIA GARDENA E GALLERIE DI INTERCONNESSIONE DI PONTE GARDENA

Queste gallerie verranno realizzate in scavo tradizionale, compresi i cameroni di interconnessione e i cameroni dei due posti di comunicazione. Le attività principali sono concentrate in due cantieri, rispettivamente al portale Nord della galleria di linea e al portale della discenderia di Chiusa. A sud sono previsti solo gli interventi a salvaguardia delle opere interferite, di predisposizione delle opere di imbocco dell'interconnessione dispari e per la costruzione della relativa galleria artificiale scatolare.

Tutto il materiale scavato verrà trasportato su gomma sino ai depositi individuati in val Riga.

Si descrivono le principali fasi operative per la costruzione di tali gallerie sinteticamente riportate nel seguente schema:



Figura 11.52 - Galleria Gardena – Principali fasi realizzative


### Fase 1: realizzazione delle opere di imbocco Nord e della finestra di Chiusa

Per accedere all'imbocco Nord è prevista la realizzazione di una strada di cantiere ubicata in sx Isarco, che si collega con il casello autostradale di Bressanone Sud.

La finestra di Chiusa viene scavata in tradizionale con pendenza a scendere verso SE sino alla zona di innesto con le gallerie di linea. Nella zona di innesto la sezione trasversale viene ampliata per ragioni di logistica di cantiere (camerone di innesto).

### Fase 2: realizzazione delle gallerie di linea e dei cameroni P.C. e di interconnessione

Le gallerie di linea verranno realizzate dall'imbocco Nord e dalla zona di innesto della finestra in entrambe le direzioni Nord e Sud.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

Vom Nordportal erfolgt der Ausbruch mit Abwärtsneigung bis zum Eintritt in die GVS-Kaverne Klausen Nord über ca. 4.595 m für Gleis 2 und ca. 4.306 m für Gleis 1. Die Ausbruchsarbeiten der beiden Röhren verlaufen gleichzeitig jedoch mit einer zeitlichen Verschiebung um einige Monate zwischen den Röhren, mit Vorrang für Gleis 2.

Der Schutt wird per LKW über die Portale abtransportiert, wobei zunächst die eigens realisierte Baustellenstraße links des Eisack über ca. 4 km und dann ab Auffahrt Brixen Süd die Autobahn über ca. 10 km bis zu den Enddeponien im Riggertal benutzt wird.

Auf die Ausbruchs- und Stabilisierungstätigkeiten folgt das Einbringen der inneren Verkleidung, welche über die Portale des Nordeingangs zugeführt wird.

Vom Eingangsbereich der Abfahrt mit den Streckentunneln erfolgt der Ausbruch in Nordrichtung bergan bis zu den Kavernen der GVS Klausen Nord (einschließlich) und in Südrichtung bergab bis zu den Kavernen der Verknüpfung (einschließlich). Dazu gehören auch die Kavernen der GVS Klausen Süd, bei denen großzügige Querschnitte vorgesehen sind, um Montage und Rangieren der Schild-TBM für den Ausbruch der Verknüpfungstollen zu ermöglichen. Der Vortrieb der beiden Röhren verläuft parallel mit einer zeitlichen Versetzung um einige Monate mit Vorrang für Gleis 2.

Der Schutt wird per LKW durch den Fensterstollen zunächst ca. 2,5 km weit über die SP 242 und dann ab Auffahrt Klausen über ca. 15 km auf der Autobahn bis zu den Deponien im Riggertal abtransportiert.

Auf die Ausbruchs- und Stabilisierungstätigkeiten folgt das Verlegen der inneren Verkleidung, welche über den Fensterstollen Klausen und den Nordportal des Grödnern zugeführt wird.

Der Bau der Querschläge beginnt sofort nach Realisierung des von Norden aus vorgetriebenen Tunnelabschnitts.

### **Phase 3: Realisierung der Verknüpfungstunnel**

Nach Abschluss des konventionellen Vortriebs des Grödnern Tunnels einschließlich der Verknüpfungskavernen und der Startkavernen für die TBM wird die Montage von Schild-TBM und Nachlauf im Innern der Kaverne von Gleis 2 der GVS Klausen Süd vorgenommen. Die verschiedenen Elemente von TBM und Nachlauf werden durch den eben ausgebrochenen Tunnel bis zur Kaverne am Portal des Nordeingangs transportiert. Nach der Montage wird die TBM auf Gleis 1 durch den Verbindungstunnel Gleis 2/1 bis zur Startkaverne rangiert, die sich am Ende der Verknüpfungskaverne befindet, von wo nun der Vortrieb beginnt. Am Ausgang wird ein Stahlbetonsattel vorbereitet auf den die TBM am Ende umgesetzt und auseinandergelagert wird. Von dort werden die einzelnen TBM-Teile zunächst über die normalen Verkehrswege und die Baustellenstraße bis zum Nordportal und dann durch den bereits ausgebrochenen Tunnel bis zur Montagekaverne für Gleis 2 der GVS Klausen Süd transportiert, wo sie wieder zusammengesetzt werden, um den Vortrieb der Verknüpfung Gleis 2 vorzunehmen. Der Ausbruch endet an der Schottwand des in offener Bauweise angelegten Tunnels. Nach Abbruch der Schottwand fährt die TBM in den künstlich angelegten Tunnel und wird dort auseinandergelagert.

Die Aufnahme der Tätigkeiten für die Ausführung der Betongüsse in den verschiedenen Kavernen stimmt aus Logistik- und Organisationsgründen mit dem Beginn des maschinellen Vortriebs für Verknüpfungsgleis 2 überein.

Nach Abschluss der Arbeiten am Tunnel für Gleis 2 können die Aktivitäten zum Anlegen der Querschläge beendet und die weiteren verbliebenen Ausbaumaßnahmen in Angriff genommen werden (Bahnsteig, Verlegeebene usw.)

Die in Waidbruck vorgesehenen vorbeugenden Verfestigungsmaßnahmen, welche aufgrund der Kreuzung der Verknüpfungstunnel mit Autobahnbauten (Damm und Viadukt Belprato) erforderlich sind, gehen der



Dall'imbocco Nord lo scavo si svolgerà in discesa sino all'inizio dei cameroni del P.C. Chiusa Nord, per uno sviluppo di 4.595 per il B.P. e di 4.306 m per il B.D. circa. I lavori di scavo delle due canne procederanno contemporaneamente prevedendo comunque degli scarti temporali di qualche mese di una canna rispetto all'altra, dando la precedenza alla pari.

Lo smarino verrà estratto attraverso i portali per mezzo di autocarri, utilizzando prima la strada di cantiere appositamente realizzata in sx Isarco per 4 km circa e poi, dal casello di Bressanone Sud, l'autostrada per 10 km circa sino ai siti di destinazione finali individuati in zona val Riga.

Le attività di scavo e stabilizzazione sono seguite dalla posa del rivestimento interno con alimentazione attraverso i portali dell'imbocco Nord.

Dalla zona di innesto della discenderia con le gallerie di linea lo scavo si svolgerà in direzione Nord, in salita, sino ai cameroni del P.C. Chiusa Nord compresi e in direzione Sud, in discesa, sino ai cameroni di interconnessione inclusi. Sono compresi anche i cameroni del P.C. Chiusa Sud che prevedono ampie sezioni per consentire il montaggio e la traslazione della TBM scudata per lo scavo delle gallerie di interconnessione. Lo scavo delle due canne procederà in parallelo, con uno sfalsamento temporale di qualche mese di una canna rispetto all'altra, dando la precedenza alla canna pari.

Lo smarino verrà estratto attraverso la finestra per mezzo di autocarri, che dal portale proseguiranno prima sulla S.P. 242 per 2,5 km circa, poi dal casello autostradale di Chiusa su autostrada per 15 km circa sino ai depositi in val Riga.

Le attività di scavo e stabilizzazione sono seguite dalla posa del rivestimento interno con alimentazione attraverso la finestra di Chiusa e l'imbocco Nord della Gardena.

La costruzione dei cunicoli di collegamento trasversale inizierà immediatamente dopo la realizzazione del tratto di galleria scavato da Nord.

### **Fase 3: realizzazione delle gallerie di interconnessione**

Terminato lo scavo in tradizionale della galleria Gardena, compresi i cameroni di interconnessione e le camere di lancio delle TBM, si procederà al montaggio della TBM scudata e del back-up all'interno del camerone B.P. del PC Chiusa Sud. I vari elementi della TBM e del back-up verranno trasportati sino al camerone dal portale dell'imbocco Nord attraverso la galleria appena realizzata. Completato il montaggio la TBM verrà poi tralata sul binario dispari attraverso la galleria di comunicazione pari/dispari sino alla camera di lancio ubicata alla fine del camerone di interconnessione da dove inizierà lo scavo. All'uscita dell'imbocco verrà predisposta una sella in c.a. sulla quale verrà tralata e smontata la TBM. Da qui i vari elementi della TBM verranno trasportati, prima attraverso la viabilità ordinaria e la strada di cantiere, sino al portale Nord e poi attraverso la galleria già realizzata sino al camerone di montaggio B.P. del PC Chiusa Sud, dove verrà rimontata per affrontare lo scavo dell'interconnessione pari. Lo scavo terminerà a ridosso della paratia della galleria artificiale. Una volta abbattuta la paratia la TBM traslerà all'interno della galleria artificiale dove verrà smontata.

L'inizio dell'attività per l'esecuzione dei getti dei vari cameroni coincide, per motivi di organizzazione logistica, con l'inizio dello scavo meccanizzato del binario di interconnessione pari.

Completata la galleria pari si potranno completare le attività per la costruzione dei cunicoli di collegamento ed iniziare le attività delle altre opere civili rimaste (marciapiedi, piano di regolamento etc.).

Le attività di consolidamento preventivo previste a Ponte Gardena, che scaturiscono dall'interferenza delle interconnessioni con le opere autostradali (rilevato e viadotto Belprato), precedono la realizzazione delle gallerie di interconnessione o meglio l'arrivo delle TBM nelle zone interferite. Anche la realizzazione delle

Realisierung der Verknüpfungstunnel bzw. der Ankunft der TBM im Störbereich voraus. Auch die Realisierung der Eingangsbauten der Verknüpfung Gleis 1 muss vor Ankunft der TBM erfolgen, die Errichtung des offen angelegten Kastentunnels erfolgt hingegen nach der Demontage der TBM.

**Phase 4: Realisierung der unterirdischen Technikräume und Betonvuss der endgültigen Auskleidung für den Fensterstollen Klausen**

Nach Beendigung der wichtigsten baulichen Maßnahmen werden über die Abfahrt Klausen die unterirdischen Technikräume angelegt und zuletzt wird die endgültige Auskleidung der Fensterstollen gegossen. Gleichzeitig kann von den Portalen der Streckentunnel aus die Aktivität für die technische Ausstattung des Tunnels in Angriff genommen werden.

**11.10.3 Das Monitoring für die Durchführungsphase**

Während der Realisierung der unterirdischen Bauwerke ist ein angemessenes Monitoring-Programm zu betreiben, anhand dessen die Projektentscheidungen hinsichtlich der Intensität der geplanten Verfestigungs- und Eindämmungsmaßnahmen sowie der anschließenden Ausführungsphasen überprüft und optimiert werden, insbesondere: zeitlicher und räumlicher Abstand von Ausbruch und Betonverguss der definitiven Auskleidung in Abhängigkeit von der Verformungsstärke an Ortsbrust und Hohlraum. Diese Anpassungen des Projekts sind Bestandteil des Projektansatzes ADECO-RS und allgemein der „Beobachtungsmethode“. Das Monitoring hat ferner den Zweck, etwaige an der Oberfläche verursachte Auswirkungen bei niedrigem Deckgebirge zu prüfen, insbesondere bei Überschneidungen.


opere dell'imbocco dispari dell'interconnessione dovrà essere realizzata prima dell'arrivo della TBM, la costruzione della galleria artificiale scatolare invece avverrà dopo lo smontaggio della TBM.

#### **Fase 4: realizzazione dei locali tecnici interrati e getto del rivestimenti definitivo della finestra di Chiusa**

Ultimata la realizzazione delle opere principali verranno realizzati, attraverso la discenderia di Chiusa, i locali tecnici sotterranei e per ultimo il getto del rivestimento definitivo della finestra. Contemporaneamente dagli imbocchi delle gallerie di linea può iniziare l'attività relativa all'attrezzaggio tecnico delle gallerie.

#### **11.10.3 Il monitoraggio per la fase realizzativa**

Durante la realizzazione delle opere in sottoterraneo 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 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 12 ÜBERSCHNEIDUNGEN UND MEDIENLEITUNGEN

### 12.1 ÜBERSCHNEIDUNG MIT INFRASTRUKTUREN

Die wichtigsten Überschneidungen im Rahmen der Realisierung von Baulos 1 betreffen Eisenbahn- und Straßeninfrastrukturen. In diesem Pflichtenheft werden die wichtigsten Überschneidungen und die zur Überwindung gewählten technischen Lösungen aufgeführt.

Von Nord nach Süd sind dies:

- Überschneidung zwischen Verknüpfungstunnel Gleis 2 des Schalderer Tunnels mit den Streckentunneln;
- Überschneidung des Doppelfensters Aicha-Vahrn mit Autobahn A22 und Brennerbahnlinie;
- Überschneidung des doppelten Schutterstollens Forch mit der Brennerstraße SS12;
- Überschneidung der Verknüpfungstunnel Waidbruck mit dem Viadukt Belprato der Autobahn A 22.

#### 12.1.1 Überschneidung zwischen Verknüpfungstunnel Gleis 2 des Schalderer Tunnels mit den Streckentunneln

Bei ca. km 0+710 und 0+775 verläuft die Trasse des Verknüpfungstunnels Gleis 2 schräg über die Trasse der beiden Streckentunnel mit einem Winkel von ca. 37° und einem Höhenunterschied des SOK von ca. 12 m. Alle Tunnel werden konventionell vorgetrieben. Der geringe Abstand zwischen den Firstoberkanten der Tunnel macht die Ergreifung von Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich der Bauphasen erforderlich, um den Bau unter sicheren Bedingungen zu gewährleisten. Die Bauphasen sehen vor, dass die Streckentunnel vor dem Verknüpfungstunnel angelegt werden. In den Streckentunneln ist im Überschneidungsbereich eine radiale Behandlung des Firstbereichs mit Bolzen über einen Abschnitt von ca. 50 m vorgesehen. Die Maßnahme wird durch das Anbringen von provisorischen Lehrgerüsten, die wieder entfernt werden, sobald die Überquerung der Tunnel vollendet worden ist, und durch ein topographisches Monitoring-System (Messung von Konvergenz und Senkung) für die Dauer der Arbeiten ergänzt.

#### 12.1.2 Überschneidung des Doppelfensters Aicha-Vahrn mit Autobahn A22 und Brennerbahnlinie

Der Trassenverlauf des doppelten Fensterstollens Aicha Vahrn, dessen Portalen im Gebiet Unterseeber liegen, geht unter dem Bett der Autobahn A22 mit einer an der Tunnelachse gemessenen Deckung von 10m (Aicha Vahrn Süd) und 12 m (Aicha-Vahrn Nord) und der Bahnlinie mit einer Überlagerung von jeweils ca. 16 und 14 m hindurch. Die beiden Fenster, die aus Gründen ihrer unterschiedlichen Nutzung in der Baustellenlogistik verschiedene Gewölbeschnitte aufweisen, werden konventionell vorgetrieben. Zur sicheren Unterquerung dieser Schnittstellen und in Verbindung mit den geotechnischen Merkmalen der durchquerten Böden sind Maßnahmen zur vorgezogenen Eindämmung der Ortsbrust und des Hohlraums mithilfe subhorizontaler Jet-Grouting-Säulen vorgesehen. Für die gesamte Unterquerungsphase wird ein geeignetes Monitoring-Programm sowohl im Innern des Tunnels als auch an der Oberfläche vorgehalten, um die Projektlösungen zu prüfen und ggf. zu optimieren.

#### 12.1.3 Überschneidung des doppelten Schutterstollens Forch mit der Brennerstraße SS12

Die beiden Servicetunnel verbinden das Gebiet Unterseeber mit dem Gebiet Forch und dienen dem Transport des Ausbruchmaterials aus dem Schalderer Tunnel zur Ablagerung in den Deponien im Riggertal. Die Brennerstraße SS12 wird mit einer Deckung von ca. 33-34 m unterquert. Zur sicheren Unterquerung sind gleichartige Maßnahmen vorgesehen, wie für die Überschneidungen mit Autobahn und Bahnlinie.

## 12 INTERFERENZE E SOTTOSERVIZI

### 12.1 INTERFERENZE CON INFRASTRUTTURE

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 Nord verso Sud:

- interferenza tra la galleria di interconnessione pari della Scaleres e le gallerie di linea;
- interferenza della doppia finestra Aica-Varna con l'autostrada A22 e la linea ferroviaria del Brennero;
- interferenza della doppia galleria Forch per lo smarino con la S.S.12 del Brennero;
- interferenza delle gallerie di interconnessione di Ponte Gardena con il viadotto Belprato dell'autostrada A22.

#### 12.1.1 Interferenza tra la galleria di interconnessione pari della Scaleres e le gallerie di linea


Ai km 0+710 e 0+775 circa il tracciato della galleria d'interconnessione pari passa obliquamente sopra il tracciato delle due gallerie di linea con un angolo di ca. 37°, con una differenza tra le quote del p.f. di ca. 12 m. Tutte le gallerie sono realizzate in scavo tradizionale. La ridotta distanza tra gli estradossi delle gallerie impone l'adozione di misure cautelative, in termini di fasi e di interventi, per garantire lo scavo in condizioni di sicurezza. Le fasi dei lavori prevedono che la realizzazione delle gallerie di linea preceda quella della galleria di interconnessione. Nelle gallerie di linea, nella zona di interferenza tra le opere, è previsto in calotta un trattamento radiale con bulloni su una tratta di ca. 50 m. L'intervento è completato dalla posa di centine di guardia provvisoria, che saranno rimosse una volta completato lo scavalco delle gallerie e da un sistema di monitoraggio topografico (misure di convergenza e dei cedimenti) per la durata dei lavori.

#### 12.1.2 Interferenza della doppia finestra Aica-Varna con l'autostrada A22 e la linea ferroviaria del Brennero

Il tracciato della doppia finestra costruttiva di Aica-Varna, i cui imbocchi sono collocati nell'area di Unterseeber, sottopassa la sede dell'autostrada A22 con una copertura, misurata in asse galleria, rispettivamente di 10 m (Aica-Varna sud) e 12 m circa (Aica-Varna nord) e la sede ferroviaria con coperture rispettivamente di 16 e 14 m circa. Le due finestre, che presentano sezioni di intradosso differenti per ragioni legate al loro diverso impiego logistico di cantiere, verranno realizzate in scavo tradizionale. Per il sotto attraversamento in sicurezza di tali interferenze e in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati si prevedono interventi di precontenimento del fronte e al contorno tramite colonne suborizzontali in jet-grouting. Per tutta la fase di sotto attraversamento verrà messo in opera un adeguato programma di monitoraggio, sia all'interno della galleria, che in superficie per verificare ed ottimizzare le soluzioni progettuali.

#### 12.1.3 Interferenza della doppia galleria Forch per lo smarino con la S.S.12 del Brennero

Le due gallerie di servizio collegano l'area di Unterseeber con l'area di Forch e sono adibite al transito dei materiali di scavo provenienti dalla galleria Scaleres per essere collocati nei depositi individuati in val Riga. La S.S.12 del Brennero viene sottopassata con una copertura di 33-34 m circa. Per il sotto attraversamento in sicurezza di tale interferenza si prevedono interventi analoghi a quelli previsti per l'interferenza con autostrada e la ferrovia.

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL  VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B	SEITE 155 von 270

#### 12.1.4 Überschneidung der Verknüpfungstunnel Waidbruck mit dem Viadukt Belprato der Autobahn A 22

Wie bereits unter Absatz 5.2.1 vorausgeschickt, wurden die Trassenverläufe der Verknüpfungen von Waidbruck gegenüber dem Vorprojekt geändert und weiter nach Süden verlegt, um Überschneidungen mit einem Erdrutschgebiet zu vermeiden und die Fundamente des Belprato-Viadukts der Autobahn A22 sicher unterqueren zu können. Die Trasse von Gleis 2 unterquert bei ca. km 2+208 den Pfeiler 13 des Belprato-Viadukts mit einem Abstand von ca. 11 m, gemessen an Außenkante des Tunnelfirsts und Fundamentunterkante.

Der Ausbruch des Tunnels ist mit Schild-TBM mit Druckschild geplant. Es sind Maßnahmen zum Schutz der gekreuzten Bauwerke mittels Verfestigung des Gesteinsgefüges unter dem Fundament geplant, was durch subhorizontale Bohrungen erfolgen soll. Die Geometrie des Fundaments wird in den Planungsunterlagen, auf welche verwiesen wird, definiert. Ferner wird eine Schottwand aus Pfählen zwischen Pfeiler 14 und dem Tunnel eingefügt, um die durch den Ausbruch induzierten Störwirkungen zu mindern.

Die Überschneidung der Tunneltrasse von Gleis 1 mit der Autobahn A22 besteht in einer Unterquerung der Bauten des Damms am Viadukt „Belprato“ beim südlichen Widerlager mit einer Überlagerung von 16 m gemessen an der Fahrbahnoberkante der Autobahn. Auch hier sind Maßnahmen zum Schutz der gestörten Bauwerke mittels Verfestigung mit subhorizontalen Bohrungen im Erdreich unter dem Straßenbauwerk geplant, dessen Geometrie in den Planungsunterlagen definiert ist, auf welche hiermit verwiesen wird.

Sämtliche geplanten Schutzmaßnahmen erfolgen außerhalb der eigentlichen Autobahnstrukturen.


#### **12.1.4 Interferenza delle gallerie di interconnessione di Ponte Gardena con il viadotto Belprato dell'autostrada A22**

Come anticipato al paragrafo 5.2.1, i tracciati delle interconnessioni di Ponte Gardena sono stati modificati rispetto al P.P. e spostati più a sud per evitare l'interferenza con un'area in frana e sottopassare in sicurezza le fondazioni del viadotto Belprato dell'autostrada A22. Il tracciato del binario pari sottopassa al km 2+208 circa la pila 13 del viadotto Belprato ad una distanza di 11 m circa, misurata tra l'estradosso della galleria e il piano di fondazione.

Lo scavo della galleria è previsto con una TBM scudata con fronte in pressione. Sono previsti interventi a salvaguardia delle opere interferite mediante consolidamento, con perforazioni suborizzontali, dell'ammasso roccioso al di sotto della fondazione stessa, la cui geometria è definita negli elaborati di progetto a cui si rimanda e la realizzazione di una paratia di pali di cinturazione tra la pila 14 e la galleria per ridurre gli effetti di disturbo indotti dallo scavo.

L'interferenza del tracciato della galleria di binario dispari con l'Autostrada A22 è rappresentata dal sotto attraversamento del rilevato del viadotto "Belprato", a ridosso della spalla sud, con copertura di 16 m circa rispetto al piano di rotolamento stradale. Anche qui sono previsti interventi a salvaguardia delle opere interferite mediante consolidamento, con perforazioni suborizzontali, del terreno al di sotto delle sede stradale, la cui geometria è definita negli elaborati di progetto a cui si rimanda.

Tutti gli interventi di salvaguardia previsti si svolgono all'esterno delle strutture autostradali.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 12.2 UNTERSUCHUNG MEDIENLEITUNGEN UND NUTZBAUTEN

Ziel dieser Studie ist die detaillierte Rekonstruktion sämtlicher Medienleitungen und Nutzbauten, die im Gebiet, das von den Bauwerken für Baustellen- oder Lagerzwecke betroffen ist, vorhanden sind, sowie aller bestehenden Gebäude und Strukturen. Jede einzelne erfasste Medienleitung bzw. Nutzbau wurde mit einem eigenen Lageplan dokumentiert, dem ein Kenncode zugewiesen wurde, anhand dessen das dazu gehörende Datenblatt aufgefunden werden kann. Diese Datenblätter enthalten alle bezüglich der jeweiligen Medienleitung erhobenen Informationen. Ausgehend vom Betreiber, über den Besitzer, die Bezugsperson für direkte Informationen, den Typ von Leitung, das Material, aus dem sie besteht, deren Höhe (Luftleitung) bzw. Tiefe (Erdleitung), Durchsatz, Spannung etc... Wo möglich, wurde eine fotografische Dokumentation beigelegt, wo nicht, wurden zeichnerische Unterlagen beigelegt.

Die Phasen, die zur Planung der technischen Lösungen zur korrekten Bewerkstellung der Überschneidungen geführt haben, sind folgende:

- Prüfung und ggf. Aktualisierung der Unterlagen der Bestandsaufnahme für die vorhandenen Medienleitungen durch den Träger;
- Inspektion zur Identifikation und möglichen Trassierung der Linien möglicher Überschneidungen;
- wenn möglich, graphische Wiedergabe auf Grundlage der unter dem vorigen Punkt erfassten Linien;
- Identifikation der Überschneidung durch Kontaktaufnahme mit dem Eigentümer der Medienleitung;
- Studie der technischen Lösung für die einwandfreie Überwindung der Überschneidung in Zusammenarbeit mit dem Betreiber der Medienleitung;
- vorgezogene Ausgabe und technische Spezifikationen.

Dabei waren folgende Betreiber beteiligt:

- Gesellschaft SNAM RETE GAS (Erdgas);
- Gesellschaft TERNA RETE ITALIA – Betriebsbereich Übertragung PADUA (Strom);
- Gesellschaft RFI Rete Ferroviaria Italiana (Bahn);
- Autonome Provinz BOZEN
- Gesellschaft STADTWERKE ASM Brixen / Bressanone
- Gesellschaft BRENNERCOMBezirksgemeinde Eisacktal
- Gesellschaft SELNET S.r.L. Bozen
- Öffentliche Einrichtungen und Betreiber von Medienleitungen, dort wo keine Kontakte bzw. Antworten bezüglich der für den Abschnitt Franzensfeste – Waidbruck geplanten Bestandserfassung möglich waren,
- Gemeinde Fortezza / Franzensfeste
- Gemeinde Varna / Vahrn
- Gemeinde Bressanone / Brixen
- Gemeinde Velturmo /Feldthurns
- Gemeinde Funes / Villnöß
- Gemeinde Chiusa / Klausen
- Gemeinde Laion / Lajen
- Gemeinde Waidbruck
- Gesellschaft Telecom



## 12.2 INDAGINE SUI SOTTOSERVIZI


Obiettivo dello studio è la ricostruzione dettagliata di tutti i sottoservizi presenti nelle aree interessate dalla realizzazione delle opere, destinate a cantiere o deposito, nonché fabbricati e strutture esistenti. Ogni singolo servizio rilevato è stato documentato nell'apposita planimetria e attribuito di un codice di riconoscimento, il quale consentirà di risalire alla scheda relativa. Ogni singola scheda contiene tutte le informazioni reperite in relazione al servizio. A partire dall'Ente gestore, al proprietario, alla persona di riferimento per informazioni dirette, alla tipologia della condotta, materiale con il quale è costituita, altezza se aerea o profondità se interrata, alla portata, tensione, ecc.. Ove possibile è stata allegata una documentazione fotografica, ove non possibile è stata allegata una documentazione grafica

Le fasi che hanno portato alla previsione delle soluzioni tecniche per la corretta soluzione delle interferenze sono state:

- Verifica ed eventuale aggiornamento da parte dell'Ente degli elaborati di rilievo dei sottoservizi presenti;
- Sopralluogo per identificazione ed eventuale tracciamento delle linee di possibile interferenza;
- Restituzione grafica, dove possibile, attraverso rilievo delle linee identificate al precedente punto;
- Identificazione dell'interferenza attraverso confronto con il Proprietario del sottoservizio;
- Studio della soluzione tecnica per la corretta risoluzione delle interferenze eseguita in collaborazione con il Gestore del Sottoservizio.
- Rilascio preventivo e specifiche tecniche

Sono stati coinvolti i seguenti Enti Gestori di sottoservizi:

- Società SNAM RETE GAS
- Società TERNA RETE ITALIA – Area Operativa Trasmissione di PADOVA
- Società RFI Rete Ferroviaria Italiana
- Provincia Autonoma di BOLZANO
- Società STADWERKE ASM Brixen / Bressanone
- Società BRENNERCOM
- Comunità Comprensoriale Valle Isarco
- Società SELNET S.r.L. Bolzano
- Enti Pubblici e Gestori Sottoservizi dove non è stato possibile avere contatti e/o risposte in merito al censimento previsto nel Tratto Fortezza – Ponte Gardena
- Comune di Fortezza / Franzensfeste
- Comune di Varna / Vahrn
- Comune di Bressanone / Brixen
- Comune di Velturmo / Feldthurns
- Comune di Funes / Villnoess
- Comune di Chiusa / Klausen
- Comune di Laion / Lajen
- Comune di Ponte Gardena
- Società Telecom

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

### 12.2.1 Analyse der Gebiete

Die Entwicklung der geplanten Baumaßnahmen zur Anpassung der Medienleitungen und Nutzbauten liegt im Bereich von Bahnhöfen und Straßenführungen, insbesondere entlang der SS12 zwischen Franzensfeste und Waidbruck, und sie durchqueren Gebiete mit unterschiedlichster Nutzungsbestimmung bezüglich der Raumplanung.

Abgesehen von den Wechselwirkungen mit dem vorhandenen lokalen Verkehr und den Geschäfts- und Dienstleistungstätigkeiten, die direkt an den Verkehrswegen liegen, wirken sich die Bauarbeiten auf Seitenwege, Gemeinde- und Provinzstraßen wie die SS 242d, Plätze und anderes aus.

Besonders wird, angesichts der Notwendigkeit, bestimmte Bereiche praktisch vollständig zu belegen, auf die vorübergehende, vollständige oder partielle Belegung von Fuß- und Fahrradwegen hingewiesen, deren Verlauf und Wegführung entsprechend geändert wird:

- Fuß- und Fahrradweg in der Nähe der Verknüpfung Franzensfeste
- Fuß- und Fahrradweg im Gebiet, das vom Bau des Eisack-Viadukts betroffen wird,
- Fuß- und Fahrradweg oder thematischer Wandweg Albeins Nr. 4;
- Fuß- und Fahrradweg am Franzensfester See und in der Nähe des Unterwerks der Bahn FS.
- Gebiet in der Nähe des Albeins-Fensterstollens.

### 12.2.2 Beschreibung der Arten von Verarbeitungsphasen für die angewandten Lösungen

Die Entwicklung des Lösungsvorschlags für die erfassten Überschneidungen verlief auf Grundlage folgender Parameter:

- örtliche Gegebenheiten,
- momentaner Zustand von Verkehr und vorhandenen Verkehrswegen,
- Länge der zu verlegenden Leitungen,
- Art und Dauer der Ausführung,
- mögliches Vorhandensein im Aushubsbereich von kreuzenden oder parallel verlaufenden Kabel- und/oder Rohrleitungen anderer Medien,
- Notwendigkeit, so weit wie möglich zu vermeiden, dass ausgedehnte Baugruben über lange Zeit offen stehen, sowohl um Behinderungen für Gewerbe- und Wohngebäude in der Nähe zu vermeiden, als auch um die Arbeitsrisiken einzudämmen,
- Notwendigkeit, allgemein so weit möglich, die vorhandenen Medienleitungen zu erhalten,
- Notwendigkeit, die belegten Flächen innerhalb der vereinbarten Fristen freizugeben.

Die Bewertung dieser Faktoren hat auf Grundlage der allgemeinen Merkmale der Bauwerke zur Veranschlagung folgender Arbeitsphasen geführt:

- Abgrenzung des Baustellenbereichs mithilfe passender Verkehrs- und Sicherheitsbeschilderung und Umzäunungen;
- Lagerung der zur Verlegung bestimmten Rohre, des losen Materials zur Verwendung bei den Arbeiten (Untergründe, Verfüllungen, Verkleidung usw.) und der Ausrüstung und Materialien für Feinarbeiten („Kit“ für Verbindungen und Schweißarbeiten, Schlossereiarbeiten usw.) in geeigneten zuvor festgelegten und signalisierten Bereichen;
- Abbruch des Straßenmantels (wo vorhanden) über die für den geplanten Aushub und die baulichen Merkmale des Abschnitts passende Breite;
- Verteilung des verwendeten Materials (Rohre, Schächte usw.) neben dem Verlegeort entlang des Leitungsverlaufs;

### 12.2.1 Analisi delle aree

Lo sviluppo delle opere in progetto di adeguamento dei sottoservizi, si colloca nell'ambito di stazioni, sedi stradali, in particolare lungo il tratto di S.S. n.12 compreso tra Fortezza e Ponte Gardena, e attraversano aree con diversa destinazione d'uso in ambito di pianificazione territoriale.

Oltre all'interazione con il traffico locale esistente e le attività commerciali e di servizi, affacciate direttamente alla viabilità, le lavorazioni vanno ad interferire anche con viabilità minori, viabilità comunali, provinciali come la SS 242d, piazzali ed altro.

Si segnalano in particolare, stante l'obbligo e la necessità di occupare pressoché integralmente certe aree, l'occupazione temporanea parziale o totale di percorsi pedonali e/o ciclo pedonali, modificandone i percorsi ed il tracciato:

- Pista ciclo pedonale posta in prossimità dell'Interconnessione Fortezza
- Pista ciclo pedonale posta nell'area interessata dalla realizzazione del viadotto Isarco;
- Pista ciclo pedonale o percorso tematico di Albes n. 4;
- Pista ciclo pedonale posta di fronte al lago di Fortezza ed in prossimità della SSE - FS
- L'area posta in prossimità della finestra di Albes

### 12.2.2 Descrizione delle fasi tipologiche delle Lavorazione per le risoluzioni adottate

Lo sviluppo della proposta di risoluzione delle interferenze censite, si è svolta sulla base dei seguenti parametri:

- Stato dei luoghi ;
- Stato attuale del traffico e delle viabilità esistenti;
- lunghezze delle tubazioni da posare;
- tipologia e tempistica di esecuzione;
- possibile presenza nello scavo anche di cavidotti e/o tubazioni di altri sottoservizi, in attraversamento o parallelismo;
- necessità di evitare quanto più possibile il mantenimento di scavi estesi aperti per periodi lunghi, sia per non creare intralci e disagi alle attività circostanti ed agli ingressi alle abitazioni private, sia per contenere i rischi di lavoro;
- esigenza di mantenere in generale, per quanto lo consentono i sottoservizi preesistenti;
- Necessità di restituire le aree occupate nei tempi concordati.


La valutazione di tali fattori ha condotto ad ipotizzare, sulla base delle caratteristiche più generali dell'opera, le seguenti fasi tipo di lavoro:

- Delimitazione, con la cartellonistica stradale e di sicurezza adatta e con specifiche recinzioni, dell'area di cantiere;
- Stoccaggio delle tubazioni da posare, dei materiali sciolti da utilizzare durante il lavoro (per sottofondi, rinfiocchi, rivestimenti, ecc.) e delle attrezzature e materiali per le finiture ("kit" per giunzione e saldatura, carpenteria minuta, ecc.) in spazi idonei, predefiniti e segnalati;
- Demolizione della pavimentazione stradale (ove presente) per una larghezza funzione della dimensione degli scavi e delle caratteristiche costruttive nella tratta;
- Defilamento dei materiali d'impiego (tubazioni pozzetti etc..) a lato dell'area di posa, lungo il tracciato dei condotti;
- Scavo a sezione trapezoidale, sbadacchiato e/o puntellato all'occorrenza, con scarpa idonea, fino alla profondità di posa (150-200 cm), per una larghezza di fondo funzione del diametro delle

- Aushub mit trapezförmigem Schnitt, erforderlichenfalls mit den geeigneten Abstützungen bzw. Aussteifungen, bis zur Verlegetiefe (150-200 cm) über eine vom Rohrdurchmesser abhängige Breite (vgl. Regelquerschnitt laut Projekt) und eine Gesamtlänge von mindestens 30 m;
- Realisierung von Inspektions- und anderen Schächten;
- etwaiger Abbruch und Wiederaufbau oder Verlegung von Medienleitungen, die sich mit Projektbauten überschneiden (einschl. sämtlicher Aktivitäten vom zusätzlichen Aushub bis zum Verlegen weiterer Rohre usw.);
- Herstellung des Untergrunds aus Sand mit normgerechter Breite und Dicke, Verlegen der Rohre durch Stoßverbindung mit den beiden zuvor verlegten (in einigen Fällen kann das Verschweißen außerhalb der Baugrube nicht ausgeschlossen werden);
- Verschweißen der Stoßfugen mit Schweißgerät;
- Einbetten und erstes Verfüllen der Rohre mit Sand, Vervollständigen des Verfüllens mit Verdichtung von natürlich stabilisiertem Material für Straßenunterbauten, Positionierung von Leitungssignalbändern;
- Wiederherstellung des Straßenbelags durch Aufbringen von Schotter-schicht und Belagsmantel über die gesamte Fahrbahn entsprechend Zeichnungen und Projekttyp.

tubazioni (cfr. sezione tipo di posa da progetto), e per una lunghezza complessiva di almeno 30 metri;

- Realizzazione di pozzetti ispezionabili ed altri;
- Eventuale intervento di demolizione e ricostruzione o di spostamento di sottoservizi interferenti con le opere di progetto (comprese tutte le attività necessarie, dai maggiori scavi allo posa di altre tubazioni, ecc.);
- Getto del sottofondo in sabbia con larghezza e spessore previsti da normativa, posa delle tubazioni collocandole testa a testa con le due posate precedentemente (in taluni casi non è escluso di eseguire fuori terra la saldatura);
- Saldatura delle giunzioni testa a testa con macchina saldatrice;
- Rinfiacco e primo rinterro delle tubazioni con sabbia, completamento rinterro con compattamento di materiale stabilizzato naturale per la sottofondazione stradale, posizionamento nastri di segnalazione condotta;
- Ripristino della pavimentazione stradale mediante stesa dello strato di toutvenant e formazione del tappeto d'usura per l'intera carreggiata e/o come da disegni e tipi di progetto.

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	159 von 270

## 13 EISACK-BRÜCKE

Die beiden Streckentunnel werden im Eisacktal durch einen kurzen Abschnitt im Freien unterbrochen.

Zur Durchquerung dieses Tals ist der Bau einer neuen Brücke bestehend aus zwei Viadukten (Gleis 2 und Gleis 1) geplant, die mit einem Achsabstand von 40 m folgendermaßen verlaufen:

- Gleis 2: km 15+883,14 (Auflageachse Widerlager Eingangsseite Schalderer Tunnel Süd) und km 16+104,04 (Auflageachse Widerlager Eingangsseite Grödner Tunnel Nord) und
- Gleis 1: km 15+895,93 (Auflageachse Widerlager Eingangsseite Schalderer Tunnel Süd) und km 16+122,79 (Auflageachse Widerlager Eingangsseite Grödner Tunnel Nord).

Dabei handelt es sich um einen stark sichtbaren Eingriff in die Landschaft, der das Gebiet tief prägen wird. Daher wurden bei der Planungsentscheidung verschiedene Aspekte und kritische Momente berücksichtigt, darunter die Auflagen für das Vorprojekt, die kritischen Aspekte hydraulischer Art, sowie alle weiteren Überschneidungen mit Eisbahnliesen und Verkehrswegen (Staatstraße SS12, Brennerautobahn, Provinzstraße, Fuß- und Fahrradwege ...), ohne dabei die architektonischen Aspekte des Bauwerks zu vernachlässigen.

### 13.1 PROJEKTLÖSUNG

Die unter diesen Vorgaben getroffene Projektentscheidung fiel auf ein Bauwerk mit hohem technisch-architektonischem Wert, das die Realisierung von zwei aneinander anschließenden Bögen mit großer Spannweite gestattet, mit denen jeweils der Eisack und die Brennerautobahn überspannt werden, wobei die Anzahl der Pfeiler minimiert und zugleich die Auswirkungen auf die Umwelt begrenzt werden.

Aus der Analyse der örtlichen Gegebenheiten und in Funktion der geplanten Steigungsstrecke der Bahnlinie auf eine Höhe von +30 m über dem Talgrund ging hervor, dass die Viaduktvariante mit aneinander anschließenden Bögen und oben verlaufender Fahrbahn die Möglichkeit gibt, den Fluss zu überqueren und dabei die vertikalen Freiräume über den bestehenden Infrastrukturen zu gewährleisten, wodurch ein schlankes Bauwerk entsteht, das sich problemlos in die umgebende Landschaft eingliedert.

Die gewählte Lösung gestattet es ferner, Beeinträchtigungen der darunter verlaufenden Verkehrswege und der gesamten Umgebung während Montage und Vorschub zu reduzieren, da die im Werk vorgefertigten Metallelemente vor Ort nur zusammengebaut werden.

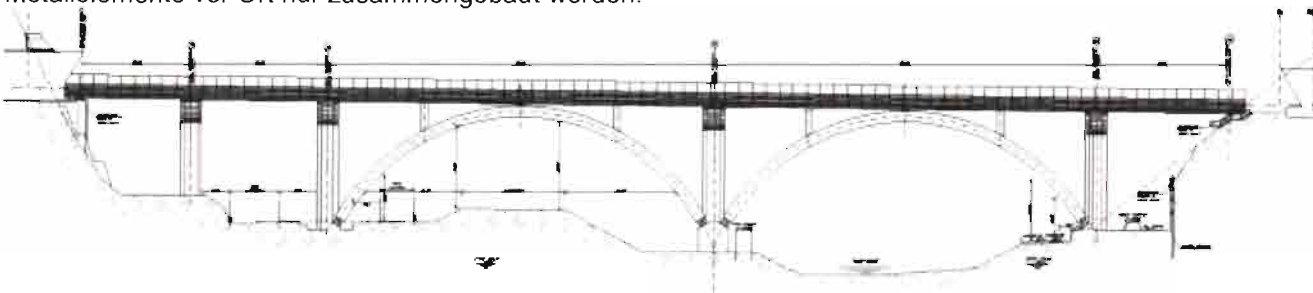


Abbildung 13.1– Eisack-Brücke: Ansicht Viadukt Gleis 1

## 13 PONTE SUL FIUME ISARCO

Le due gallerie di linea sono intervallate da un breve tratto allo scoperto in corrispondenza della Valle dell'Isarco,

Per l'attraversamento della valle è prevista la realizzazione di un nuovo ponte, costituito da due viadotti (binario pari e binario dispari) posti ad interasse di 40 metri tra le progressive:

- Binario Pari: km 15+883.14 (asse appoggi spalla lato imbocco galleria Scaleres Sud) e km 16+104.04 (asse appoggi spalla lato imbocco galleria Gardena Nord) e
- Binario Dispari: km 15+895.93 (asse appoggi spalla lato imbocco galleria Scaleres Sud) e km 16+122.79 (asse appoggi spalla lato imbocco galleria Gardena Nord).

Si tratta di un intervento molto visibile sul paesaggio, che segnerà profondamente la zona., per cui nella definizione della scelta progettuale si è tenuto conto di vari aspetti e criticità tra cui le prescrizioni al Progetto Preliminare, le criticità di natura idraulica, e tutte le altre interferenze di natura ferroviaria, e viaria (Strada Statale SS12, Autostrada del Brennero, Strada provinciale, pista ciclopedonale,..) con una costante attenzione anche all'aspetto architettonico dell'opera.

### 13.1 SOLUZIONE DI PROGETTO

La soluzione progettuale che si è sviluppata è ricaduta su un'opera di elevato valore tecnico-architettonico, che consente la realizzazione di due campate contigue di grande luce per binario, atte a scavalcare rispettivamente sia il fiume Isarco che l'Autostrada del Brennero, minimizzando, nel contempo, il numero delle pile e limitando di fatto l'impatto dell'opera sul territorio.

Dall'analisi dello stato dei luoghi ed in funzione della livelletta ferroviaria di progetto, posta ad una quota altimetrica di circa +30 metri rispetto al fondo valle, è risultato che la soluzione di viadotto ad archi contigui a via superiore in acciaio consente di scavalcare il fiume Isarco, nel rispetto dei franchi verticali sulle infrastrutture esistenti, realizzando opere snelle che vanno ad integrarsi con il paesaggio circostante.

La soluzione prevista consente inoltre di minimizzare l'impatto con le viabilità sottostanti e con l'intero territorio in fase di montaggio e varo, in quanto gli elementi metallici sono prefabbricabili in stabilimento e solo assemblati in opera.

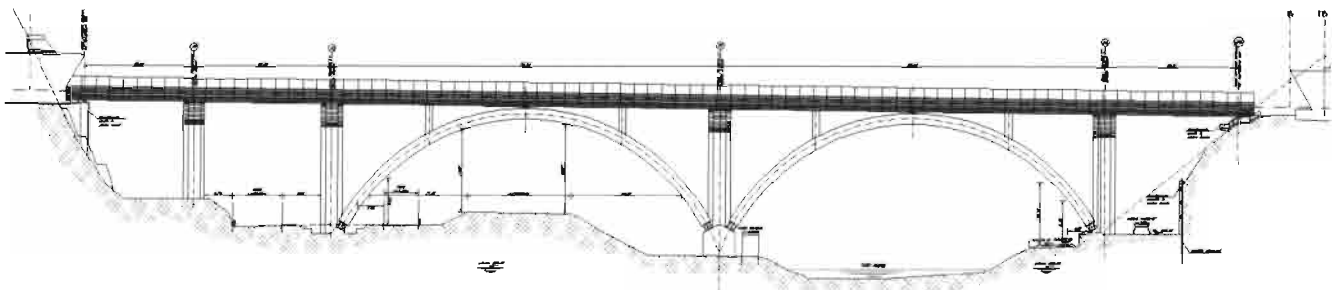


Figura 13.1 - Ponte Fiume Isarco: Prospetto Viadotto Binario Dispari

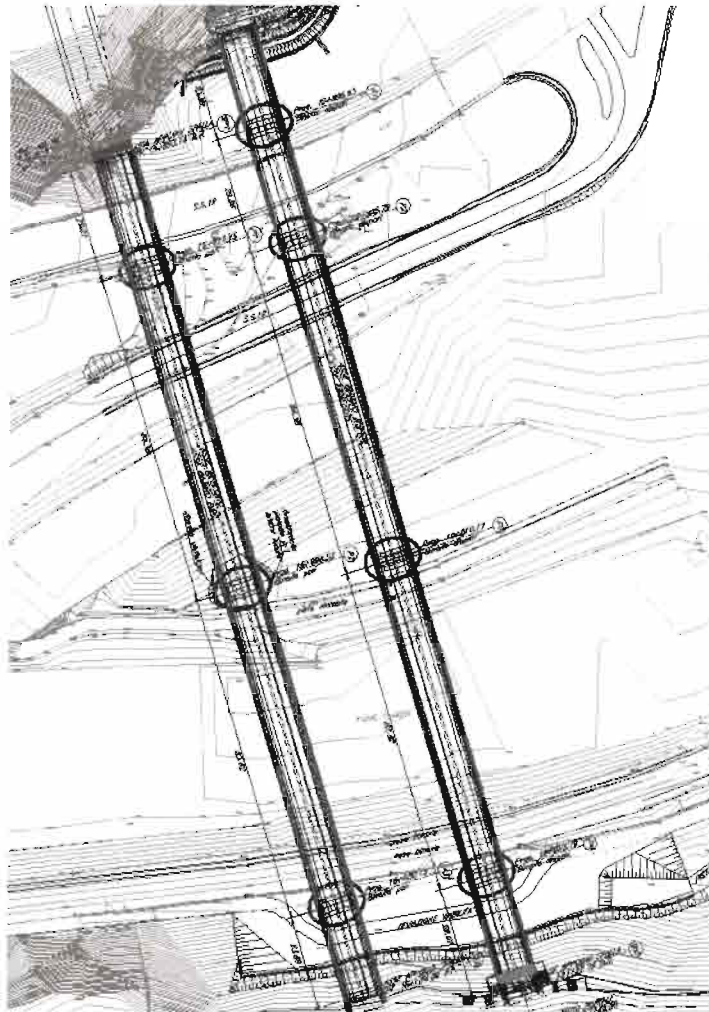


Abbildung 13.2 – Eisack-Brücke: Projektlageplan

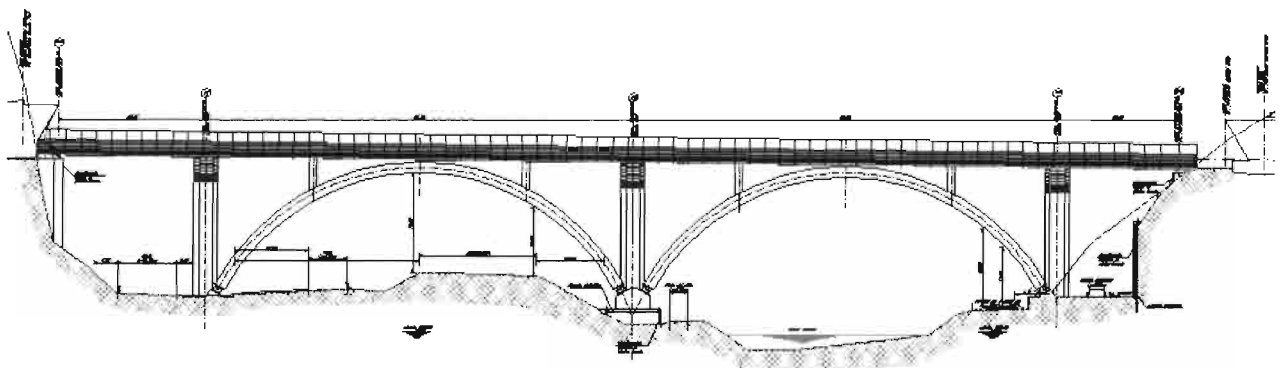


Abbildung 13.3– Eisack-Brücke: Ansicht Viadukt Gleis 2

Die Überquerung des Eisack-Tals ist ein Eingriff, der das Gebiet in landschaftlicher Hinsicht zeichnen wird, da das Bauwerk im rechten Winkel zu den wichtigsten strukturellen Linienführungen verlaufen wird. Die vorgeschlagene Projektlösung zielt daher darauf, ein Element mit hohem technisch-architektonischem Wert einzufügen.



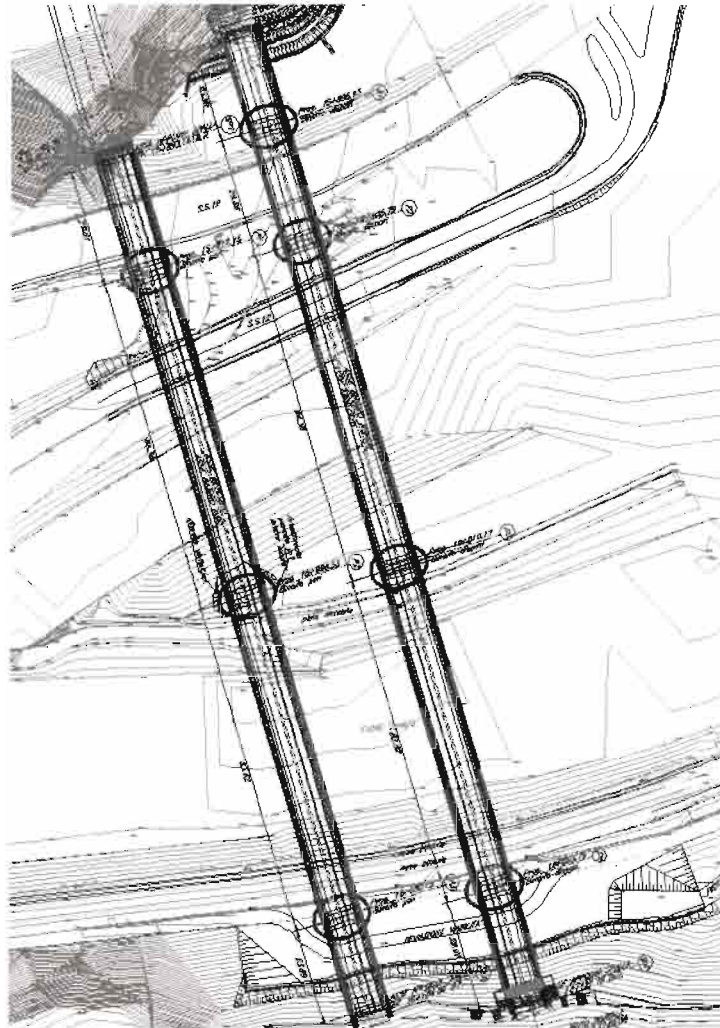


Figura 13.2 - Ponte Fiume Isarco: Planimetria di progetto

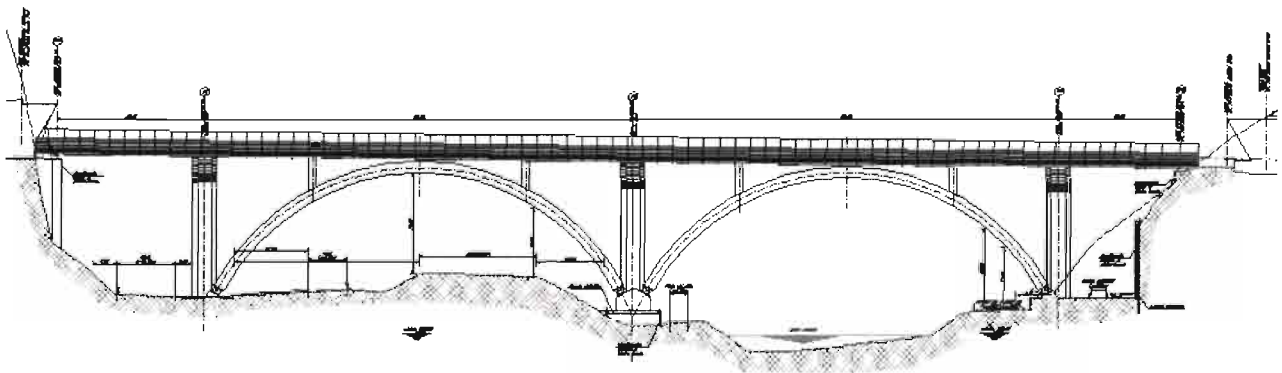


Figura 13.3 - Ponte Fiume Isarco: Prospetto Viadotto Binario Pari

L'attraversamento della Valle d'Isarco è un intervento che segnerà la zona, in quanto la conformazione dell'opera intercetta in modo ortogonale le principali direttrici strutturali dell'area, sotto l'aspetto paesaggistico. La soluzione progettuale proposta punta pertanto ad introdurre un elemento di elevato valore tecnico-architettonico.



Abbildung 13.4– Eisack-Brücke: Dreidimensionales Modell



Abbildung 13.5– Eisack-Brücke: fotografische Simulation mit Blickrichtung von der Brennerautobahn A22

Aus der Analyse der örtlichen Gegebenheiten und in Funktion der geplanten Steigungsstrecke der Bahnlinie ging hervor, dass die Lösung eines Stahlbau-Viadukts mit aneinander anschließenden Bögen und oben verlaufender Fahrbahn sich am besten in die umgebende Landschaft eingliedert, da technisch kritische Aspekte umgangen werden und die Errichtung eines Überquerungsbauwerks ermöglicht wird, das trotz der nicht zu vernachlässigenden Auswirkungen auf die ursprüngliche Landschaft optisch weniger gewichtig ausfällt.




Figura 13.4 - Ponte Fiume Isarco: Modello tridimensionale



Figura 13.5 - Ponte Fiume Isarco: Foto simulazione vista dall'Autostrada del Brennero A22

Dall'analisi dello stato dei luoghi ed in funzione della livelletta ferroviaria di progetto, è risultato che la soluzione di viadotto a archi contigui a via superiore in acciaio, si integrasse maggiormente con il sistema territoriale circostante resolvendo le criticità tecniche e consentendo di conseguire un'opera di attraversamento di minore magnitudo visiva, nonostante l'alterazione non trascurabile del contesto paesaggistico originario.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL</b> <b>VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>  <b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
	ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG IBL1	LOS 10	CODE D05 RG	DOKUMENT MD 00 00 002	VERS. B

## 13.2 TRAGWERKSKOMPONENTEN

### 13.2.1 Widerlager

Die Realisierung der Widerlager auf der Schalderer-Seite erweist sich angesichts des steilen Berghangs als ausgesprochen schwierig. Da kein Standardtyp verwendet werden kann, fiel die Wahl auf eine atypische Konfiguration mit einer hohen Frontmauer und einer einzigen Verlängerungsmauer auf der Seite von Gleis 1, die am Berghang selbst anliegt.

Um den erforderlichen Zugang zum Arbeitsbereich für die Realisierung des Widerlagers zu verschaffen und dabei Verkehrsstörungen der SS12 zu vermeiden, werden am Fuß des zukünftigen Widerlagers zunächst Steinkörbe verankert, mit deren Hilfe ein Damm aus Erdreich bis zur Höhe von +548,00 m ü.d.M. errichtet werden kann. Auf dieser Höhe erfolgt der geringste erforderliche Abtrag, damit die tiefen Fundamente aus Mikropfählen und die Fundamentsohle angelegt werden können.

Die Realisierung der Front- und Seitenmauern erfolgt mit Werksteinen: Frontmauer und Verlängerungsmauer werden mittels diffuser Vernagelung am Felshang verankert, wobei der Zwischenraum zwischen Mauern und Hang mit Beton verfüllt wird, der auf einmal mit den Werksteinen vergossen wird.

Auf diese Art und Weise wird die Außenkante des Widerlagers bei +566,42 m ü.d.M. erreicht, was der Ansatzhöhe für die Sohle des Eingangsportals von Gleistunnel 2 Schalderer Süd entspricht.

Das Widerlager auf Grödner Seite weist eine klassische Typologie als Frontmauer mit rechtwinklig angeordneten Verlängerungsmauern auf, deren Fundamente mit einer 1,5 m hohen Fundamentplatte auf 63 Mikropfählen ausgeführt werden.

Angesichts der geringen Höhe zwischen Verlegeebene der Fundamente und Schienenoberkante wirkt das Widerlager gedungen mit einer Frontmauer mit 1,55 m Höhe.

Beide Widerlager werden mithilfe von Betonplatten, die außen mit lokalem Gestein verkleidet sind, an die Umgebung angepasst.

### 13.2.2 Pfeiler und Fundamente

Die Geometrie der 3 Pfeiler wurde derart entwickelt, dass deren schlanke Form durch ein Spiel der Schatten hervorgehoben wird, was durch die Zurückversetzung des zentralen Abschnitts gegenüber den seitlichen erreicht wurde, sowie indem sich verjüngende Lagerquader zum Einsatz kamen. Die Betonsichtflächen werden besonders sorgfältig ausgeführt, indem sämtliche Kanten abgerundet werden und geeignete Schalungen zum Einsatz kommen, mit denen die Betongüsse einheitlich gestaltet werden.

Die tiefen Fundamente der Pfeiler und Bögen bestehen aus Betonschächten mit elliptischer Form.

Die besondere Form des gewählten Lageplans beschränkt die störenden Überschneidungen mit den vorhandenen Verkehrswegen (Autobahn, SS12, Provinzstraßen usw.) und der Bahnlinie auf der linken Eisack-Seite auf ein Minimum. Die vorliegende geolithologische Situation (vgl. geotechnischer Bericht) weist darauf hin, dass zwischen den beiden Berghängen die typische Situation eines Flussbetts im Talgrund vorhanden ist.

Entlang der Brückenstrecke weisen die Böden stark unterschiedliche Konsistenz und Festigkeit auf, weshalb den Fundamenten unterschiedliche geometrische Gestaltung verliehen werden muss. Die Fundamente auf Gestein (in der Nähe der Berghänge) haben eine Tiefe von 10 m, während die im Flussbett ca. 15 m tief sind.



## 13.2 COMPONENTI STRUTTURALI

### 13.2.1 Spalle

La realizzazione della spalla lato Scaleres presenta notevoli difficoltà a causa dell'elevata acclività del versante. L'impossibilità di realizzare una tipologia standard, ha dettato la scelta di una configurazione atipica con un alto muro frontale e unico muro andatore, lato binario dispari, adagiato al versante stesso.

Per accedere alle lavorazioni utili alla realizzazione della spalla, evitando di interferire con l'esercizio della SS12, al piede della futura spalla si prevede la realizzazione di una gabbionata ammorsata in maniera da poter realizzare un rilevato in terra e raggiungere la quota di +548.00mslm. A tale quota si esegue lo sbancamento minimo necessario per la realizzazione delle fondazioni profonde in micropali e della soletta di fondazione.

La realizzazione del muro frontale e dei muri laterali avverrà per conci : il muro frontale ed il muro andatore verranno ancorati attraverso chiodature diffuse al versante in roccia e lo spazio fra questi ed il versante verrà riempito di calcestruzzo, gettato in unica soluzione con i conci stessi.

Si raggiunge in questo modo l'estradosso della spalla alla quota +566.42 mslm, che rappresenta la quota d'imposta dell'arco rovescio del portale di imbocco della galleria binario pari Scaleres Sud.

La spalla lato Gardena presenta una tipologia classica a muro frontale con muri andatori ad esso ortogonali avente fondazioni con plinto alto 1.5m fondato su 63 micropali.

In considerazione della ridotta altezza tra piano di posa delle fondazioni e piano del ferro, la spalla risulta tozza, con muro frontale di altezza pari a 1.55m.

Entrambe le spalle saranno ambientalizzate mediante pannelli in calcestruzzo, con finitura esterna in pietra locale.


### 13.2.2 Pile e fondazioni

La geometria delle 3 pile presenti è stata studiata in modo da esaltarne la snellezza, mediante giochi d'ombra ottenuti con l'arretramento del tratto centrale rispetto ai laterali e realizzando pulvini rastremati al fusto. Le superfici a vista in calcestruzzo saranno trattate con particolare cura, prevedendo smussature in corrispondenza degli spigoli ed usando apposite matrici nei casseri per conferire uniformità ai getti.

Le fondazioni profonde di pile ed archi sono costituite da pozzi in calcestruzzo di forma ellittica.

La particolare forma planimetrica scelta limita al minimo le interferenze con le viabilità esistenti (autostrada, SS12, strade provinciali ecc...) e con la linea ferroviaria lato sponda sinistra del fiume Isarco. La situazione geolitologica presente (cfr. Relazione geotecnica) indica che fra i due versanti sia presente una situazione di fondo alveo del fiume.

Lungo lo sviluppo del ponte i terreni presentano consistenza e resistenza molto differenti, per tale motivo le fondazioni hanno differente configurazione geometrica. Le fondazioni su roccia (vicine ai versanti) sono di profondità pari a 10m mentre quelle in alveo sono di profondità pari a circa 15m.

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	163 von 270

Sowohl die Schächte im Flussbett als auch die im Gestein werden durch Aushub zwischen Berliner Verbau aus Mikropfählen hergestellt, nur bei den Pfeilern im Flussbett kommt Jet-Grouting als Bodenabschluss und Stütze am Fuß zum Einsatz.

### 13.2.3 Bogen und Überbau

Die gewählte Lösung gestattet es ferner, Beeinträchtigungen der darunter verlaufenden Verkehrswege und der Umgebung während Montage und Vorschub zu reduzieren, da die im Werk vorgefertigten Metallelemente vor Ort nur zusammengebaut werden.



**Abbildung 13.6 – Eisack-Brücke: schematische Darstellung der Bogenmontage**

Die Bögen bestehen aus einer Kastenstruktur aus Stahl. Für jeden Überbau werden zwei miteinander gepaarte, über fünf Querstreben ebenfalls mit Kastenschnitt miteinander verbundene Bögen gefertigt.

Die Metallstruktur der Bögen wird mit Bausteinen hergestellt, die maximal 15,00 m lang sind und vor Ort miteinander verschweißt werden. Auch die Teile der Säulen und Querträger zur Verbindung zwischen den beiden Bögen werden vor Ort an die Bögen angeschweißt.

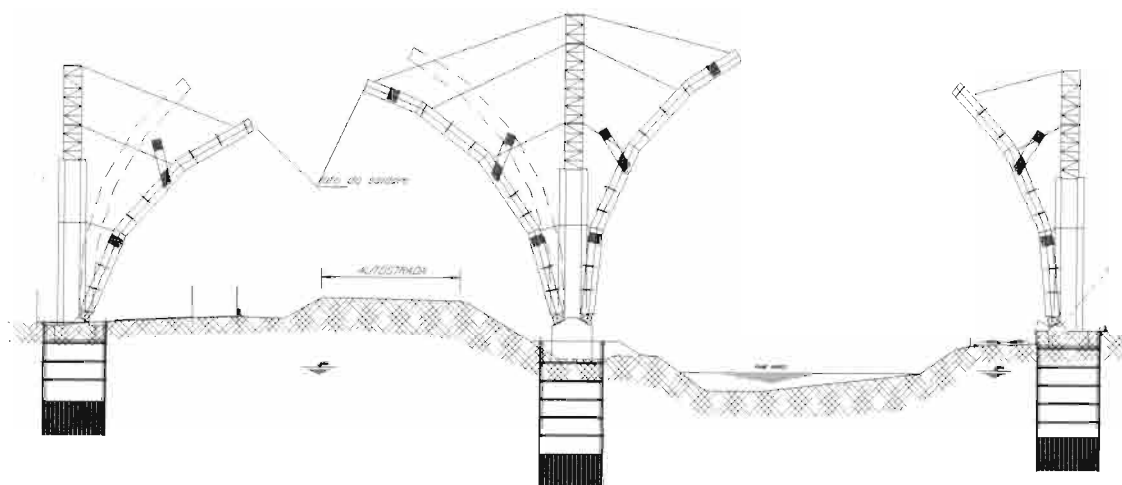
Für den Aufbau des Bogens ist die „vertikale“ Montage der Bausteine geplant, wobei die Möglichkeit des anschließenden Drehens dank der Scharniere am Bogenfuß genutzt wird.

Der Überbau mit unten verlaufender Fahrbahn mit zwei Vollwand-Trägern aus Stahl und einer Betontragewanne für den Gleiskörper, der als plastische Barriere für Vibrationen und Lärm wirkt, ist durchgehend in mit den Bögen übereinstimmenden Abschnitten ausgeführt und liegt in den Übergangsbereichen an den Portalen zum Schalderer- und Grödner-Tunnel einfach auf.

Sia i pozzi in alveo che quelli su roccia vengono realizzati attraverso scavi fra berlinesi di micropali, prevedendo, solo per le pile in alveo, impiego di jet – grouting quale tappo di fondo e puntone al piede.

### 13.2.3 Archi e impalcato

La soluzione adottata consente di ridurre l'interferenza con le viabilità sottostanti e con il contesto territoriale in fase di montaggio e varo, in quanto gli elementi metallici, prefabbricabili in stabilimento, sono solo assemblati in opera.



**Figura 13.6 - Ponte Fiume Isarco: Schema assemblaggio archi**

Gli archi sono costituiti da una struttura scatolare in acciaio; per ogni impalcato si realizzano due archi accoppiati collegati tra loro attraverso cinque trasversi anch'essi di sezione scatolare.

La struttura metallica costituente gli archi viene realizzata in conci di lunghezza massima 15.00 m assemblati in opera mediante giunzioni saldate. Anche le parti costituenti le colonne e i trasversi di collegamento tra i due archi, vengono assemblate agli archi in opera mediante giunzioni saldate.

Per la messa in opera dell'arco si prevede il montaggio "in verticale" dei conci che lo costituiscono, sfruttando la possibilità di rotazione successiva concessa dalle cerniere poste alla base dell'arco.

Gli impalcato, a via inferiore, a due travi a parete piena in acciaio, con vasca di sostegno dell'armamento in c con funzione di barriera plastica per le vibrazioni ed il relativo rumore associato, sono continui a tratti in corrispondenza delle arcate e in semplice appoggio nei tratti di transizione previste in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie Scaleres e Gardena.



Abbildung 13.7 – Eisack-Brücke: Schematische Darstellung des Vorschubs des Überbaus

Sämtliche Deckstrukturen weisen auf beiden Seiten Lärmschutzbarrieren auf, die mit schalldämpfenden Platten realisiert werden, welche an den Strukturelementen undurchsichtig und im oberen freien Bereich durchsichtig sind. Diese Barrieren sind so geformt, dass der Brückenüberbau einheitlich in einer schalenartig umhüllenden Form gestaltet wird.

Der Querschnitt wurde derart angelegt, dass auch Gehwege für die Inspektion und Wartung sowie als etwaige Fluchtwege gegeben sind.

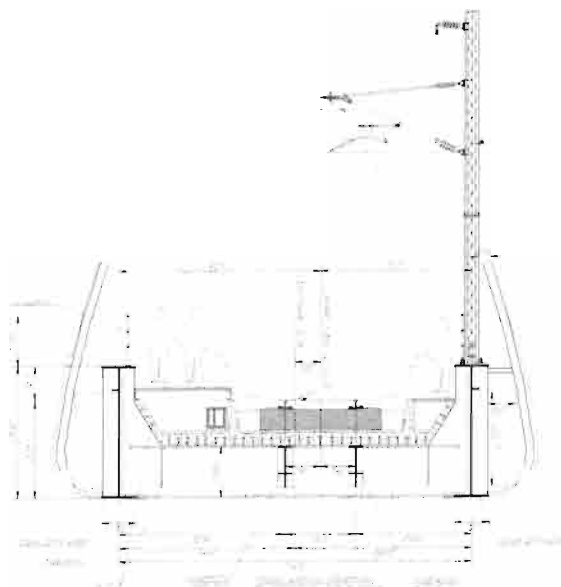
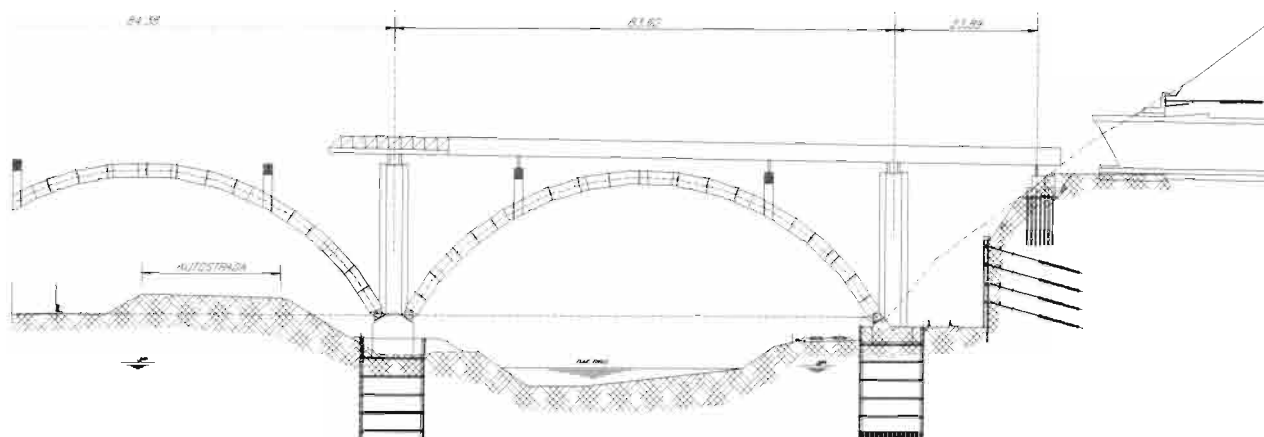


Abbildung 13.8 – Eisack-Brücke: Querschnitt des Überbaus

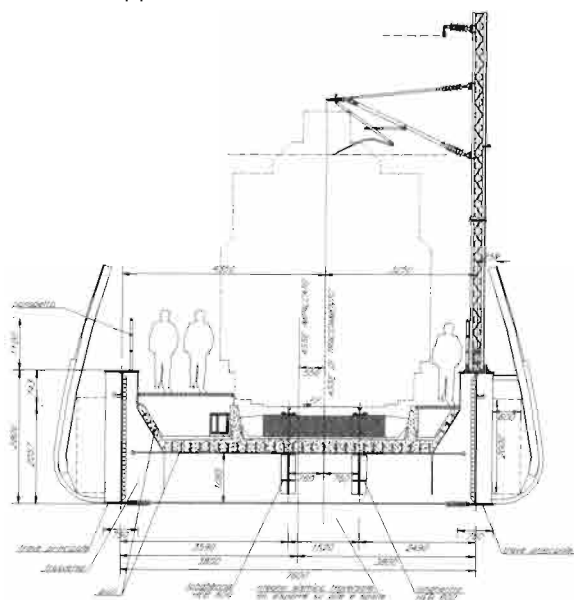




**Figura 13.7 - Ponte Fiume Isarco: Schema varo impalcati**

Tutti gli orizzontamenti presentano su entrambi i lati barriera antirumore realizzata con pannelli fonoassorbenti opachi in corrispondenza degli ingombri strutturali e trasparenti nella parte superiore libera. Le barriere sono sagomate opportunamente per conferire continuità e forma avvolgente a guscio agli impalcati ferroviari.

La sezione trasversale è concepita in modo da garantire anche i camminamenti per ispezione e manutenzione, nonché per consentire opportune vie di esodo.



**Figura 13.8 - Ponte Fiume Isarco: Sezione trasversale impalcato**

## 14 MASSNAHMEN ZUR LANDSCHAFTLICHEN EINGLIEDERUNG DER INFRASTRUKTUREN IN WAIDBRUCK

Die Eingriffe zur architektonischen Eingliederung des Bauwerks im Bereich des Bahnhofs Waidbruck sind das Ergebnis eines Vorgangs, der sich auf die Absicht stützt, eine angemessene Umsetzung für Auflage Nr. 28 hinsichtlich der „...Einkapselung der bereits vorhandenen und neu gebauten Gleise im Bereich Waidbruck bis zum Portal des Schlern-Tunnels“ zu finden, bei der ein Kompromiss zwischen den Bedürfnissen der Umgebung und den technisch-funktionellen Merkmalen des Bauwerks gefunden werden soll.

### 14.1 EINKAPSELUNG: KRITISCHE ASPEKTE UND LÖSUNGEN IN GEGENÜBERSTELLUNG

Diese Forderung wurde anhand einer Machbarkeitsstudie sowohl im Hinblick auf strukturelle Aspekte als auch im Hinblick auf die Sicherheit überprüft. Bei dieser Studie traten folgende kritischen Aspekte zutage.

#### 14.1.1 Problematik: Sicherheit im Tunnel

Die Einkapselung führt zur Bildung eines einzigen unterbrechungsfreien Tunnels (vom Südportal des Schlern-Tunnels bis zum Nordportal des Grödner-Tunnels), was zu einem einzigen Tunnelsystem mit einer Länge von mehr als 20 km führt. Für eine derartige Konfiguration der Infrastruktur wird von TSI SET (Technische Spezifikation für die Interoperabilität „Sicherheit in Eisenbahntunneln“) eine spezielle Sicherheitsuntersuchung verlangt, welche zur Auflage zusätzlicher, nicht in der TSI selbst enthaltener, Sicherheitsvorkehrungen führen kann, damit interoperable Züge in einer vom Gesichtspunkt des Brandschutzes her akzeptablen Umgebung zugelassen werden können. Bei den jüngsten vergleichbaren Projekten bestand die wirksamste ergänzende Maßnahme darin, einen „Sicherheitsbereich“ bereitzustellen, wobei dieser im vorliegenden Fall am trefflichsten beim Bahnhof Waidbruck angesiedelt werden könnte. Dieser Bereich kann sowohl „im Freien“ als auch „im Tunnel“ realisiert werden, wobei selbstredend unterschiedliche Infrastrukturausrüstungen und Anlagen mit entsprechen höheren (im Tunnel) bzw. geringeren Auswirkungen (im Freien) auf die Umgebung anfallen, abgesehen von der Komplexität der Bauwerke.

#### Einkapselung: Sicherheitsanforderungen, die erhebliche Auswirkungen auf die Umgebung haben könnten

Im Streckenabschnitt, der eingekapselt werden soll, bestehen die hauptsächlichen Sicherheitsanforderungen, welche auf Kosten von Umwelteinwirkungen zu realisieren und angesichts der Morphologie des Gebiets schwer platzieren wären, aus folgendem:

- Zwischenausgänge/-eingänge und Sicherheitsanlagen für die neuen Bauwerke: Ausgänge alle 1000 m der neuen Tunnelstrecken mit Einzelröhre und Doppelgleis (Bez. TSI SET 2008/163/EG - Technische Spezifikation für die Interoperabilität „Sicherheit in Eisenbahntunneln“) mit dazu gehörenden Bauten wie Rettungsbereich, Zufahrtswege usw.
- Systeme zur Unterbrechung der Rauchausbreitung (z.B. Schächte) an den Übergängen zwischen eingleisigen Doppelröhrentunneln zu Einröhrentunneln; - Systeme zur Unterbrechung der Rauchausbreitung (z.B. Schächte) zwischen Haupttunnel und Bahnhof;
- Sicherheitsanlagen für geschlossene Bahnhöfe; - Sicherheitsmaßnahmen gemäß Ministerialdekret 28.10.005, für Länge > 5000m bei Neubau-Tunnelabschnitten entsprechend den Auflagen für die Verknüpfungstunnel und den Grödner Tunnel (sowie in Zukunft für den an das MD angepassten Schlern-Tunnel);
- Die zahlreichen an der Servicestelle Waidbruck vorhandenen Weichen würden im Tunnel zu liegen kommen, womit der ausdrücklichen Aufforderung von MD 28.10.2005 und TSI SET zuwidergehandelt würde, die Anzahl von Weichen in Tunneln so weit wie möglich zu beschränken.

## 14 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELLA INFRASTRUTTURA A PONTE GARDENA

Gli interventi di inserimento architettonico dell'opera nell'ambito della stazione di Ponte Gardena, sono l'esito di un processo scaturito dalla volontà di trovare un'adeguata risposta alla prescrizione n. 28, relativa alla richiesta di "...*incapsulamento dei binari esistenti e dei nuovi binari nell'ambito di Ponte Gardena fino al portale della galleria Sciliar*" che conciliasse le esigenze del territorio, con le caratteristiche tecniche - funzionali delle opere da realizzare.

### 14.1 INCAPSULAMENTO: CRITICITÀ – SOLUZIONI A CONFRONTO

La richiesta è stata verificata mediante uno Studio di Fattibilità sia dal punto di vista strutturale sia dal punto di vista della sicurezza. Tali studi hanno evidenziato le criticità di seguito riportate.

#### 14.1.1 Criticità: Sicurezza in galleria

L'incapsulamento comporta la costituzione di un'unica galleria senza soluzione di continuità (dall'imbocco sud della Sciliar all'imbocco nord della Galleria Gardena), con l'effetto di determinare un unico sistema di gallerie con lunghezza maggiore di 20 km. Per tali configurazioni infrastrutturali la STI SRT (Specificata Tecnica di Interoperabilità "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie") richiede un'indagine di sicurezza speciale che può portare alla specifica di misure di sicurezza supplementari non incluse nella stessa STI allo scopo di ammettere treni interoperabili in un ambiente accettabile dal paragrafo della sicurezza antincendio. Nei più recenti progetti paragonabili all'opera in esame la più efficace misura integrativa adottata risulta essere quella di rendere disponibile un'"*area di sicurezza*" che nel caso in esame dovrebbe essere individuata proprio in corrispondenza della stazione di Ponte Gardena.

Tale area può essere realizzata sia all'aperto che al chiuso, chiaramente con diverso attrezzaggio infrastrutturale ed impiantistico con conseguenti maggiori (soluzione al chiuso) o minori (soluzione all'aperto) impatti sul territorio, oltre che sulla complessità delle opere.

#### Incapsulamento: Requisiti di sicurezza che potrebbero avere un impatto rilevante sul territorio

Nel tratto di linea da incapsulare, i principali requisiti di sicurezza da assicurare con impatto sul territorio e difficile allocazione data la configurazione morfologica dell'area, sarebbero:

- Uscite/accessi intermedi ed impianti di sicurezza per le nuove opere: uscite ogni 1000 m nei nuovi tratti di galleria singola canna doppio binario (rif. STI SRT 2008/163/CE - Specifica Tecnica di Interoperabilità "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie") con relative pertinenza quali aree di soccorso, viabilità di collegamento, etc.
- Sistemi di disconnessione fumi (es. pozzi) nei passaggi tra gallerie doppia canna-singolo binario a gallerie singola canna; - Sistemi di disconnessione fumi (es. pozzi) tra la galleria di linea e la stazione;
- Impiantistica di sicurezza per le stazioni al chiuso; - Misure di sicurezza ai sensi del DM. 28.10.005, per L > 5000 m, nei nuovi tratti di galleria, in analogia alle gallerie di interconnessione ed alla galleria Ponte Gardena (e, in futuro, alla galleria Sciliar adeguata al DM);
- I numerosi deviatori presenti nel Posto di Servizio di Ponte Gardena verrebbero a trovarsi in galleria, andando contro l'invito espresso dal DM 28.10.2005 e dalla STI SRT di limitare il più possibile il numero di deviatori in galleria;



- Realizzazione di opere per consentire l'accesso dei soccorsi in galleria con mezzi bimodali (interruzione dell'incapsulamento).

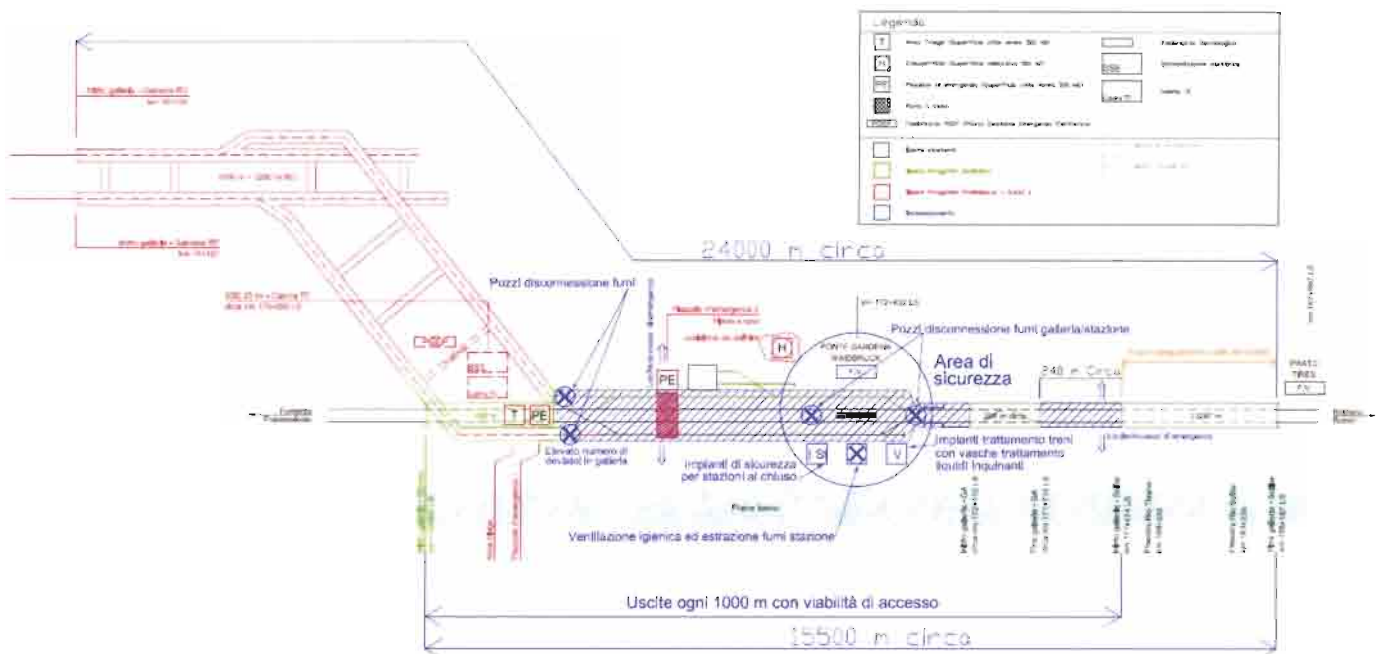


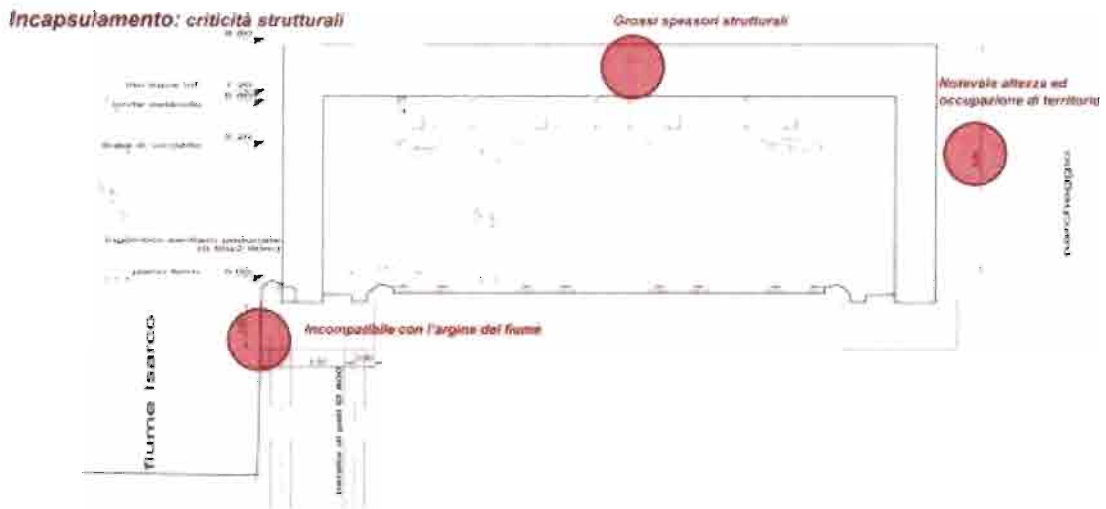
Figura 14.1 – Ponte Gardena: Schema requisiti di sicurezza per sistema di gallerie superiore ai 20 km

### 14.1.2 Criticità: aspetti strutturali

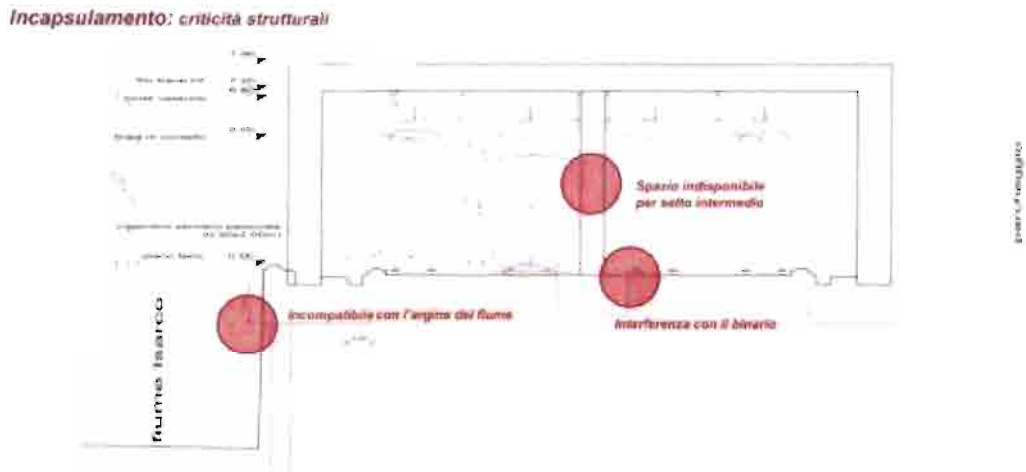
Sono stata analizzate dal punto di vista strutturale, varie ipotesi di copertura.

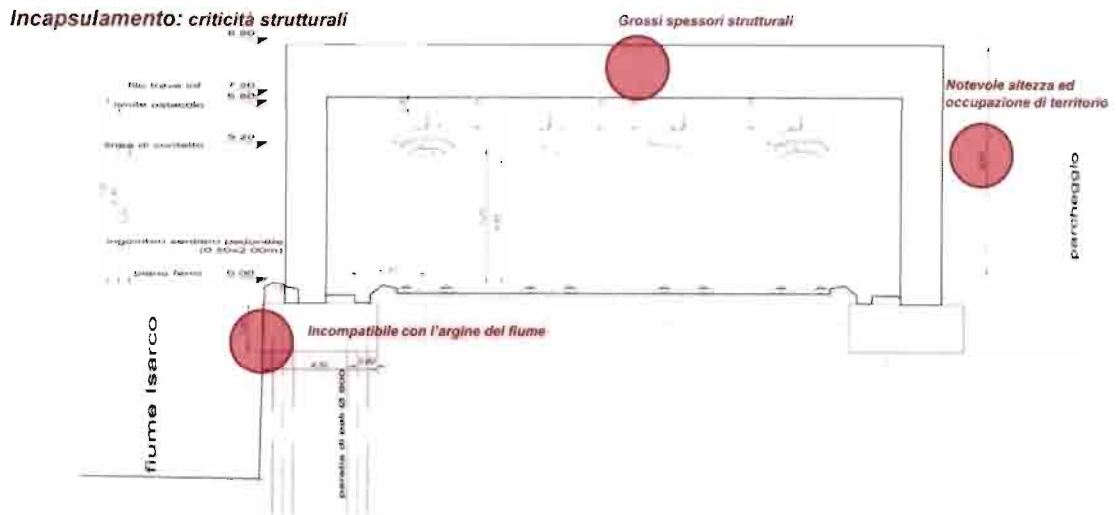
In caso si ipotizzasse una copertura di scavalco senza supporti, in corrispondenza del Fabbricato Viaggiatori storico di Ponte Gardena, la struttura che ne deriverebbe sarebbe di dimensioni eccessive: la soletta sommitale dovrebbe avere uno spessore di circa 1.80 m; conseguentemente i piedritti e le fondazioni dovrebbero assumere dimensioni importanti, senza che peraltro ci sia la disponibilità degli spazi necessari.

Una eventuale copertura in acciaio non è ipotizzabile in quanto la struttura non sarebbe compatibile con lo scenario di incendio: per le verifiche al fuoco si dovrebbe utilizzare una curva di incendio molto gravosa (chiamata curva "eureka")

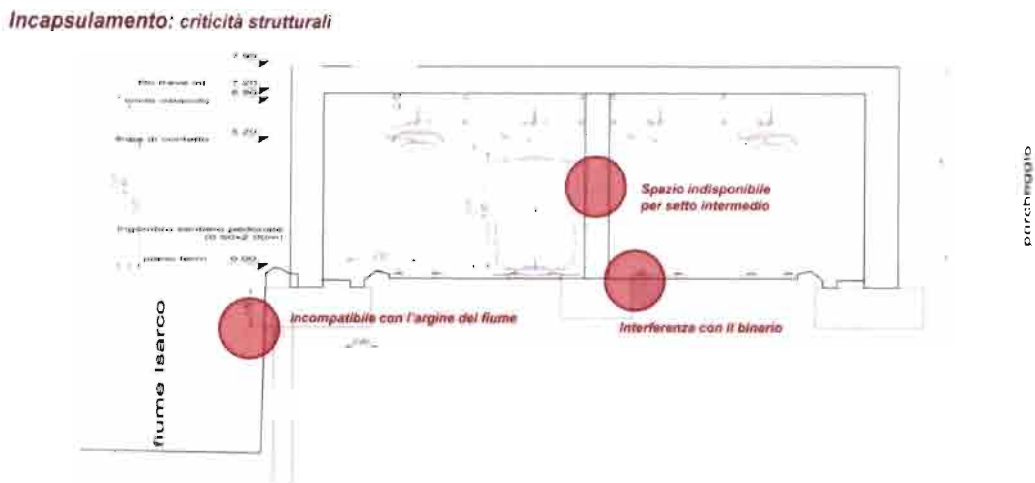



Eine Deckstruktur, welche die vier Gleise des Bahnhofs Waidbruck überpannt, würde das Einsetzen von Stützfeilern entlang der Linie erforderlich machen. Dies ist jedoch nicht umsetzbar, denn bei der Wahl von Stützen mit geringem Platzbedarf (aus Stahl) könnten diese der Einwirkung einer Zugentgleisung nicht standhalten, während robustere Stützen (aus Stahlbeton) Raum benötigten würden, der nicht verfügbar ist. Man bemerke, dass der Gleisverlauf fest vorgegeben ist und aufgrund des dicht daneben verlaufenden Flusses Eisack keine Variationen zulässt.





Pertanto prevedere una struttura che scavalchi i quattro binari della stazione di Ponte Gardena comporterebbe la necessità di posizionare dei supporti in linea. Tuttavia tale ipotesi non può essere perseguita poiché nel caso si predisponessero dei supporti poco ingombranti (in acciaio), essi sarebbero inadeguati ai fini delle azioni di deragliamento dei treni, mentre supporti più robusti (in calcestruzzo armato) necessiterebbero degli spazi non disponibili. Si noti che il tracciato dei binari è fisso e non può variare a causa dello stretto affiancamento al fiume Isarco.



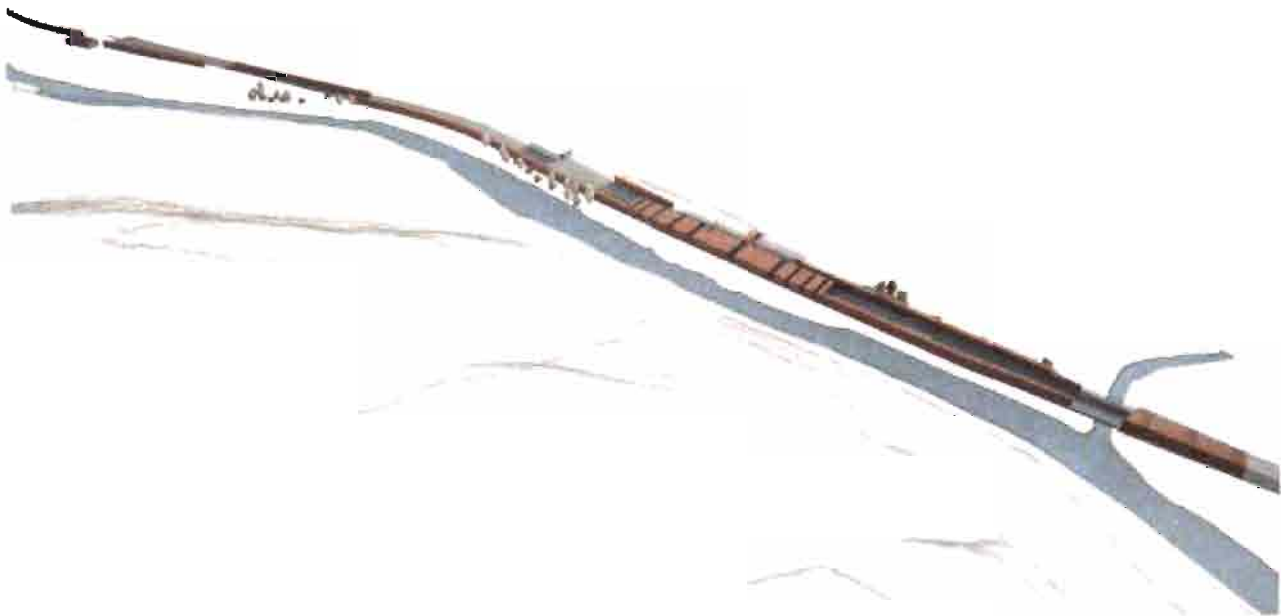
	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	168 von 270

## 14.2 ALTERNATIVEN ZUR EINKAPSELUNG: MÖGLICHKEITEN

Zur Lösung der Problematik wurde eine Alternativlösung zur Gesamtdeckung der Gleise ausgearbeitet, die den Anforderungen der Schalldämmung, vereint mit Maßnahmen zur Eingliederung des Bauwerks in die Umgebung erfüllt.

Das Projekt für diesen Abschnitt besteht in erster Linie aus einer Abschirmung mit linearen Mauern in formell und ästhetisch unterschiedlicher Gestaltung, mit deren Hilfe die optischen und akustischen Auswirkungen eingedämmt werden sollen. Im Einzelnen handelt es sich bei den Bauteilen - aus Richtung Bozen kommend - um:


- neuer Portal als Verlängerung des bereits vorhandenen, in offener Bauweise angelegten Tunnels um ca. 50 m, neues „Eingangsportale“ zum Bahnhof Waidbruck;
- zwei Mauern zur Umgrenzung der Eisenbahnanlagen des Bahnhofs Waidbruck, die sich dabei in ihrem Querschnitt anpassen, um verschiedene urbanistische Funktionen zu erfüllen, und dadurch zur „neuen Kulisse des Bahnhofs“ werden;
- eine Mauer mit partieller Überdachung des Verknüpfungsgleises 2 und der beiden Streckengleise in Übereinstimmung mit den Bahnsteigen im Bereich vor dem Gebäude mit den Wartesälen sorgt für die Abgrenzung des Fahrgastbereichs und signalisiert den Neuzugang unter den Altgebäuden des Bahnhofs;
- eine Mauer entlang des Eisack.



**Abbildung 14.2** – Maßnahmen in Waidbruck: Ansicht in Parallelperspektive

Ferner wurden Schallschutzbarrieren auf der Eisack-Seite im offenen Abschnitt zwischen dem vorhandenen in offener Bauweise angelegten Tunnel und dem Schlern-Tunnel mit blinden Schalldämmplatten geplant, die aus einer Hülle aus Stahl des Typs AISI 304 mit 12/10 mm Stärke und 30 GLOSS-Lackierung in der Farbe Corten und einer dem Lärm ausgesetzten gelochten Wand mit der letzten schallisolierenden Platte aus Verbundglas bestehen.



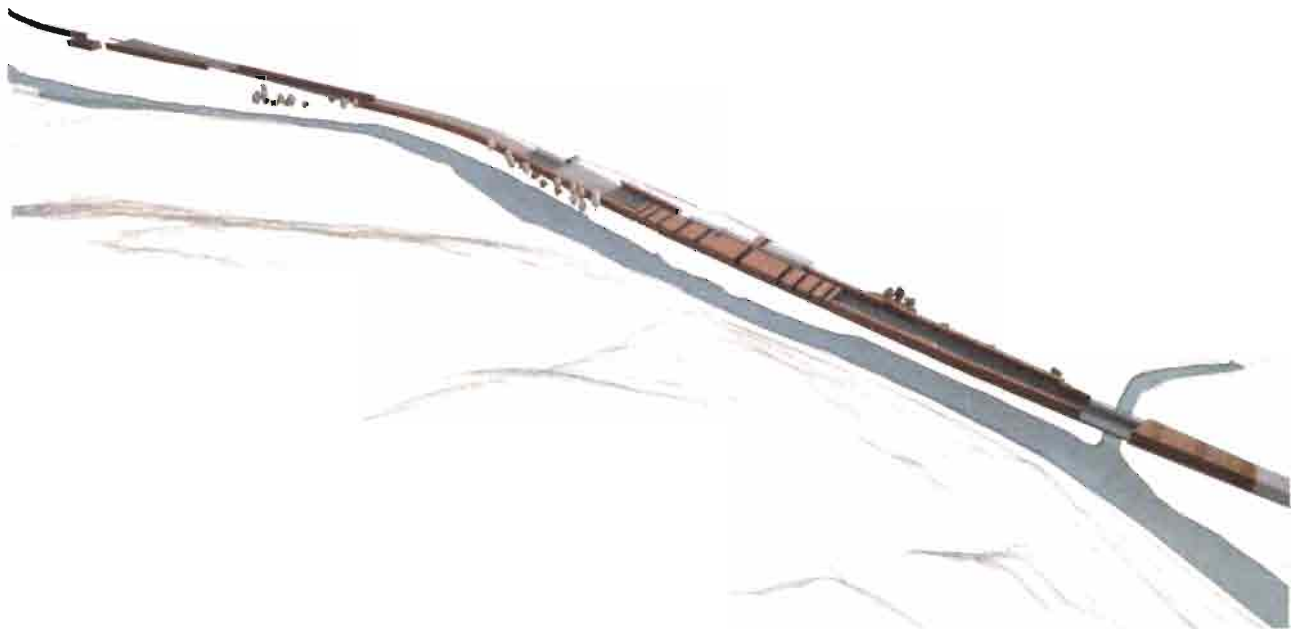
	<b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO          QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA          LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. B	FOGLIO 168 di 270

## 14.2 ALTERNATIVA ALL'INCAPSULAMENTO: OPPORTUNITÀ

Allo scopo di risolvere la problematica, è stata studiata una soluzione alternativa alla copertura totale dei binari che soddisfacesse l'esigenza di mitigazione acustica con un intervento di inserimento territoriale dell'opera.


Il progetto nella tratta in oggetto, si configura prevalentemente come una schermatura con muri di linea, con diverse declinazioni formali ed estetiche per ridurre l'impatto visivo ed acustico. In particolare, le parti d'opera che compongono l'intervento, provenendo da Bolzano, sono:

- un nuovo imbocco, come prolungamento della galleria artificiale esistente, di circa 50 metri di lunghezza, nuova "porta di accesso" alla Stazione di Ponte Gardena;
- due muri perimetrali all'impianto ferroviario della stazione di Ponte Gardena, che si declina nella sua sezione per rispondere, a diverse funzioni urbane divenendo la "nuova quinta di stazione";
- un muro con elementi di copertura parziale sul binario dell'interconnessione pari ed dei due binari di corsa, in corrispondenza dei marciapiedi nella zona antistante il fabbricato viaggiatori, delimita l'area destinata ai viaggiatori e segnala il nuovo accesso tra gli edifici storici ferroviari esistenti;
- un muro lungo il fiume Isarco.



**Figura 14.2 – Interventi a Ponte Gardena: Vista assonometrica**

Sono state inoltre previste, barriere acustiche lato Fiume Isarco, nel tratto all'aperto tra la galleria artificiale esistente e la galleria Sciliar, con pannelli ciechi fonoassorbenti e fonoisolanti costituiti da involucro di acciaio AISI 304 12/10 di mm di spessore e 30 GLOSS verniciati di colore corten e parete esposta al rumore forata con l'ultimo pannello fonoisolante in vetro stratificato.

	<b>SÜDZULAUF ZUM BRENNER-BASISTUNNEL VERVIERFACHUNG DER STRECKE FRANZENSFESTE – VERONA</b>					
	<b>BAULOS 1: FRANZENSFESTE – WAIDBRUCK</b>					
ALLGEMEINER BERICHT	AUFTRAG	LOS	CODE	DOKUMENT	VERS.	SEITE
	IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 002	B	169 von 270

### 14.2.1 Architektonisch-landschaftliche Eingliederung der geplanten Infrastruktur

Im Laufe der Ausarbeitung des Einreichprojekts wurden sowohl territoriale Studien mit landschaftlicher Ausrichtung ausgeführt, die auf Grundlage der Analyse des Zustands der Örtlichkeiten und der Minimierungsziele an den Komponenten die Wahl der eigentlichen Minderungsmaßnahmen bedingt haben, als auch eine vertiefte Analyse der „Schlüsselbereiche“, die auf Grundlage der architektonischen und infrastrukturellen Entscheidungen eine einheitliche und erkennbare Gestaltung der neuen Infrastruktur bewirken sollten.

Der Umgebung Waidbruck wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet, wodurch gerade aufgrund der besonderen Eigenschaften des Eingriffs darauf abgezielt wird, die besondere Aufmerksamkeit auf das Thema der formellen Definition der neuen Bahnlinie im Verhältnis zu den gefestigten urbanen Strukturen, zur Typisierung der Eisenbahn und zum morphologischen Element des Flusses, das diesen Geländeabschnitt besonders kennzeichnet, zu lenken.

Es wurden Werke zur landschaftlichen Eingliederung vorbereitet, welche, wie erwähnt, hauptsächlich aus Mauern unterschiedlicher formeller und ästhetischer Ausgestaltung bestehen, mit deren Hilfe die optischen und akustischen Auswirkungen eingedämmt werden sollen.

Die geplanten Betonmauern sind durch eine Gestaltung von Formen und Verkleidungsmaterialien gekennzeichnet, die der Eisenbahnstrecke ihre Identität und architektonische Kohärenz verleiht und zugleich als Lärmschutz wirkt. Nachstehend werden die unterschiedlichen Bauteile beschrieben.

Der neue Tunnelportal auf der Seite von Bozen, der aus einem durchgehenden Beton-Rahmenwerk besteht, ist außen mit Corten-Stahlplatten verkleidet, die auf einen metallischen Unterbau montiert werden. Im Innenbereich werden zur Verbesserung der Akustik direkt am Tragwerk befestigte, schallisolierende und schalldämmende Platten verwendet.

Die Mauer auf der Stadtseite wurde mit unterschiedlichen Querschnittformen und Materialien entworfen, um Funktionen im Dienste des durchquerten Siedlungsbereichs zu erfüllen (Überdachung für Bushaltestelle, Sitzgelegenheiten, neuer Bahnhofseingang) und um sich optimal in die Umgebungslandschaft einzufügen. Insbesondere ist an der Betonmauer für die Bereiche mit Sitzgelegenheiten/Überdachung eine auf einem Holzunterbau montierte Holzverkleidung vorgesehen, die an den geformten Stahlbauteilen befestigt wird, abwechselnd mit einer Verkleidung aus lackiertem Cortenstahl. Für die der Schallquelle zugewandte Mauerseite sind schallisolierende und schalldämmende Platten vorgesehen, die direkt an der Betonwand befestigt werden, mit einer Außenverkleidung aus mikrogelochten Corten-Stahlplatten, die auf einen metallischen Unterbau montiert werden.

Die Stützmauer für die partielle unterbrochene Überdachung der beiden Streckengleise und von Verknüpfungsgleis 2 am Fahrgastbahnsteig charakterisiert den vorhandenen Bahnhof, ohne sich störend auf die vorhandenen Altbauten der Wartehallen auszuwirken, und erfüllt dabei die Doppelfunktion als Überdachung für den Wartebereich und Abschirmung des Bahnhofs zur Flussseite hin. Die aus einer Betonstruktur bestehenden Elemente sind wie bei den anderen Mauerteilen mit Cortenstahlplatten verkleidet, die auf einen metallischen Unterbau montiert werden. Für die der Schallquelle zugewandte Mauerseite am Gleis sind direkt an der Betonwand befestigte schalldämmende Platten mit Außenverkleidung aus mikrogelochten Corten-Stahlplatten vorgesehen. Unter den massiven Deckelementen sind gehärtete, teils mit Siebdruck versehene Verbundglasplatten 10+10mm vorgesehen, die auf Sicht auf Strukturen aus gesandstrahltem/lackiertem Stahl montiert sind.

### 14.2.1 Inserimento architettonico – paesaggistico dell’infrastruttura progettata

Nel corso dell’elaborazione del progetto definitivo sono stati elaborati sia uno studio di carattere territoriale in chiave paesaggistica, che in funzione dell’analisi dello stato dei luoghi e degli obiettivi di minimizzazione degli impatti sulla componente ha determinato la scelta delle opere di mitigazione in senso stretto, sia una approfondita analisi delle “aree chiave”, che sulla base delle scelte architettoniche ed infrastrutturali potesse fornire una connotazione unitaria e riconoscibile alla nuova infrastruttura.

Si è posta particolare attenzione all’ambito di Ponte Gardena che, proprio per le caratteristiche peculiari dell’intervento, mira a richiamare al tema della definizione formale della nuova linea in rapporto al consolidato urbano, alla tipizzazione ferroviaria ed all’elemento morfologico fiume che caratterizza questa sezione territoriale.

Sono state predisposte opere di inserimento paesaggistico costituite, come detto, prevalentemente da muri con diverse declinazioni formali ed estetiche per ridurre l’impatto visivo ed acustico.

I muri previsti sono caratterizzati da un linguaggio formale e da materiali di rivestimento che conferiscono, al tratto di ferrovia interessata, un’identità ed una coerenza architettonica e che limitano il livello di rumore residuo. Di seguito si descrivono le diverse parti d’opera.

Il nuovo imbocco alla GA lato Bolzano, costituito da un telaio continuo in c.a., è rivestito esternamente con lastre in acciaio corten montate su sottostruttura metallica. Internamente, per migliorare le prestazioni acustiche, sono previsti pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti fissati direttamente alla struttura.

Il muro sul fronte urbano, è progettato con sezioni e materiali diversi per consentire le funzioni più utili al tratto di abitato attraversato (pensilina bus, seduta, nuovo ingresso di stazione) e per integrarsi al meglio con l’intorno paesaggistico. In particolare, sulla struttura del muro in c.a. si prevede un rivestimento in legno montato su sottostruttura in legno fissata alla carpenteria metallica sagomata, per le parti di seduta/pensilina, alternato ad un rivestimento in acciaio corten verniciato. Per la parete interna del muro, esposta al rumore, si prevede un pannello fonoisolante e fonoassorbente direttamente fissato sulla parete in c.a. con un rivestimento esterno in lastre microforate in acciaio corten montate su sottostruttura metallica.

Il muro a sostegno degli elementi di copertura parziale e discontinua dei due binari di corsa e dell’interconnessione pari, in corrispondenza del marciapiede ad uso viaggiatori, caratterizzerà la stazione esistente senza interferire con il fabbricato viaggiatori storico assolvendo alla duplice funzione di pensilina per l’attesa e schermatura della stazione lato fiume. Gli elementi, costituiti da una struttura in c.a., sono rivestiti, analogamente agli altri tratti di muro, con lastre in acciaio corten montate su sottostruttura metallica. Per la parte di muro lato ferro, esposta al rumore, si prevede un pannello fonoassorbente direttamente fissato sulla parete in c.a. con un rivestimento esterno in lastre microforate in acciaio corten. Tra gli elementi pieni di copertura si prevedono lastre di vetro stratificato, 10+10mm, temperato, serigrafato in parte, montate a vista su struttura di acciaio sabbiato/smaltato.

Die Gestaltung der zur Stadt hin gewandten Außenseite umfasst einen neuen Parkplatz auf der Nordseite sowie das Verlegen von Porphyrlplatten auf dem externen Gehsteig entlang der Altbauten des Bahnhofs. Zur Beleuchtung werden Leuchtkörper mit LED zum Einsatz kommen, die an den Mauerabschnitten in diese eingelassen und auf dem neuen Parkplatz im Norden auf Masten angebracht werden.



**Abbildung 14.3** – Bauliche Maßnahmen in Waidbruck: Fotosimulation

La sistemazione esterna lato città, prevede un nuovo parcheggio lato nord e la ripavimentazione in lastre di Porfido del marciapiede esterno ai fabbricati ferroviari storici esistenti. Per il sistema di illuminazione si adotteranno apparecchi illuminanti con sorgente luminosa a LED, ad incasso per i tratti d'opera dei muri e su palo per il nuovo parcheggio lato nord.



**Figura 14.3 – Interventi a Ponte Gardena: Foto simulazioni**

## 15 BEREICHE DER TUNNELPORTALEN UND ZUFAHRTSWEGE

In diesem Absatz werden die Projektprobleme hinsichtlich der Realisierung der Gelände für die technische Ausrüstung des Notfallmanagements im Dienste der neuen Bahnlinie Franzensfeste – Waidbruck behandelt.

Die Maßnahmen bestehen aus:

- Bauwerken und Anlagen, die zur Ausrüstung der Notfallplätze erforderlich sind, welche an den Portalen von Tunneln und Fensterstollen eingerichtet werden;
- Zufahrtswege zum Baustellenbereich für die erste Phase, die nach Inbetriebnahme zum Erreichen der Eingangsbereiche bzw. Fensterstollen durch Rettungsfahrzeuge dienen werden.

Die Plätze und damit verbunden Zufahrtswege sind von Nord nach Süd:

- Verknüpfung Gleis 2 und 1 Franzensfeste
- Zufahrtswege zur Verknüpfung Franzensfeste von der SS12 (0,5 km)
- Fensterstollen Vahrn
- Zufahrtswege vom Fensterstollen Vahrn zu Via del Laghetto (0,5 km)
- Zufahrtsweg Gebiet Forch (0,5 km)
- Fensterstollen Albeins mit Zufahrt von SS12
- Provisorische Zufahrtswege zum Schalderer Tunnel Südportal (Eisack-Brücke)
- Grödner Tunnel Nordportal (Eisack-Brücke)
- Zufahrtswege zum Nordportal des Grödner Tunnels von der Gemeindestraße nach Albeins (3,5 km)
- Fensterstollen Klausen
- Straßenvariante zur SS242 Grödner Tal am Fensterstollen Klausen
- Verknüpfung Gleis 2 und 1 Waidbruck
- Zufahrtswege zum Tunnelportal der Verknüpfungen Gleis 2 und 1 (1,4 km)

### PLÄTZE AN DEN TUNNELPORTALEN

Die an jedem Bereich vorgesehene Ausrüstung wird in Übereinstimmung mit den „Leitlinien für die Planung von baulichen Maßnahmen in Verbindung mit der Sicherheit von Tunnelneubauten bzw. zur Nachrüstung vorhandener Tunnel“ festgelegt. Je nach Typ und Länge des Tunnels hat diese Ausrüstung folgendes zu umfassen:

- Ausgänge, Zugänge oder Verbindungen
- Zufahrtsstraßen,
- Notfallplätze, Hubschrauberlandeplatz, Triage,
- Technologische Servicegebäude (Beleuchtungs- und Nutzstrom, Telekommunikation, periphere Leitstelle für Notfallmanagement, Schaltposten, Unterwerk, GIS),
- Löschwasseranlage/Wasserversorgung,
- Auffangbecken für gefährliche Flüssigkeiten,
- Auffangbecken für Abwasser aus dem Tunnel,
- Bahnsteig und Handlauf,
- Sicherheitsausgänge.

## 15 AREE AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Nel presente paragrafo si affrontano le problematiche progettuali relative alla realizzazione delle zone di attrezzaggio delle aree per la gestione dell'emergenza a servizio della nuova linea ferroviaria Fortezza – Ponte Gardena

Gli interventi consistono nella realizzazione di:

- opere ed impianti necessari per l'attrezzaggio dei piazzali di gestione delle emergenze presenti agli imbocchi delle gallerie e delle finestre di accesso;
- viabilità di accesso alle zone di cantiere per la prima fase, funzionali nella fase definitiva al raggiungimento delle zone di imbocco o delle finestre da parte dei mezzi di emergenza.

Le aree di piazzale e le relative viabilità di accesso sono da Nord a Sud:

- Interconnessione Pari e Dispari Fortezza
- Viabilità di accesso all'Interconnessione Fortezza dalla SS12 (0,5 km)
- Finestra di Varna
- Viabilità di accesso alla Finestra di Varna dalla via del Laghetto (0,5 km)
- Viabilità di accesso Area Forch (0,5 km)
- Finestra di Albes con Accesso dalla SS12
- Viabilità provvisoria di accesso alla Galleria Scaleres Imbocco Sud (ponte sull'Isarco)
- Galleria Gardena Imbocco Nord (ponte sull'Isarco)
- Viabilità di accesso all'imbocco della galleria Gardena Nord dalla strada comunale per Albes (3,5 km)
- Finestra di Chiusa
- Variante stradale alla SS242 della Val Gardena in corrispondenza della finestra di Chiusa
- Interconnessione Pari e Dispari Ponte Gardena
- Viabilità di accesso all'imbocco delle gallerie delle interconnessioni pari e dispari (1.4 km)

### **PIAZZALI DI IMBOCCO ALLE GALLERIE**

Le dotazioni previste per ciascuna zona sono definite in conformità alla "Linea guida per la progettazione delle predisposizioni civili connesse alla sicurezza delle nuove gallerie e all'adeguamento delle esistenti". In funzione della tipologia e della lunghezza della galleria tali dotazioni possono comprendere:

- uscite, accessi o collegamenti
- strade di accesso;
- piazzali di emergenza, elisoccorso, triage;
- fabbricati tecnologici di servizio (LFM\_TLC, PGEP, PPD, SSE, GIS);
- impianto idrico antincendio/fornitura idrica;
- vasca di raccolta liquidi pericolosi;
- vasca di raccolta acque reflue di galleria;
- marciapiedi e corrimano;
- uscite di sicurezza.

### ZUFAHRTSWEGE

Sämtliche Zufahrtsstraßen zweigen direkt oder indirekt von der Brennerstaatsstraße SS 12 ab, welche die Haupterschließungsstraße dieses Gebiets darstellt, und führen teils über den Ausbau vorhandener Straße teils über völlig neu angelegte Straßen bis zu den Tunnelportalen.

Die geplanten Verkehrswege werden allgemein bemessen auf Grundlage von:

- Eigenschaften der vorhandenen Straßen,
- Eigenschaften der Fahrzeuge, die Zufahrt zur Baustelle haben,
- Korrektes Management der Notfallzufahrten zu den geschaffenen Bauwerken.

Als Beläge kommen für die geplanten Straßen je nach Verkehrsaufkommen folgende Arten zum Einsatz:

- Belag für Staatsstraße F2
- Belag für Baustellenstraße (Endphase Notfallzufahrten)
- Belag für Baustellenstraße (Ausführungsphase Baustellenbetrieb)
- Belag für lokale Straßen

Der Verlauf der Zufahrtsstraßen zu den Sicherheitsbereichen und Baustellen wurde unter Berücksichtigung der Morphologie des betroffenen Gebiets und folgender allgemeiner Kriterien geplant:

- Vereinfachung der Kurveneinfahrt von auf den Baustellen verwendeten Sonderfahrzeugen,
- Anlage des Straßenbetts stets im Rahmen vorhandener Felsformationen ohne Errichtung von Dämmen, was angesichts der Abschüssigkeit der durchquerten Orte nicht möglich wäre,
- so weit möglich, Verfolgung des Verlaufs der Niveaukurven, damit die Höhe der Stützbauten so gering wie möglich gehalten werden kann,
- Anschluss an Bestandsstraßen, sodass doppelte Straßenführungen so weit wie möglich vermieden werden.
- Für die Zufahrtsstraßen zu den Notfall-/Rettungsplätzen wurden folgende Merkmale eingehalten: Mindestbreite 6m, minimaler Kurvenradius gleich 11 m und Gefälle unter 16%.



### VIABILITÀ DI ACCESSO

Tutte le viabilità hanno origine, diretta o indiretta, sulla S.S. 12 dell'Abetone e del Brennero, che rappresenta la direttrice principale di accesso al territorio e si sviluppano verso gli imbocchi delle gallerie mediante tratti di viabilità esistente riqualificata o di totale nuova realizzazione.

La viabilità progettata è dimensionata, in generale, in funzione di:

- caratteristiche delle strade esistenti
- caratteristiche dei mezzi che hanno accesso al cantiere
- corretta gestione degli accessi di emergenza alle opere realizzate.

Per le pavimentazioni impiegate sulle strade di progetto, diverse in funzione dei volumi di traffico, si sono utilizzate queste tipologie:

- Pavimentazione per Strada Statale F2
- Pavimentazione per strada di cantiere (fase finale Accessi di Emergenza)
- Pavimentazione per strada di cantiere (fasi esecutive esercizio cantiere)
- Pavimentazione per strade Locali

Lo sviluppo della strade di accesso alle aree di sicurezza e ai cantieri è progettata seguendo la morfologia della zona interessata tenendo conto dei seguenti criteri generali:

- facilitare gli inserimenti in curva dei mezzi eccezionali che utilizzeranno i cantieri.
- realizzare la sede stradale sempre all' interno di eventuali formazioni rocciose esistenti senza creare rilevati che non sarebbe possibile realizzare data l'elevata acclività dei luoghi attraversati.
- Seguire il più possibile l'andamento delle curve di livello in modo da minimizzare l'altezza delle opere di sostegno
- Agevolare il raccordo con le strade esistenti in modo da evitare ove possibile sovrapposizioni e singolarità.
- Relativamente alle strade di accesso ai piazzali di emergenza/soccorso sono state rispettate le seguenti caratteristiche : larghezza minima pari a 6 m; raggio di curvatura minimo pari a 11 m e pendenza inferiore a 16%.

## 15.1 VERKNÜPFUNG FRANZENSFESTE

### ZUFAHRTSWEG VON DER SS12

Im Bereich der Verknüpfung Franzensfeste sind einige Dienststrukturen für die Bahnlinie, ein Brandschutzposten, die Umleitung eines bestehenden Grabens und der Notfallplatz für Rettungsfahrzeuge untergebracht.

Die Zufahrt zum Verknüpfungsbereich erfolgt über die SS12 beim Franzensfester See, wo eine Verbreiterung der Plattform zur Sicherstellung des Kreuzungsbereichs sowohl in der Bau- als auch in der Betriebsphase geplant ist. Die ebenerdige Kreuzung ist mit Abbiegespuren nach links vorgesehen und schließt an die 140 m Nebenstraße an, die zwischen den Pfeilern des Viadukts „Riol“ in einem Kastenbau unter der A22 Modena-Brenner sowie unter der Bestandseisenbahnlinie durchläuft.

Der geplante Weg hat eine Gesamtlänge von ca. 500 m mit einem konstanten Querschnitt von 6,00 m. Die Strecke befährt den gleichen Weg wie der Baustellenpfad, der im Rahmen des funktionellen Teilabschnitts vorgesehen ist, dessen Querschnitt (4,00 m) unter Beibehaltung des Straßenrands und der Bauwerke auf Talseite verbreitert wird.

Die Straße beginnt auf einer Höhe von 760,00 m ü.d.M., verläuft 31 m weit mit einem Gefälle von 12% bergab, bis die Höhe von 756,27 – 756,19 m ü.d.M. erreicht wird, wo sie an den Parkplatz anknüpft und anschließend von dort 60 m weit mit einem Gefälle von 15% bis auf 747,14 m ü.d.M. weiterläuft, wo sie auf den Serviceplatz der Brandschutzinstallationen stößt. Im letzten Abschnitt verläuft die Zufahrtsstraße praktisch auf einer Geraden und folgt der Morphologie der Schottwand am Eingangsbereich von Gleis 1.

Der Verkehrsweg verläuft am Hang, oberhalb der Bestandsbahnlinie und wird durch ziemlich weite Kurvenradien und mäßige Längsgefälle gekennzeichnet mit Ausnahme des Endabschnitts am Austritt vom Becken des Klaus Bachs, wo das Längsgefälle bis zu 16% erreicht.

Auf der Hangseite ist eine Reihe von Mikropfahl-Schottwänden zur Befestigung des Aushubs vorgesehen, auf Talseite Stützmauern zum Schutz der Bestandsbahnlinie.

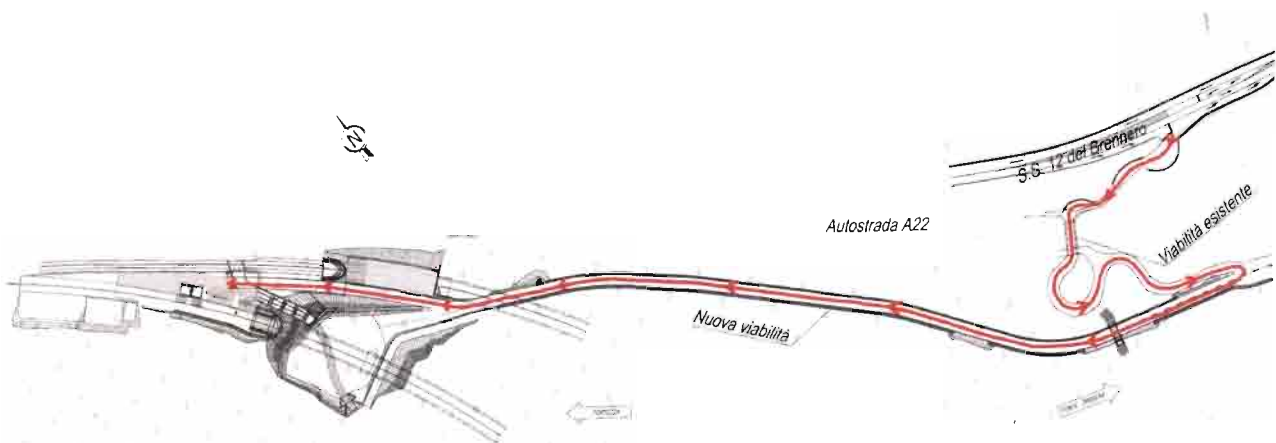


Abbildung 15.1 - Verknüpfung Franzensfeste: Zufahrtsstraßen

## 15.1 INTERCONNESSIONE DI FORTEZZA

### VIABILITÀ DI ACCESSO DALLA SS12

Nella zona di interconnessione di Fortezza sono posizionate alcune strutture di servizio per la linea ferroviaria, un presidio antincendio, la deviazione di un fosso esistente e il piazzale d'emergenza per i mezzi di soccorso.

L'accesso all'area di interconnessione avviene dalla S.S.12, in corrispondenza del lago di Fortezza, dove è previsto un allargamento della piattaforma per la messa in sicurezza dell'intersezione sia in fase di cantiere che in fase finale; l'intersezione a raso è prevista con corsie di accumulo per la svolta a sinistra e si connette ai 140 m. di viabilità secondaria che sottopassa la A22 Modena–Brennero tra le pile viadotto "RioI" sottopassando la linea ferroviaria storica attraverso un manufatto scatolare.

La viabilità in progetto prevista avrà una lunghezza complessiva di circa 500 metri, avente una sezione costante di 6.00m. Il tracciato ricalca quello della viabilità di cantiere prevista nell'ambito del sub lotto funzionale, la cui sezione (4.00 m.) verrà ampliata mantenendo il ciglio e le opere lato valle.

Altimetricamente la strada parte dalla quota 760.00 m.s.m., prosegue in discesa per un tratto di 31 mt con pendenza del 12% fino alla quota di 756.27-756.19 m.s.m. in cui avviene il raccordo con la zona di parcheggio e poi prosegue per 60 mt con pendenza del 15% fino alla quota 747.14 m.s.m. punto in cui si raccorda con il piazzale di servizio alle installazioni antincendio. Nel tratto finale la strada di accesso è praticamente in rettilineo e segue la morfologia della paratia di presidio degli scavi di imbocco del binario Dispari.

La viabilità si sviluppa a mezza costa, a monte della linea storica ed è caratterizzata da raggi planimetrici abbastanza ampi e pendenze longitudinali moderate eccezion fatta per il tratto finale in uscita dal bacino del Rio della Chiusa dove la pendenza longitudinale raggiunge valori prossimi al 16%.

Lato monte è prevista una serie di paratie di micropali a contenimento degli scavi, lato valle sono previsti muri di sostegno a tutela della linea storica.

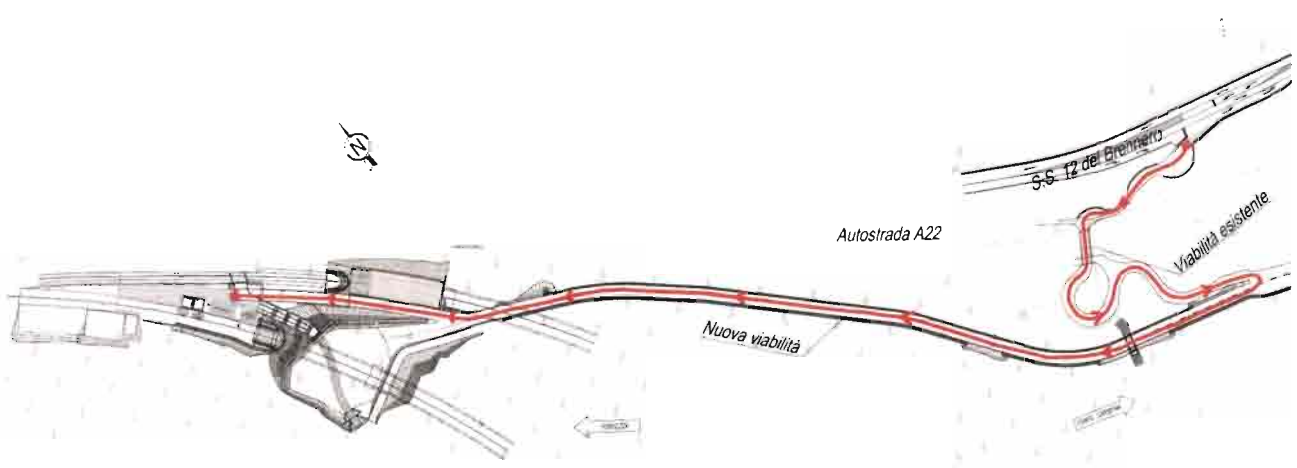


Figura 15.1 – Interconnessione di Fortezza: Viabilità di accesso

## 15.2 FENSTERSTOLLEN AICHA-VAHRN

### ZUFAHRTSWEGE ZUM GEBIET UNTERSEEBER

Der Einfahrtsplatz zu diesem Gelände befindet sich bei pk 0+420 des Fensterstollens Vahrn, der seinerseits die Hauptachse des Schalderer Tunnels bei ca. pk 3+700 kreuzt.

In diesem Gelände im Freien mit ca. 2.000 m<sup>2</sup> befindet sich ein Notfallplatz (500m<sup>2</sup>) im Ansatzbereich des Zufahrtswegs.

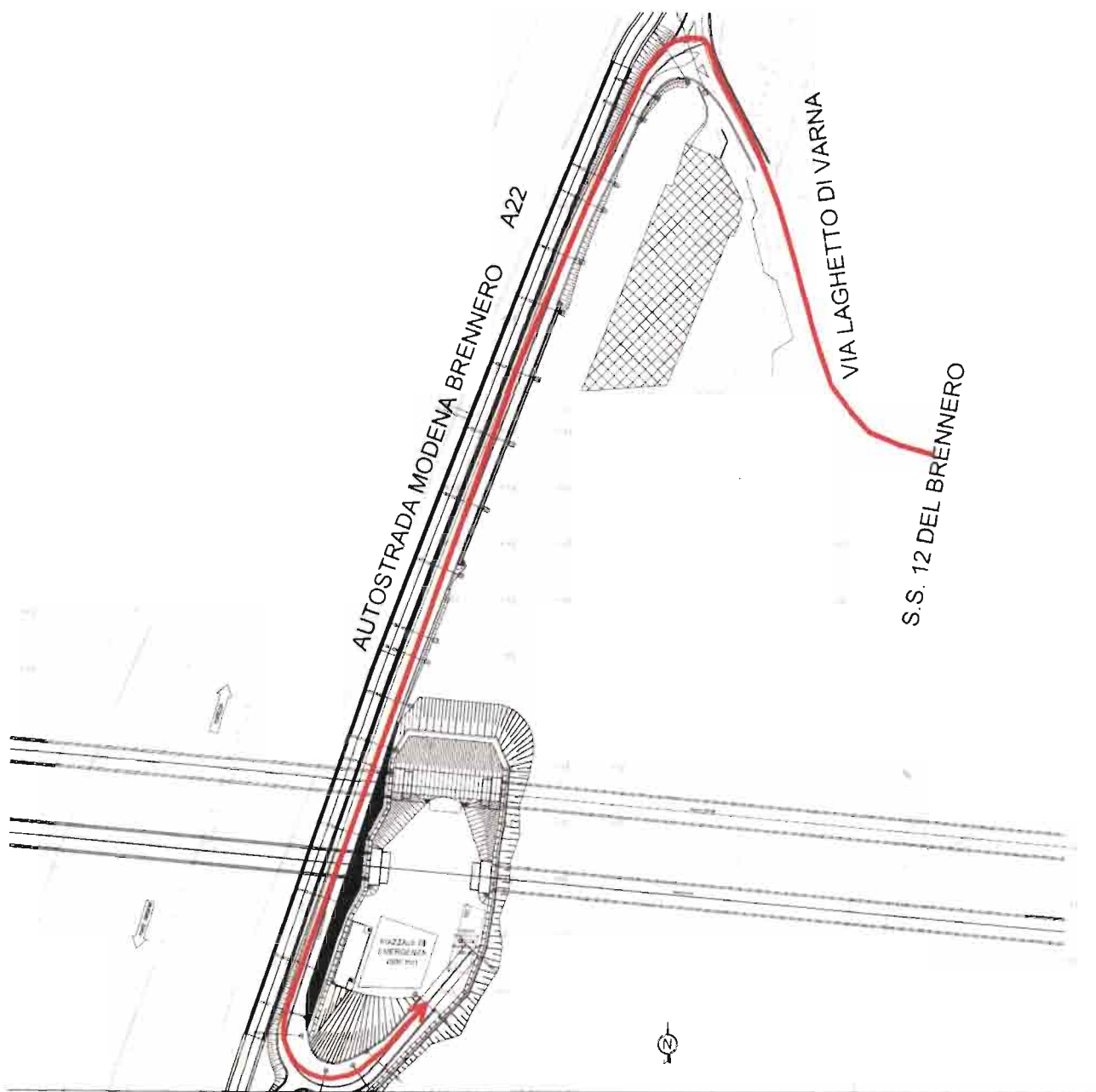


Abbildung 15.2 - Fensterstollen Aicha- Vahrn: Zufahrtsstraßen

## 15.2 FINESTRA DI AICA - VARNA

### VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'AREA UNTERSEEBER

Il piazzale di imbocco a quest'area è posto alla p.k. 0+420 della galleria di finestra di Varna che a sua volta intercetta l'asse principale a p.k. 3+700 circa della Galleria Scaleres.

Nell'area a cielo aperto di circa 2.000 mq è ricavato il piazzale di emergenza (area 500mq) in adiacenza all'inizio della viabilità di accesso.

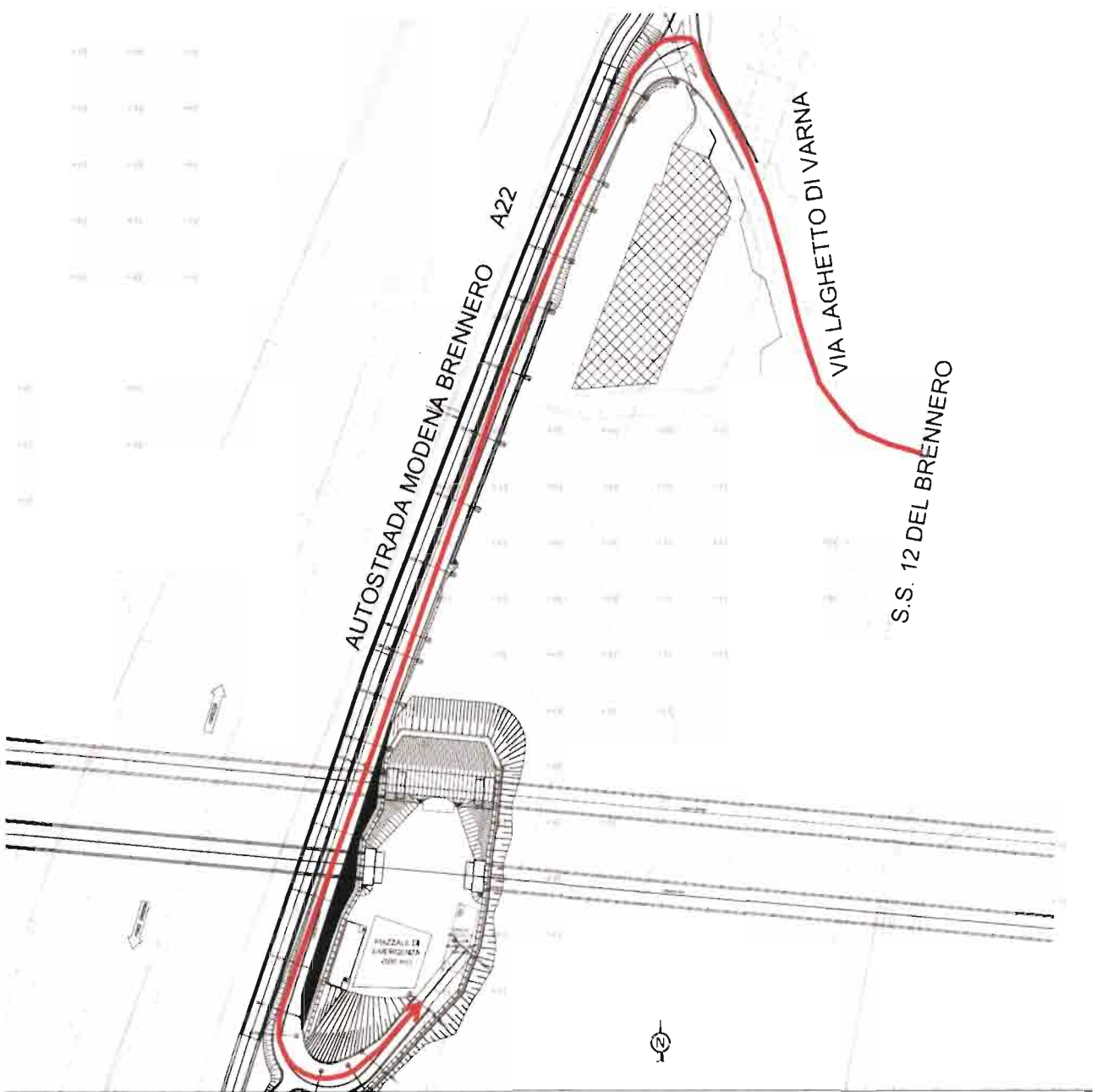


Figura 15.2 - Finestra di Aica – Varna: Viabilità di accesso

Der Zufahrtsweg beginnt im Bereich des Notfallplatzes: er verläuft mit einer Spitzkehre, deren Plattform angemessen erweitert ist, um die Durchfahrt schwerer Fahrzeuge zu gestatten, und endet parallel zur A22 kurz vor der Auffahrt Brixen.

Dieser Abschnitt ist durch die Präsenz eines U-Kanals mit 6,00 m Breite und Mindesthöhe 2,00 m charakterisiert, der mit zementierten Felsblöcken ausgekleidet ist und zwischen der geplanten Straße und der Autobahn verläuft.

Die Straße endet an einer T-Kreuzung, die mit einer Abfahrt auf Via del Laghetto in Vahrn gestaltet ist, welche ihrerseits 150 m weiter mit der SS12 verbunden ist.

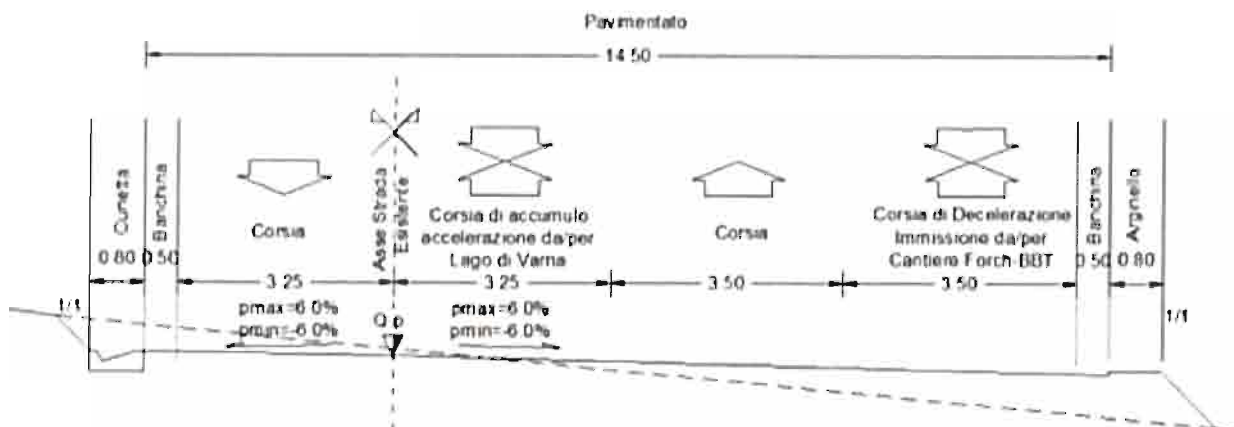
Sie entwickelt sich ansteigend mit Längsgefälle zwischen 3,6 und 13,8%. Zwischen km 0+275 und 0+375 grenzt eine Schottwand auf Bergeseite den Aushub ein.

### ZUFAHRTSSTRASSE ZUM GEBIET FORCH

Die Zufahrt zu dem Gelände in der Nähe des Eingangs des Fensterstollens Forch, die nur für die Baustelle bestimmt ist, wird an der vorhandenen Ausfahrt Vahrner See an der Brennerstaatsstraße SS12 realisiert.

Die vorhandene Kreuzung wird um die Zufahrt zur Baustelle ergänzt, um den Betrieb der Kreuzung zu erleichtern, die Verkehrssicherheit zu erhöhen und die Einfahrt der Baufahrzeuge zu vereinfachen. Die Kreuzung wird durch die Einfügung von zwei zusätzlichen Beschleunigungs-/Bremsstreifen mit Breite 3,50 m und Länge 30 m erweitert. Der von der Verbreiterung betroffene Abschnitt hat eine Länge von ca. 255 m.

Die anhand verfügbarer Messungen bestimmten Fahrbahnen der SS12 entsprechen einer lokalen Überlandstraße vom Typ F, deren Banketten in einigen Abschnitten auf 50 cm verengt sind, weshalb der Querschnitt für die vorhandene Straße folgender ist:



**Abbildung 15.3 Querschnitt Staatsstraße mit Ausbau an der Abfahrt Forch**

Die Zufahrtsstraße wird in der ersten Phase von der Gesellschaft realisiert, die die Grube gepachtet hat, bis zur Realisierung des Platzes für die Ausführung der Schottwände am Portal des Fensterstollens Forch. Danach werden nach Abschluss der Schottwände die Aushubarbeiten bis zu den erforderlichen Höhenmaßen zur Ausführung des Fensterstollens fortgesetzt.



La viabilità ha origine nella zona adibita a piazzale di emergenza: si sviluppa con un tornante la cui piattaforma è opportunamente allargata per garantire l'iscrizione di un mezzo pesante e si dispone parallelamente alla A22 poco prima dello svincolo di Bressanone.

Tale tratto è caratterizzato dalla presenza di un canale ad U di base 6.00m e altezza minima 2.00 rivestito in massi cementati posizionato tra la viabilità in progetto e l'autostrada.

La viabilità ha termine all'intersezione a T realizzata con uno svincolo sulla via del Laghetto di Varna a sua volta connessa, 150 metri più a monte, con la S.S. 12.

Altimetricamente si sviluppa totalmente in ascesa con pendenze longitudinali comprese tra il 3.6% e il 13.8%. Tra le progressive 0+275 e 0+375 è prevista un paratia al lato monte per limitare gli scavi.

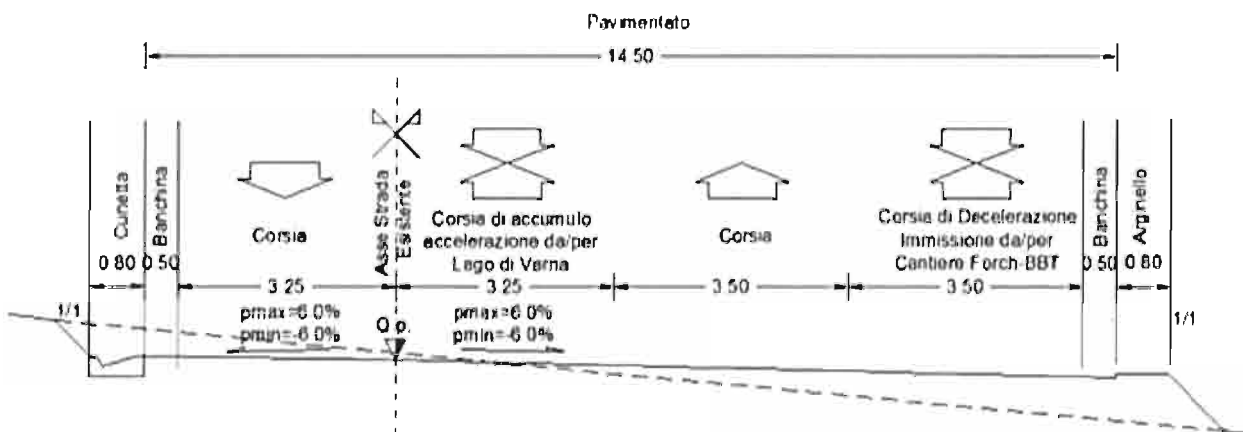
### VIABILITA' DI ACCESSO ALL'AREA DI FORCH

L'accesso all'area in corrispondenza dell'imbocco della finestra di Forch, destinata a solo cantiere, è realizzato in corrispondenza dell'esistente svincolo per il lago di Varna sulla SS12 del Abetone-Brennero.

L'intersezione a raso esistente è integrata con l'accesso al cantiere per facilitare il funzionamento dell'incrocio, aumentare la sicurezza del traffico e facilitare il rientro dei mezzi d'opera. L'intersezione è ampliata con l'inserimento di due corsie aggiuntive di accelerazione/decelerazione di larghezza pari a 3,50m e lunghezza pari a 30 m. Il tratto interessato dall'allargamento ha una lunghezza di circa 255 m.

Le corsie della SS 12 esistente, determinate in base ai rilievi disponibili, corrispondono ad una strada Extraurbana Locale di tipo F con banchine in alcuni tratti ristrette a 50 cm, la sezione individuata per la strada esistente è quindi la seguente:

La nuova sede stradale, inserendo due corsie da 3.50 mt, è organizzata come illustrato nella nuova sezione trasversale:



**Figura 15.3 - Sezione Tipo Strada Statale Allargamento Svincolo Forch**

La strada di accesso sarà realizzata nella prima fase dalla società che gestirà la cava di prestito fino alla realizzazione del piazzale per l'esecuzione delle paratie di imbocco della finestra di Forch. Successivamente, ultimata l'esecuzione delle paratie, si completeranno le operazioni di scavo fino alle quote necessarie per l'esecuzione delle gallerie di Finestra.

Die geplante Straße hat eine Länge von ca. 683,49 m und ist durch eine Folge von Geraden, die durch Kreiskurven miteinander verbunden sind, gekennzeichnet.

Das Quergefälle der Zufahrtsstraße zur Baustelle hängt von der Längsentwicklung der Straßenführung ab und entspricht 2,5% von der Mitte zum Straßenrand an den Geraden, die durch Abschnitte mit konstanter Querneigung von 3,5% in den Kreiskurven miteinander verbunden werden.

Die Verbindungen mit den vorhandenen Verkehrswegen werden mit Kreiskurven mit Radius 12,0 m realisiert, was mit den Ein- und Ausfahrtmanövern der Baustellenfahrzeuge von der Baustelle vereinbar ist.

Bei Fertigstellung der Bauarbeiten wird die Zufahrtsstraße zur Baustelle asphaltiert, wie es in den Projektschnitten ausgewiesen ist, und dient auch als Notfallzufahrt für die geplanten Tunnel.



Planimetricamente la strada progettata ha una lunghezza di circa 683.49 m, ed è caratterizzata da una successione di rettifili raccordati da curve circolari.

Le pendenze trasversali della strada di accesso al cantiere, sono variabili in funzione dello sviluppo planimetrico del tracciato, con pendenza del 2.5% dal centro verso il bordo strada per i tratti in rettifilo raccordati a tratti con pendenze trasversali costanti pari al 3.5% nelle curve circolari.

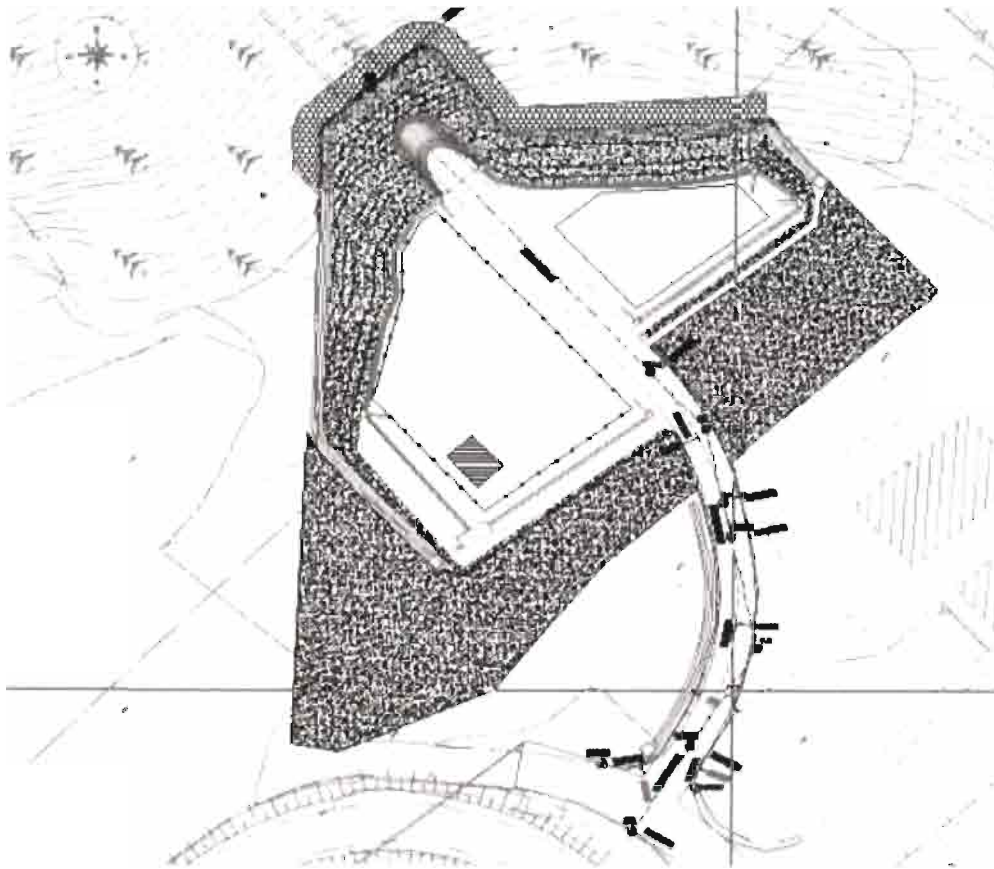
I raccordi con la viabilità esistente sono realizzati con curve circolari di raggio 12.0 m, valori compatibili con le manovre di ingresso/uscita dal cantiere dei mezzi d'opera.

Al completamento dei lavori la strada di accesso al cantiere sarà asfaltata così come evidenziato nelle sezioni di progetto e fungerà da accesso di emergenza alle gallerie di progetto.

### 15.3 FENSTERSTOLLEN ALBEINS

In dem Bereich im Freien befinden sich ein 500 m<sup>2</sup> großer Platz fürs Notfallmanagement und ein eingezäuntes 1350 m<sup>2</sup> großes Gelände, in dem sich das technische Gebäude für den Schaltposten befindet.

Die Zufahrt zum Portal des Tunnelfensters Albeins erfolgt über einen Straßenabschnitt von ca. 170 m Länge. Diese Straße verläuft zwischen der Schottwand am Portal des bergmännisch vorgetriebenen Tunnels und einer Nebenstraße, die derzeit als Zufahrt für einen LKW-Parkplatz auf der Brennerstaatsstraße SS12 südlich des Gewerbegebiets Brixen benutzt wird.



**Abbildung 15.4 Fensterstollen Albeins: schematischer Lageplan**

Hier ist die Straße gekennzeichnet durch: drei gerade Abschnitte mit Länge von je 19,32 m, 6,62 m und 74,13 m, die durch zwei Linkskurven mit Radius 55 m und Länge je 42,10 m und 28,64m verbunden werden. Das von der Zufahrtsstraße durchquerte Gebiet ist relativ flach.

Bei Fertigstellung der Bauarbeiten wird die Zufahrtsstraße zur Baustelle asphaltiert, wie es in den Projektschnitten ausgewiesen ist, und dient auch als Notfallzufahrt für die geplanten Tunnel.

### 15.3 FINESTRA DI ALBES

Nell'area a cielo aperto è ricavato il piazzale per la gestione dell'emergenza di 500 m<sup>2</sup> e un'area recintata di circa 1350 m<sup>2</sup> dove è ubicato il fabbricato tecnologico PPD.

L'accesso all'imbocco della galleria di finestra Albes è garantito da un tratto di strada di circa 170 m. Questa strada si estende tra la paratia di imbocco della galleria naturale e una strada secondaria, utilizzata attualmente come accesso ad un parcheggio per mezzi pesanti, sulla SS 12 dell'Abetone e del Brennero, a sud della zona industriale di Bressanone.

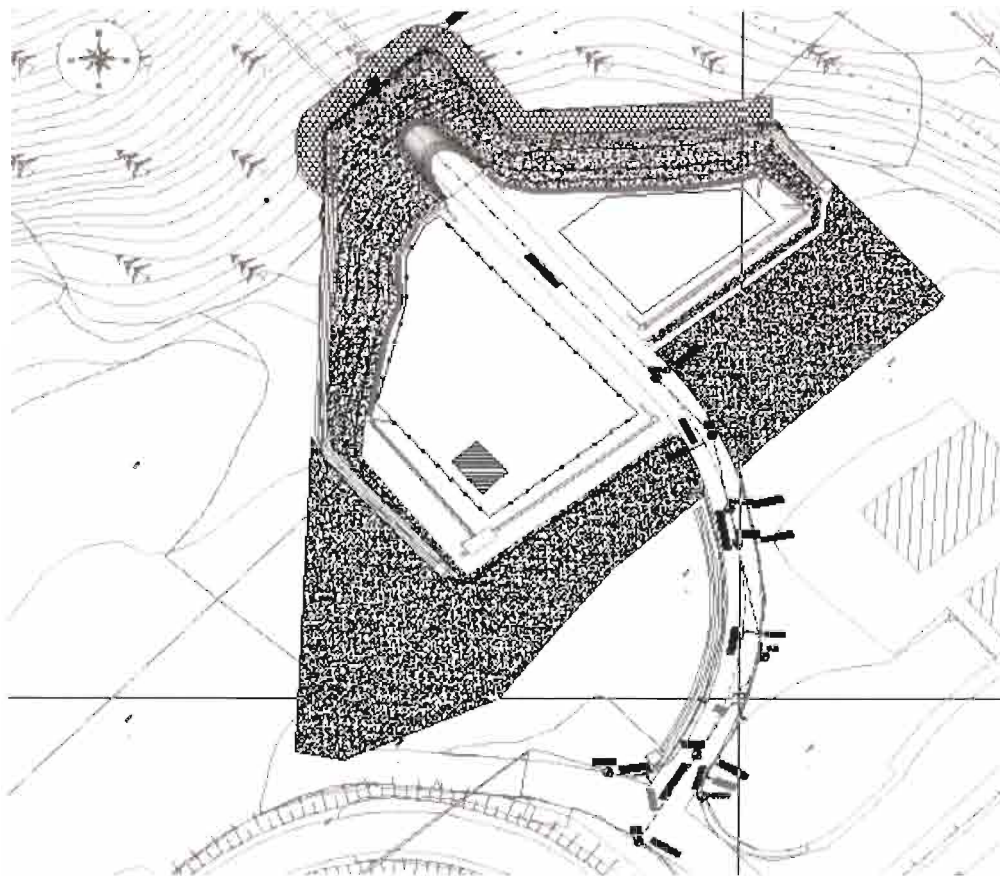


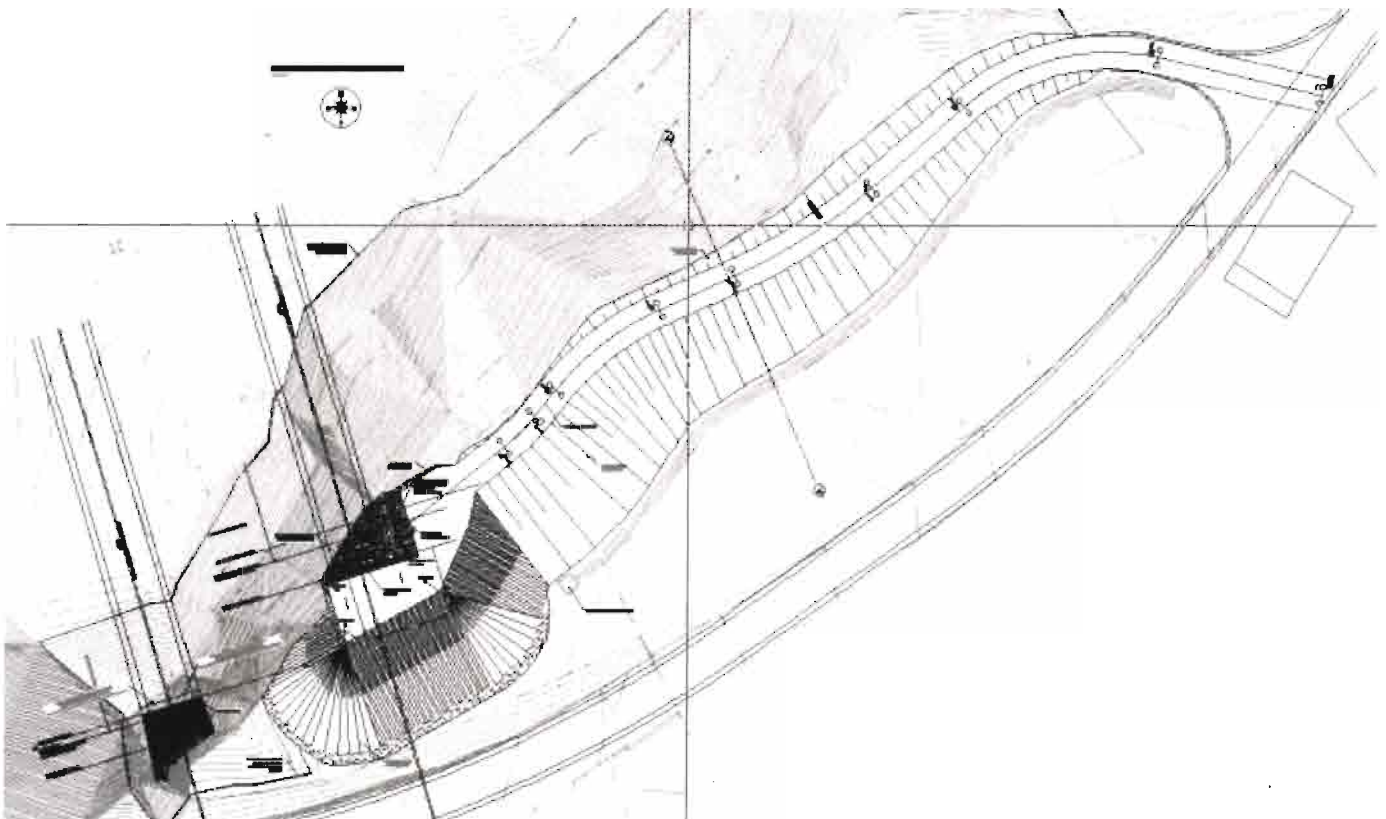
Figura 15.4 - Finestra di Albes: schema planimetrico

Planimetricamente la strada è caratterizzata da tre rettili con lunghezza rispettiva di 19.32 mt, 6.62 mt e 74.13 m raccordati con due curve a sinistra di raggio 55 mt. di lunghezza rispettivamente 42.10 mt e 28.64 mt. La zona interessata dalla strada di accesso è praticamente pianeggiante.

Al completamento dei lavori la strada di accesso al cantiere sarà asfaltata così come evidenziato nelle sezioni di progetto e fungerà da accesso di emergenza alle gallerie di progetto.

## 15.4 SCHALDERER TUNNEL - SÜDEINGANG

Zur Realisierung der Baustelleneinrichtung am Südportal des Schalderer Tunnels muss eine Verbindungsstraße geschaffen werden. Diese wird nur während der Bauphase von Schalderer Tunnel und Eisack-Viadukt benutzt werden. Nach deren Beendigung wird die Straße abgebrochen und der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt.



**Abbildung 15.5 Portal Schalderer Tunnel: Baustellenzufahrt**

Die Zufahrt zum Portal wird mit einer Straße geschaffen, die ausgehend von der SS12 die Projekthöhe über eine Strecke von ca. 194 m Länge erreicht.

Die Straße verläuft im ersten Abschnitt von der Höhe 51,08 m um 15 m bergab bis 544,15 m und steigt von dort wieder bis zu einer Höhe von 568,40 m an, die bei 175,46 m Länge erreicht wird, wo sie an den Eingangsbereich des Südeingangs Schalderer Tunnel Gleis 1 anschließt.

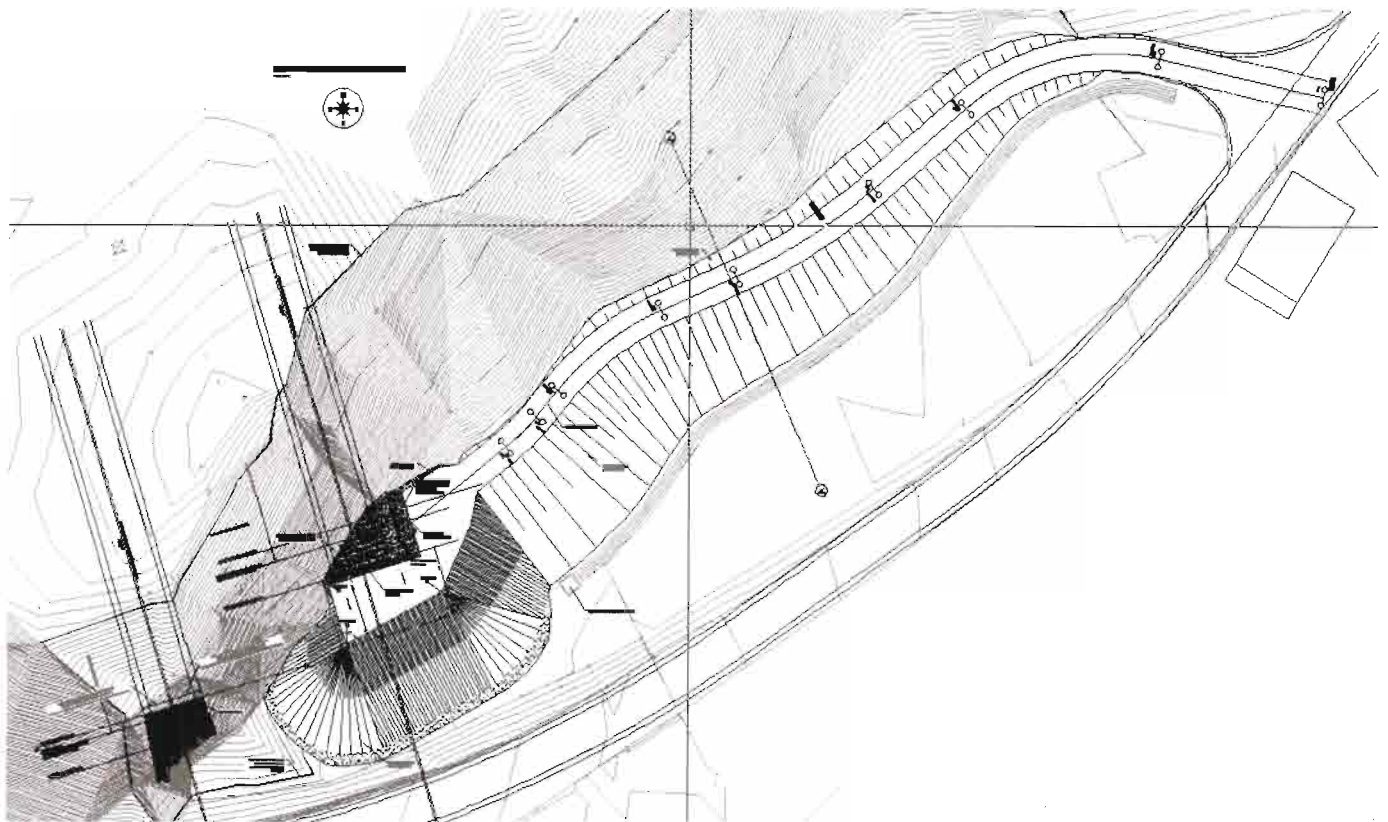
Die geplante Straße ist durch eine Folge von Geraden, die durch Kreiskurven miteinander verbunden sind, gekennzeichnet.

Der Anschluss an die vorhandenen Verkehrswege erfolgt über eine ebenerdige Kreuzung.



## 15.4 GALLERIA SCALERES – IMBOCCO SUD

Per realizzare le opere di presidio del cantiere posto all'imbocco Sud della galleria Scaleres è necessario realizzare una strada di arrocco; tale strada sarà utilizzata solo nelle fasi di costruzione della galleria Scaleres e del viadotto Isarco, perché al completamento delle lavorazioni la strada sarà demolita e sarà quindi ristabilito lo stato dei luoghi.



**Figura 15.5 - Imbocco Scaleres Sud: Viabilità di cantiere**

L'accesso all'imbocco è realizzato con una strada, che, partendo dalla SS 12 raggiunge la quota di progetto con un tratto di lunghezza pari a circa 194 m.

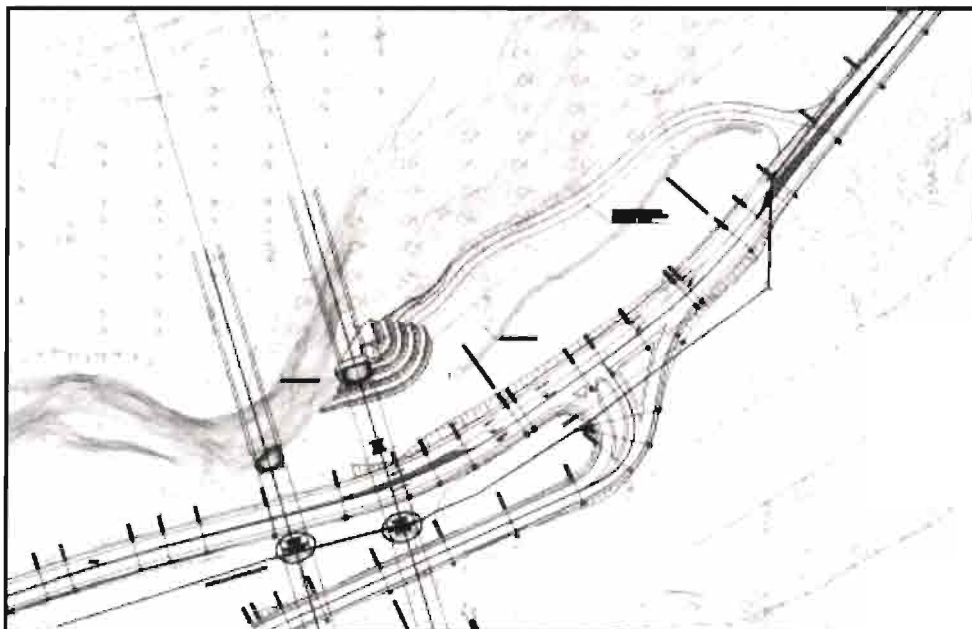
Altimetricamente la strada parte dalla quota 51.08 scende nel primo tratto di 15 mt alla quota di 544.15 mt, per poi salire fino alla quota 568.40 alla progressiva 175.46 m punto dal quale si raccorda con la zona di imbocco Sud – Galleria Scaleres – Binario Dispari.

Planimetricamente la strada è caratterizzata da una successione di rettifili raccordati da curve circolari.

Il raccordo con la viabilità esistente è realizzato mediante un incrocio a raso.

gebiet eisack-viadukt – umleGung VON kreuzung AN ss 12

Der Eingriff besteht in einer Änderung der derzeitigen T-Kreuzung zwischen Brennerstaatsstraße SS12 und der Provinzstraße SP 27, die durch den Bau der Eisenbahnbrücke über den Eisack erforderlich gemacht wird. Insbesondere werden die Pfeiler der Nordseite beider Gleise, deren Position durch die SS12 selbst und die Autobahn A22 zwingend vorgeschrieben wird, den derzeitigen Standort der Kreuzung einnehmen, weshalb diese um ca. 100 m nach Osten verlegt werden muss.



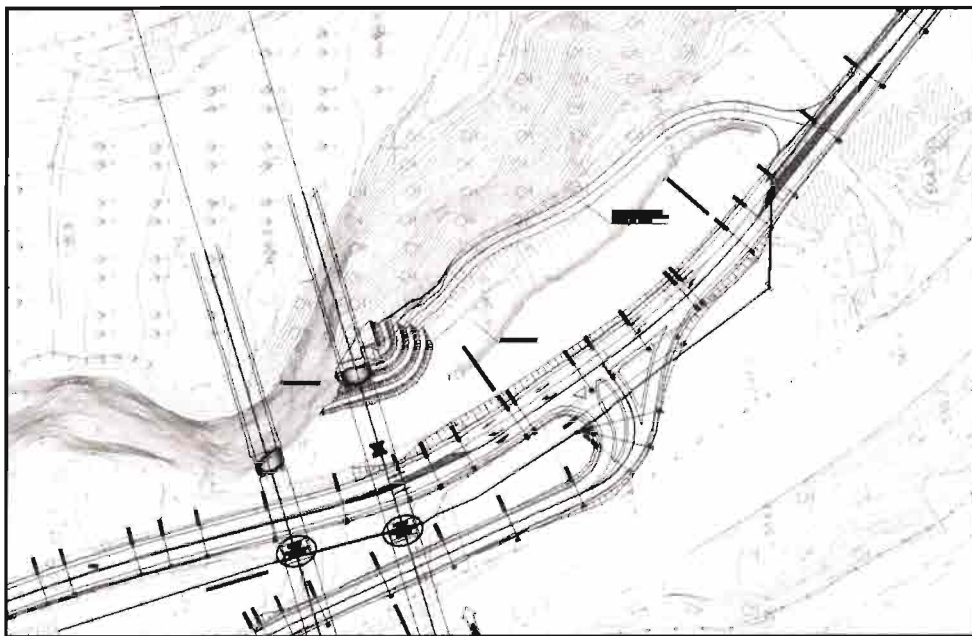
**Abbildung 15.6 – Eisack-Brücke: neue Kreuzung SP 27 mit SS12**

Die neue Kreuzung, die mit den gleichen Eigenschaften der vorhandenen angelegt wird, macht eine Ausweitung der Straßenplattform erforderlich, um die Abbiegefahrbahn nach links anlegen zu können. Diese Verbreiterung wird asymmetrisch nach Norden angelegt, da südlich der Staatsstraße Gebäude vorhanden sind.

In dem von der Verbreiterung betroffenen Abschnitt wird auf der Bergseite das System zur Regenwasserableitung wieder hergestellt, das derzeit aus Straßenabläufen und Sammelrohren besteht.

**ZONA VIADOTTO ISARCO - DEVIAZIONE INTERSEZIONE S.S.12**

L'intervento consiste nella modifica dell'attuale intersezione a T presente tra la S.S.12 dell'Abetone e del Brennero e la S.P. 27 resa necessaria dalla realizzazione del ponte ferroviario sull'Isarco. In particolare le pile lato Nord di entrambi i binari, il cui posizionamento è fortemente condizionato dalla presenza della S.S.12 stessa e dell'autostrada A22, occuperanno l'attuale sedime dell'intersezione determinandone lo spostamento circa 100 metri a Est.



**Figura 15.6 - Ponte Isarco: nuova intersezione S.P 27 con la S.S.12**

La nuova intersezione, prevista con le medesime caratteristiche di quella esistente, necessita dell'allargamento della piattaforma viaria per realizzare le corsie di accumulo per la svolta a sinistra; tale allargamento è realizzato in totale asimmetria verso Nord a tutela degli edifici presenti a Sud della statale.

Nel tratto interessato dall'allargamento, lato monte, sarà riproposto il sistema di smaltimento delle acque meteoriche attualmente presente costituito da caditoie e collettore.

## 15.5 GRÖDNER TUNNEL - NORDEINGANG

### ZUFAHRT FÜR RETTUNGSFAHRZEUGE ZWISCHEN NORDPORTAL GRÖDNER TUNNEL UND STRASSE NACH ALBEINS

Am Nordportal des Grödner Tunnels befinden sich einige Dienststrukturen für die Bahnlinie sowie ein Brandschutzposten für den Grödner Tunnel.

Die Zufahrt zu diesem Tunnelportal erfolgt zunächst über einen 293 m langen Straßenabschnitt, der an die neue Straße anschließt, die von Albeins zu den Eingangsbereichen führt und die unter dem nächsten Punkt beschrieben wird.

Dieser Abschnitt beginnt in einer Höhe von 544,69 m ü.d.M. und verläuft im ersten, 70 m langen Stück bis zur Höhe von 544,15 m, wo er auf die vorhandene Straße stößt, um dann auf die Höhe von 562,60 bei 185,63 m Länge anzusteigen. An diesem Punkt tritt der Weg in den Baustellenbereich ein und gleicht sich an die Verlaufshöhen der beiden Eisenbahntrassen an, sodass in der Betriebsphase die Zufahrt von Löschfahrzeugen in den Tunnel ermöglicht wird.

Der Verlauf ist praktisch geradlinig und folgt der Morphologie des betroffenen Gebiets.

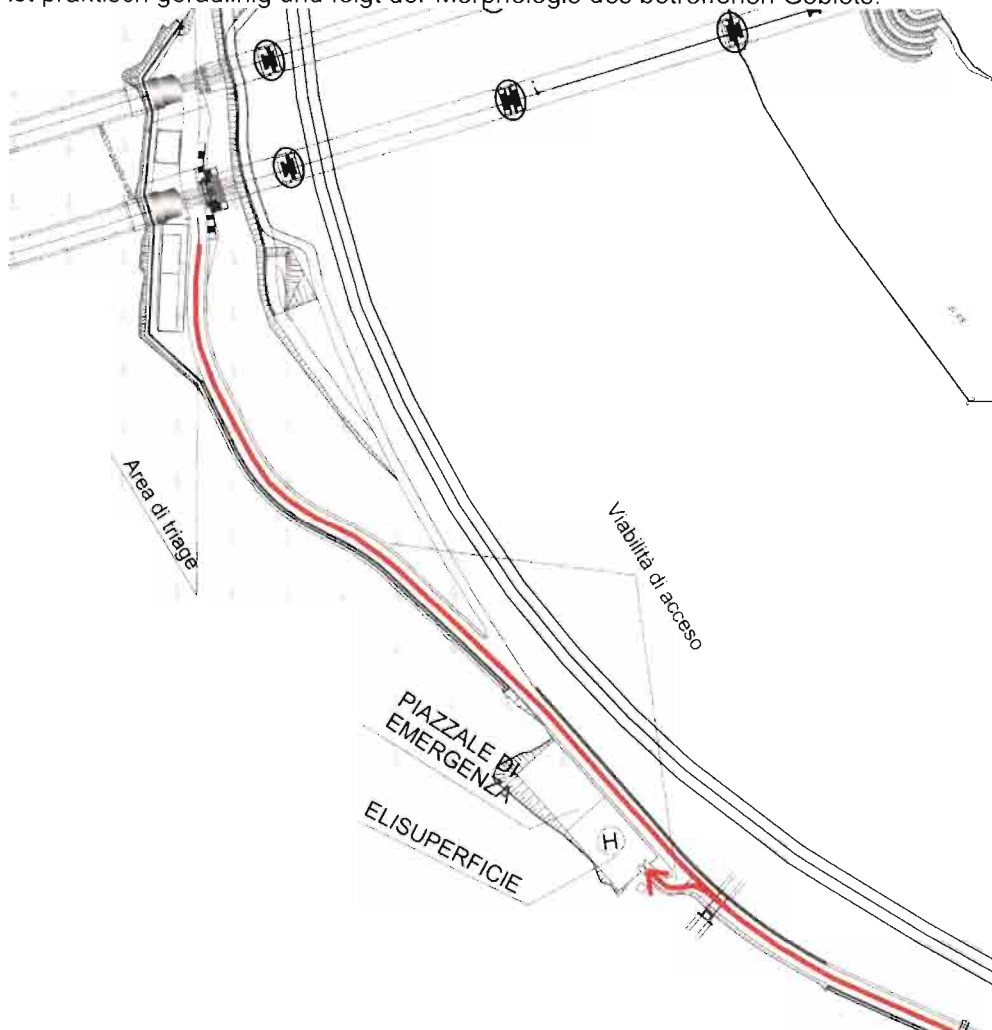


Abbildung 15.7 – Grödner Tunnel Nord: Zufahrtsstraßen und Notfallplatz



## 15.5 GALLERIA GARDENA – IMBOCCO NORD

### VIABILITÀ DI EMERGENZA FRA L'IMBOCCO GARDENA NORD E LA VIABILITÀ PER ALBES

In corrispondenza dell'imbocco Nord della galleria Gardena sono posizionate alcune strutture di servizio per la linea ferroviaria, nonché un presidio antincendio per la galleria Gardena.

L'accesso a questo imbocco è garantito da un primo tratto di strada di lunghezza 293 mt collegata alla nuova viabilità che da Albes raggiunge le aree di imbocco, descritta a l punto seguente.

Altimetricamente questo tratto parte dalla quota 544.69 scende nel primo tratto di 70 mt alla quota di 544.15 mt per raccordarsi con la viabilità esistente, per poi salire fino alla quota 562.60 alla progressiva 185.63 punto dal quale poi si raccorda gradualmente con la zona di cantiere e con le quote di scorrimento dei due tracciati ferroviari e permettere quindi, nella fase di esercizio, l'accesso ai mezzi antincendio in galleria.

Lo sviluppo è praticamente rettilineo e segue la morfologia della zona interessata.

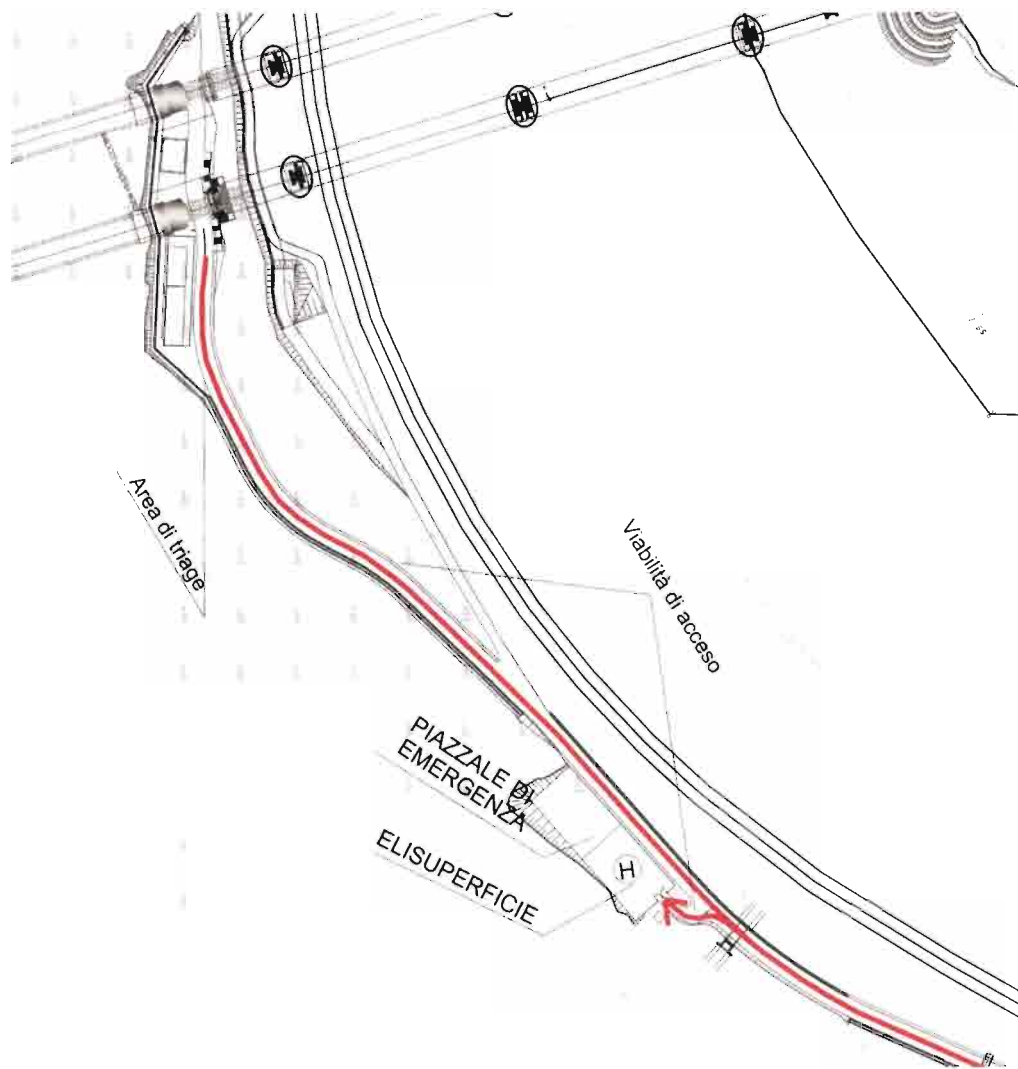


Figura 15.7 - Gardena Nord: viabilità di accesso e piazzale di emergenza

Der zweite Straßenabschnitt ist ca. 3500 m lang: die ersten 1500 m sind durch einen fast geradlinigen Verlauf parallel zur Bestandsbahnlinie gekennzeichnet mit Ausnahme der beiden Kurven mit Radius 55m und 60 m am Anfang, die erforderlich sind, um den Afers Bach im rechten Winkel überqueren zu können.

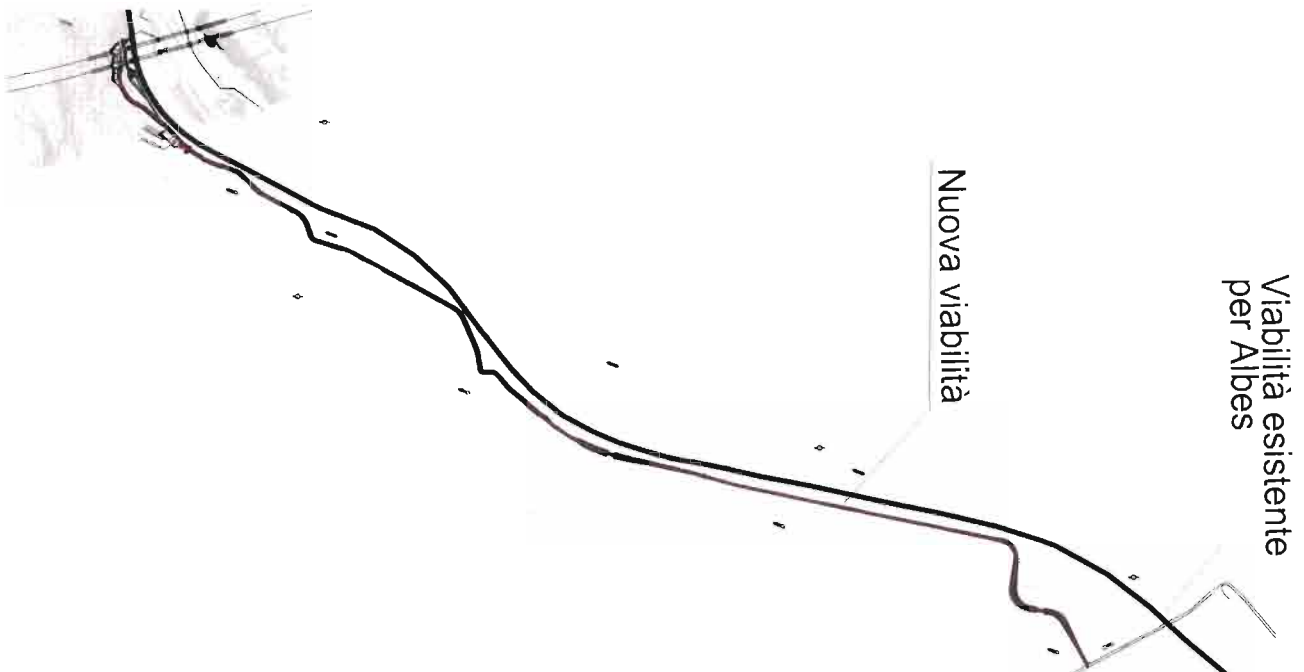


Abbildung 15.8- Grödner Nord: Zufahrtsstraßen

Auch in Bezug auf die Höhenlage weist dieser Abschnitt keine Besonderheiten auf. Sein Profil verläuft auf einer Erhöhung mit ziemlich sanften Gefällen und weiträumigen vertikalen Anschlüssen. Die maximale Höhe der Erhöhung beträgt ca. 3 m, um ausreichende Höhe über dem Wasserspiegel bei der Überquerung des Afers Bachs zu gewährleisten.

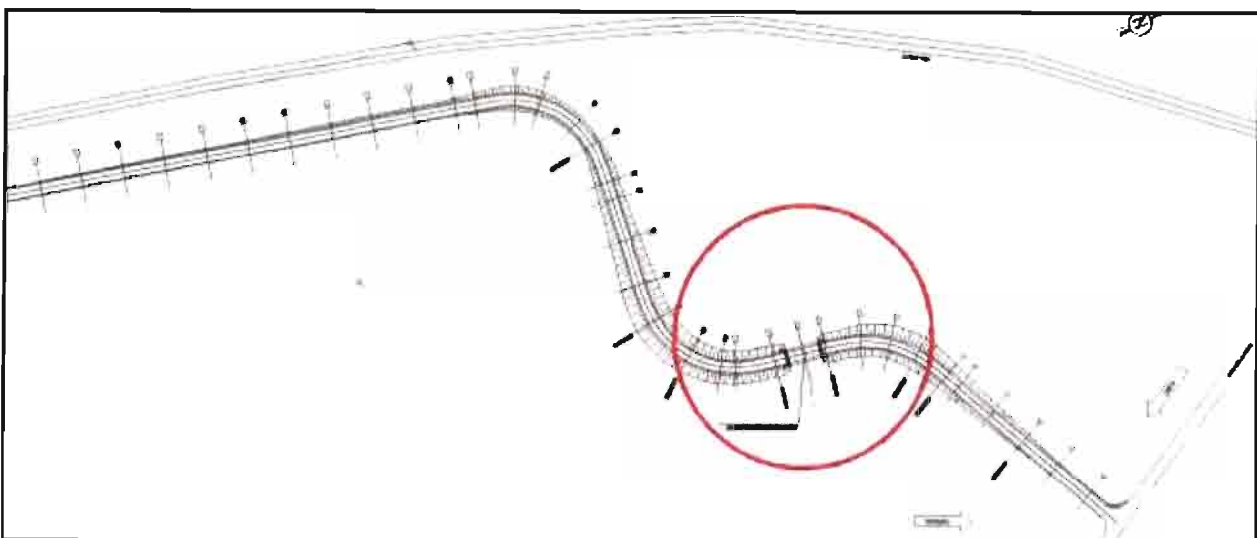
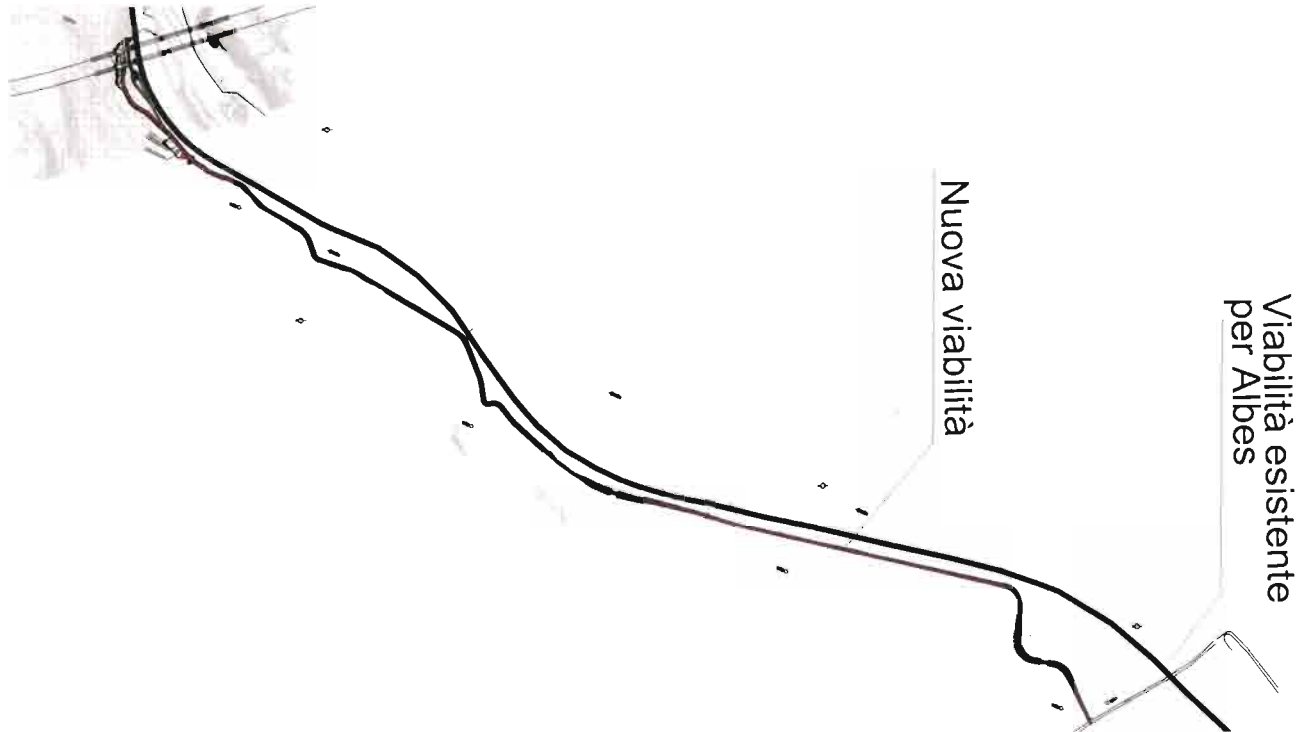


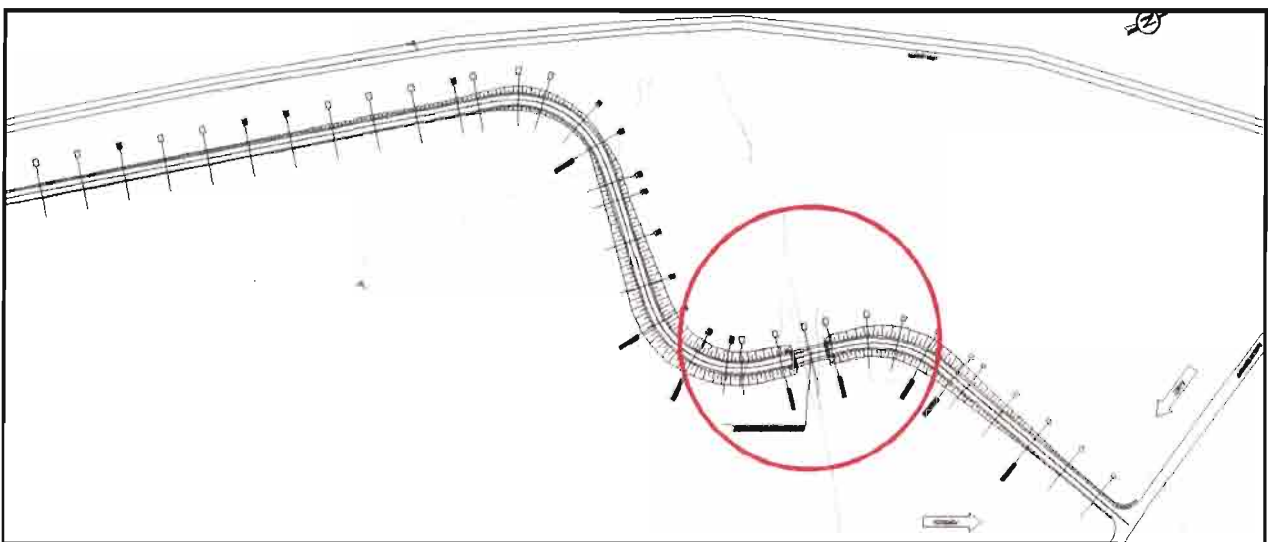
Abbildung 15.9 – Brücke Afers Bach (Auszug aus dem Lageplan)

Il secondo tratto di strada ha uno sviluppo di circa 3500 m: i primi 1500 metri sono caratterizzati da un andamento planimetrico pseudo rettilineo, parallelo alla linea storica, eccezion fatta per le due curve di raggio 55 e 60 metri previste ad inizio intervento per poter attraversare in retto il torrente Eores.



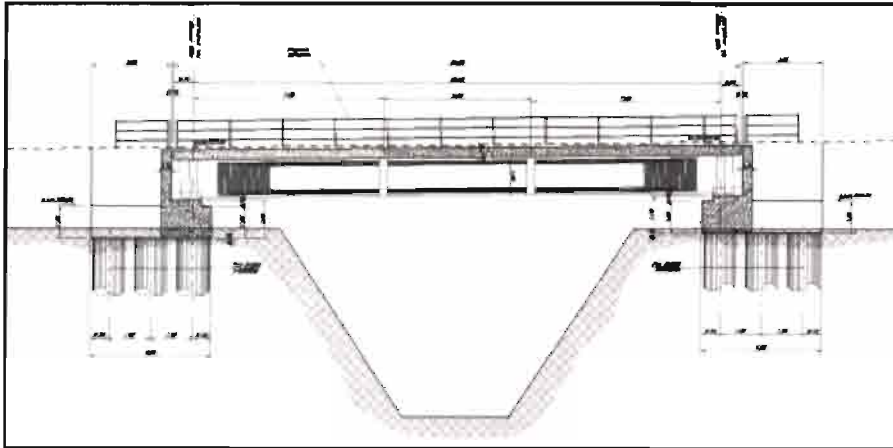
**Figura 15.8 - Gardena Nord: Viabilità di accesso**

Anche altimetricamente tale tratto non presenta condizionamenti particolari; il profilo si sviluppa in rilevato con pendenze abbastanza dolci e raccordi verticali di ampio raggio; l' altezza massima del rilevato è pari a circa tre metri al fine di mantenere i necessari franchi idraulici sul torrente Eores.



**Figura 15.9 - Ponte sul torrente Eores (stralcio planimetrico)**

Die Brücke hat einen einzigen Bogen mit 20 m Spannweite, die mit 8 Doppel-T-Trägern aus vorgespanntem Stahlbeton gefertigt werden, mit Höhe 1,40 m und Achsabstand 1,15 m.



**Abbildung 15.10– Brücke Afers Bach (Aufriss)**

Ab km 1+500 durchquert die Straße ein orographisch ausgesprochen kompliziertes Gebiet. Sie verläuft auf halber Hanghöhe, oberhalb der Bestandsbahnlinie und folgt den Niveaukurven, sodass die Höhe der Stützbauten nicht zu groß ausfällt. Sie ist durch enge Kurvenradien und bedeutendes Längsgefälle von bis zu 16% gekennzeichnet.

Auf diesem Abschnitt sind bei km 1+600 die Überquerung eines Bachs mit entsprechenden Eigenschaften wie bei der Afers-Bach-Brücke sowie vier Wasserführungsüberquerungen mit Straßenabläufen aus Stahlbeton mit Innenmaß 2x2 vorgesehen.

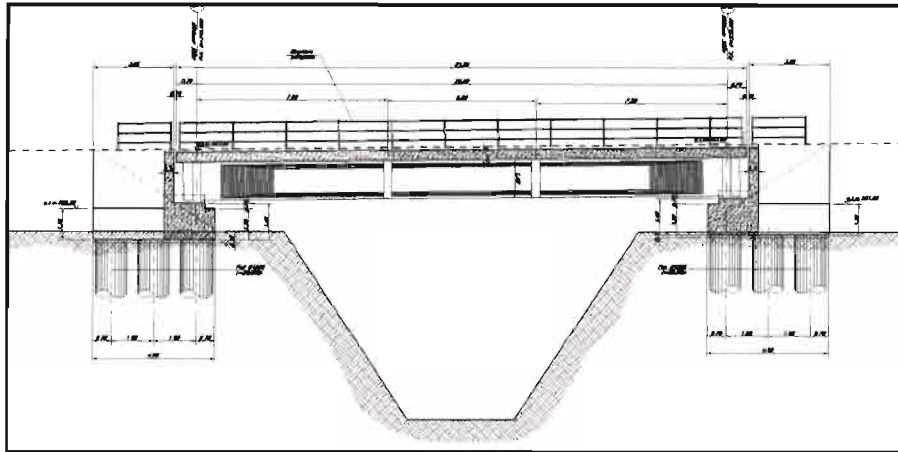
Bei km 3+300, ungefähr am Notfall- und Hubschrauberlandeplatz ist eine Kreuzung mit dem Weg, der zum Albeins Hof führt, vorgesehen.

Bei Fertigstellung der Arbeiten wird die anfänglich für die Baustelle benutzte Zufahrtsstraße asphaltiert und dient ab diesem Moment ausschließlich für die Zufahrt von Rettungsfahrzeugen zum Tunnel.

#### **NOTFALLPLATZ**

In der Nähe des Tunnelleingangs ist ein Triage-Bereich (500 m<sup>2</sup>) geplant, während der Notfallplatz (500 m<sup>2</sup>) und Helikopterlandeplatz (500 m<sup>2</sup>) entlang der Straße nach Albeins ca. 250 m vom Tunnelportal entfernt auf dem ersten verfügbaren Gelände liegen, das keiner bedeutenden Stützmaßnahmen bedarf.

L'opera di scavalco è prevista a campata unica di luce 20 m realizzata con 8 travi a doppio T in cemento armato precompresso (c.a.p) di altezza 1,40 m poste ad interasse di 1.15 m.



**Figura 15.10 - Ponte sul torrente Eores (prospetto)**

Da progressiva 1+500 la viabilità attraversa una zona orograficamente molto complessa; si sviluppa a mezza costa, a monte della linea storica, accompagnando le curve di livello in modo da minimizzare l'altezza delle opere di sostegno; è caratterizzata da raggi planimetrici ridotti e pendenze longitudinali importanti spesso prossime al 16%.

In tale tratto, a progressiva 1+600, è previsto lo scavalco di un torrente con un' opera di caratteristiche analoghe a quella del ponte sul torrente Eores e quattro attraversamenti idraulici realizzati con tombini in c.a. di dimensioni interne 2x2.

Alla progressiva 3+300, all'incirca in corrispondenza del piazzale di emergenza ed elisoccorso, è prevista l'intersezione con la viabilità che conduce al maso di Albes.

Al completamento dei lavori la strada di accesso, utilizzata inizialmente per il cantiere, sarà asfaltata e fungerà da esclusivo accesso di emergenza alle gallerie di progetto.

#### **PIAZZALE DI EMERGENZA**

Nei pressi dell'imbocco è prevista l'area triage (500 mq) mentre piazzale di emergenza (area 500mq) e piazzola elisoccorso (500 mq) sono dislocati lungo la viabilità per Albes a circa 250 metri all'imbocco nella prima area disponibile che non necessita di opere di sostegno rilevanti.



## 15.6 FENSTERSTOLLEN KLAUSEN

Der Bau der Zufahrtsstraße zum Fensterstollen Klausen umfasst folgendes:

Abzweigung von Provinzstraße SS242 als Variante zur vorhandenen Straße für die Vergrößerung der Lagergelände der Baustelle und zur Vermeidung von Störungen des lokalen Verkehrs durch Baustellenfahrzeuge.

Zufahrtsstraße zum Fensterstollen, die in der ersten Phase als Baustellenzufahrt verwendet wird und anschließend in der Betriebsphase als Zufahrt für Rettungs-/Löschfahrzeuge zur Bahnlinie dienen wird.

Die Umgestaltung der Kreuzung zwischen SS242 einer vorhandenen lokalen Straße.

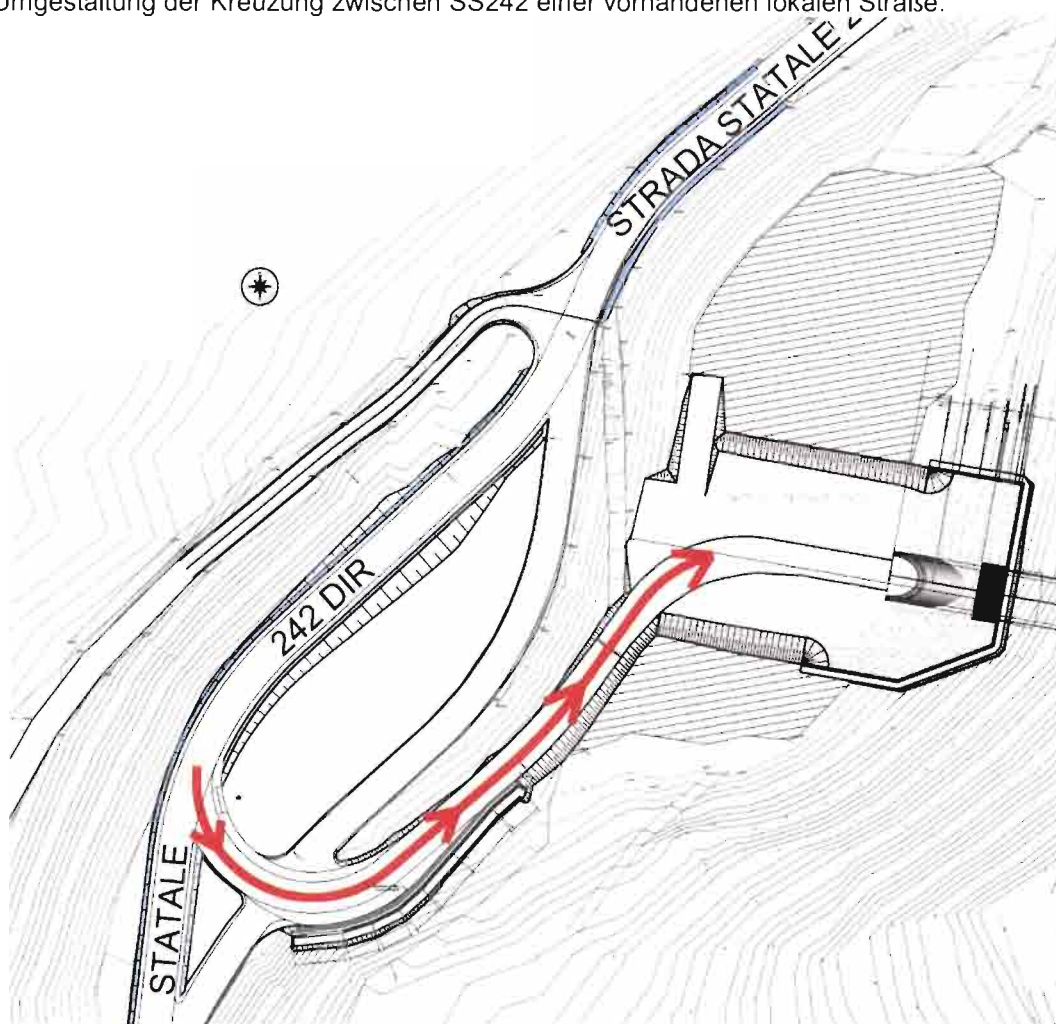


Abbildung 15.11 - Fensterstollen Klausen: Zufahrtsstraßen

### UMLEITUNG STAATSTRASSE SS242 GRÖDNER TAL

Die Provinzstraße SS242 Grödner Tal liegt im Bereich der Baustellenarbeiten am Portal des Klausner Fensterstollens. Um die Beeinträchtigungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren und den verfügbaren Raum für die Materiallagerung zu vergrößern, wurde eine Variante geplant.

Der geplante Streckenabschnitt hat eine Länge von ca. 292 m, beginnt nördlich der Baustelle und verläuft zunächst im ursprünglichen Straßenbett, um dann bei der Abfahrt auf das Seitensträßchen bei 49,71 m von der ursprünglichen Straßenführung abzuweichen, indem nach rechts abgelenkt und der Ebene gefolgt wird,

## 15.6 FINESTRA DI CHIUSA

L'intervento di realizzazione della viabilità di accesso alla galleria della finestra di Chiusa prevede l'esecuzione di:

- Tronco di strada Provinciale SS242 in variante rispetto all' esistente per aumentare le zone di stoccaggio del cantiere, e ridurre le interferenze con il traffico locale dei mezzi d'opera del cantiere
- Strada di accesso alla finestra che serve in una prima fase per l'accesso del cantiere e in fase di esercizio per l'accesso di emergenza/soccorso/antincendio alla linea ferroviaria di progetto.
- La sistemazione dell'incrocio tra SS242 e una strada locale esistente.

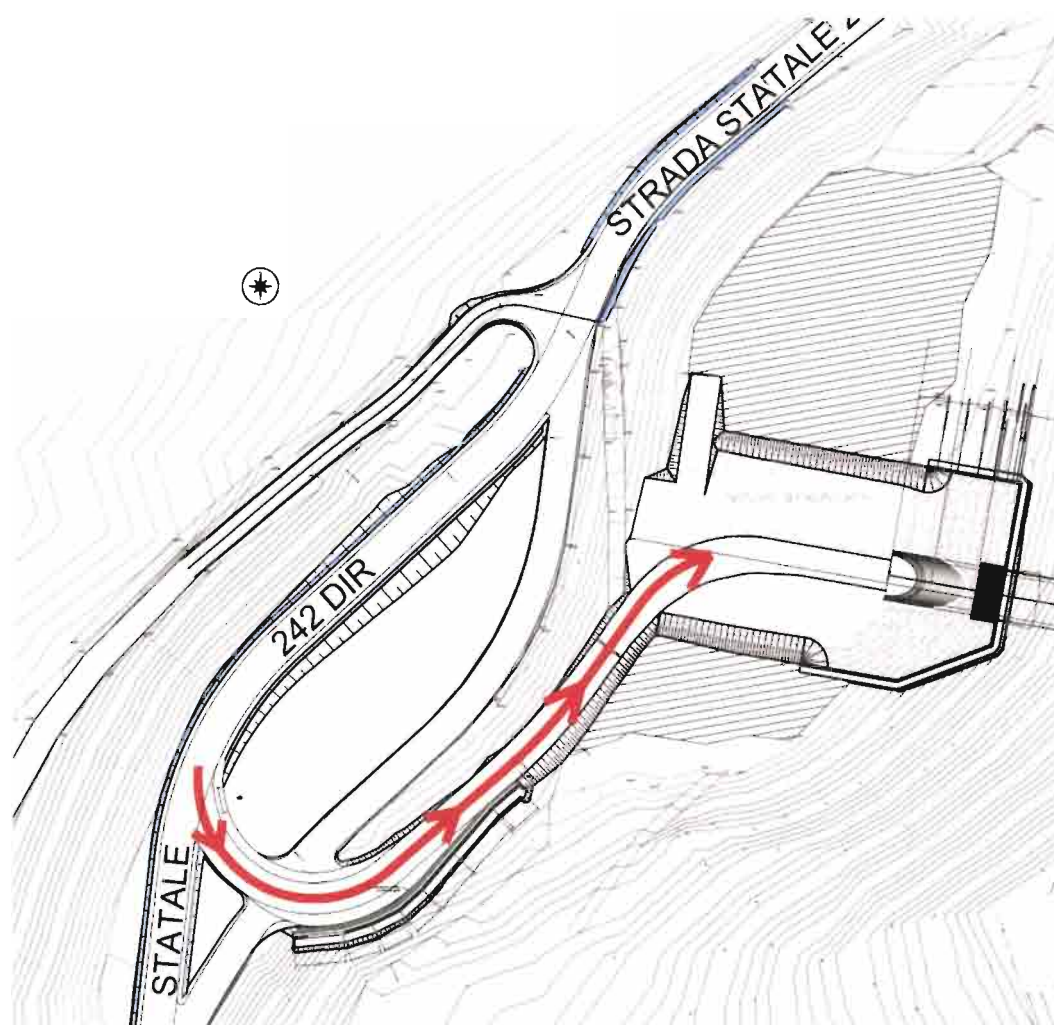


Figura 15.11 - Finestra di Chiusa: Viabilità di accesso

### DEVIAZIONE STRADA STATALE SS242 DI VAL GARDENA

La strada Provinciale SS242 di Val Gardena interferisce con le lavorazioni del cantiere di imbocco finestra Chiusa; per ridurre al minimo le interferenze e aumentare gli spazi disponibili per il stoccaggio dei materiali, si è progettato un tratto di strada in variante.

Il tracciato progettato ha una lunghezza di circa 292 mt, e inizia a Nord della zona di cantiere, e percorre in sede il primo tratto, poi in corrispondenza dello svincolo sulla stradina laterale alla progressiva 49.71 m , si

die als Baustellenbereich für den Portal der Fensterstollens Klausens ausgemacht worden ist, um dann, nach ca. 270 m, wieder auf die alte Fahrbahn der SS242 zurückzuführen.

### ZUFAHRTSSTRASSEN

Zur Realisierung der Baustelleneinrichtungen am Portal des Fensterstollens Klausen wird eine neue Zufahrtsstraße geschaffen, die den neuen Streckenabschnitt als Variante der SS242 mit dem Baustellenplatz verbindet.

Die Straßenführung hat eine Länge von ca. 179,45 m, beginnt an der Kreuzung mit dem neuen Bett der SS242 bei 112,28 m und endet beim in offener Bauweise angelegten Portal des Fensterstollens bei 291,73 m.

Die Haupteinfahrten zur Baustelle sind drei: zwei an der Kreuzung zwischen alter und neuer Provinzstraße SS242 und die dritte an der neuen Variante der SS242 Grödner Tal.

Bei Fertigstellung der Arbeiten wird die Baustellenzufahrtsstraße asphaltiert und dient ab diesem Moment ausschließlich für die Zufahrt von Rettungsfahrzeugen zum Tunnel.

#### Lokale Zufahrtsstraße zur Staatsstraße SS242 Grödner Tal

Die geplante Variante zur SS242 stößt im Anfangsabschnitt auf eine ebenerdige Zufahrtskreuzung mit einem lokalen Feldweg. Dieser Weg wird derzeit von der Forstpolizei und vom technischen Personal benutzt, das für die Kontrolle einer Kabine der Erdgasleitung in der Nähe der Kreuzung zuständig ist.

Daher wurde der Endabschnitt des Feldwegs mit geringfügigen Änderungen von Höhenlage und Verlauf neu geplant, sodass die ungestörte Zufahrt für die Fahrzeuge weiterhin möglich ist.



discosta dal tracciato originario piegando verso destra e seguendo il limite del pianoro esistente e individuato come area di cantiere a servizio dell'imbocco finestra Chiusa, quindi rientra sulla sede della esistente SS242, dopo circa 270 mt.

### **VIABILITÀ DI ACCESSO**

Per realizzare le opere di presidio del cantiere posto all'imbocco della finestra Chiusa, si realizza una nuova strada di accesso, che raccorda, il nuovo tracciato in variante della SS242 con il piazzale di cantiere.

Il tracciato ha una lunghezza di circa 179.45 m., inizia in corrispondenza dell'intersezione con la nuova sede della SS242 alla progressiva 112.28 m e termina in corrispondenza del portale artificiale finestra Chiusa posto alla progressiva 291.73 m.

Gli ingressi principali al cantiere sono tre: due sono posizionati in corrispondenza delle intersezioni tra vecchia e nuova sede della strada Provinciale SS242, mentre il terzo accesso è posizionato sulla nuova variante alla SS242 di Val Gardena.

Al completamento dei lavori la strada di accesso al cantiere sarà asfaltata e fungerà da accesso di emergenza alle gallerie di progetto.

### **Strada Locale accesso sulla Strada Statale SS242 di Val Gardena**

La variante alla SS242 progettata interferisce nel tratto iniziale con un incrocio a raso di accesso ad una strada locale sterrata. La strada è attualmente utilizzata dai mezzi della Forestale e dai tecnici che controllano una cabina metano posta nelle immediate vicinanze dell'incrocio

Si è quindi proceduto alla riprogettazione del tratto terminale della strada locale sterrata intervenendo con lievi modifiche altimetriche e planimetriche, in modo da garantire il corretto accesso degli autoveicoli.

## 15.7 VERKNÜPFUNG WAIDBRUCK

Die geplanten baulichen Maßnahmen in Waidbruck bestehen aus:

- dem in offener Bauweise angelegten Verknüpfungstunnel Gleis 2 mit Zufahrtsgraben
- der Kaverne für die Ausfahrt der Fräse
- den Schallschutzmauern
- den Technikbereichen mit Gebäuden, Anlagen und Ausrüstung.

### 15.7.1 Offen angelegter Tunnel, Zufahrtsgraben und Kaverne

An der Achse der Verknüpfung Gleis 2 zwischen km 2+378 und 2+580 ist der Bau eines Tunnels in offener Bauweise zur Annäherung und Einfahrt in den bergmännisch angelegten Tunnel vorgesehen. Diesem Tunnel geht zwischen km 2+580 und 2+811 ein Graben voraus.

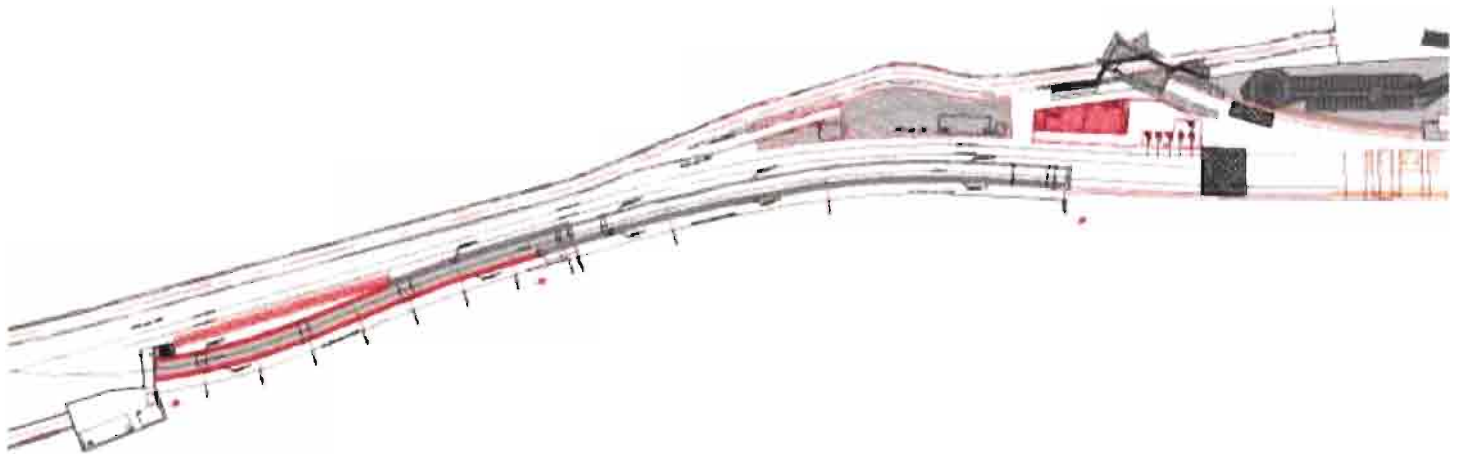


Abbildung 15.12 – Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck, Teilstrecke in offen angelegtem Tunnel (Lageplanauszug)

## 15.7 INTERCONNESSIONE DI PONTE GARDENA

Le opere civili previste in progetto a Ponte Gardena sono:

- galleria artificiale di interconnessione pari e relativa trincea di approccio
- camerone di estrazione della fresa
- muri barriere acustiche
- aree tecnologiche con relativi fabbricati, impianti e dotazioni.

### 15.7.1 Galleria artificiale, trincea di approccio, e camerone di estrazione

In corrispondenza dell'asse dell'interconnessione BP tra le progressive 2+378 e 2+580 è prevista la realizzazione della galleria artificiale di approccio alla galleria naturale. Tale galleria artificiale è succeduta da una trincea compresa tra le progressive 2+580 e 2+811.

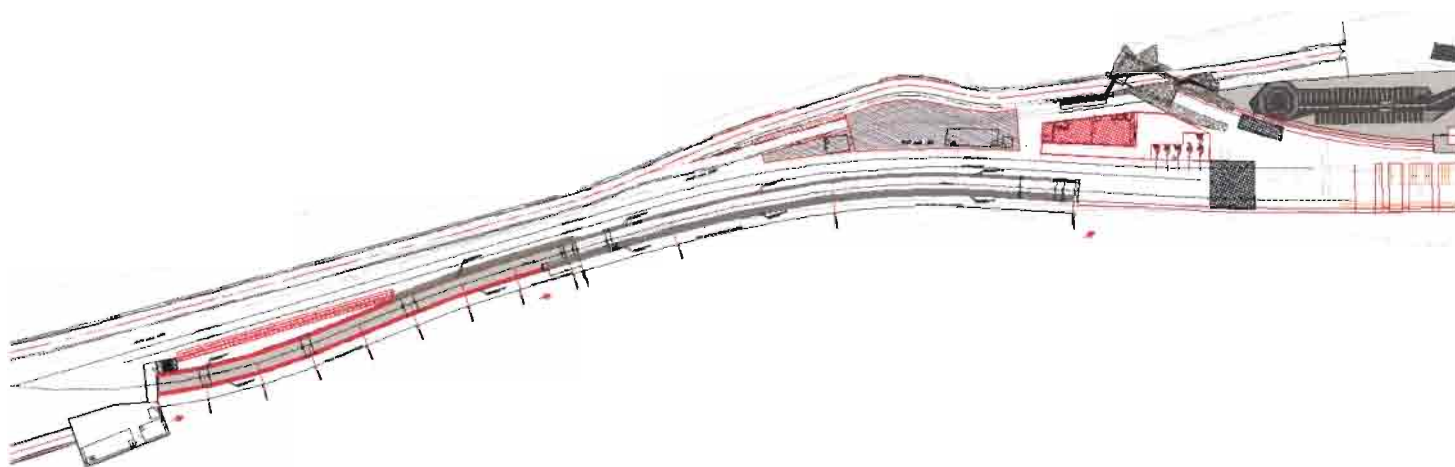
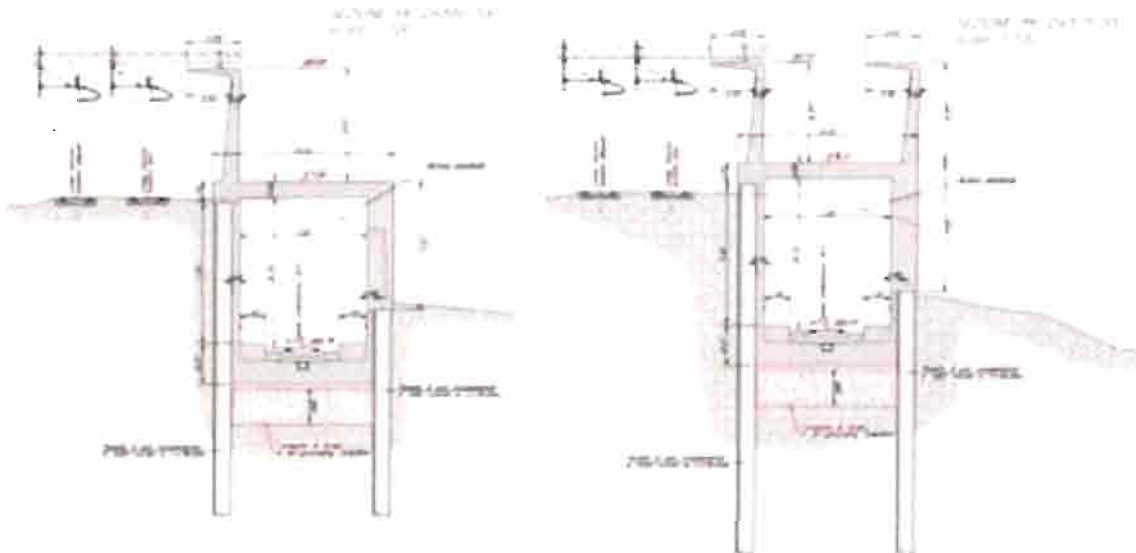


Figura 15.12 - Interconnessione Ponte Gardena BP tratto in Galleria artificiale (stralcio planimetrico)



**Abbildung 15.13– Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck: Schnitte offen angelegter Tunnel und Zufahrtsgraben**

Der Tunnel wurde mit der „Mailänder“ Methode errichtet, indem zunächst ein Bodenabschluss angelegt wurde, der aufgrund des Aushubs in Grundwasserhöhe erforderlich war. Gemäß Auflagen des CIPE-Beschlusses Nr. 82/2010 vom 18.11.2010 sind bei Bauwerken in Grundwasserhöhe Maßnahmen zu treffen, um Beeinträchtigungen der Wasserführung zu vermeiden. Hierzu sind an den Pfahlwänden des in offener Bauweise angelegten Tunnels und des Zufahrtgrabens geeignete unterirdische Fensterungen vorzusehen.

Zwischen dem Portal des bergmännisch vorgetriebenen und dem Ende des offen angelegten Tunnels ist die Realisierung einer Kaverne für die Ausfahrt der Fräse geplant. Auf deren Höhe wird die Rettungstreppe angelegt, die zum Notfallplatz führt.

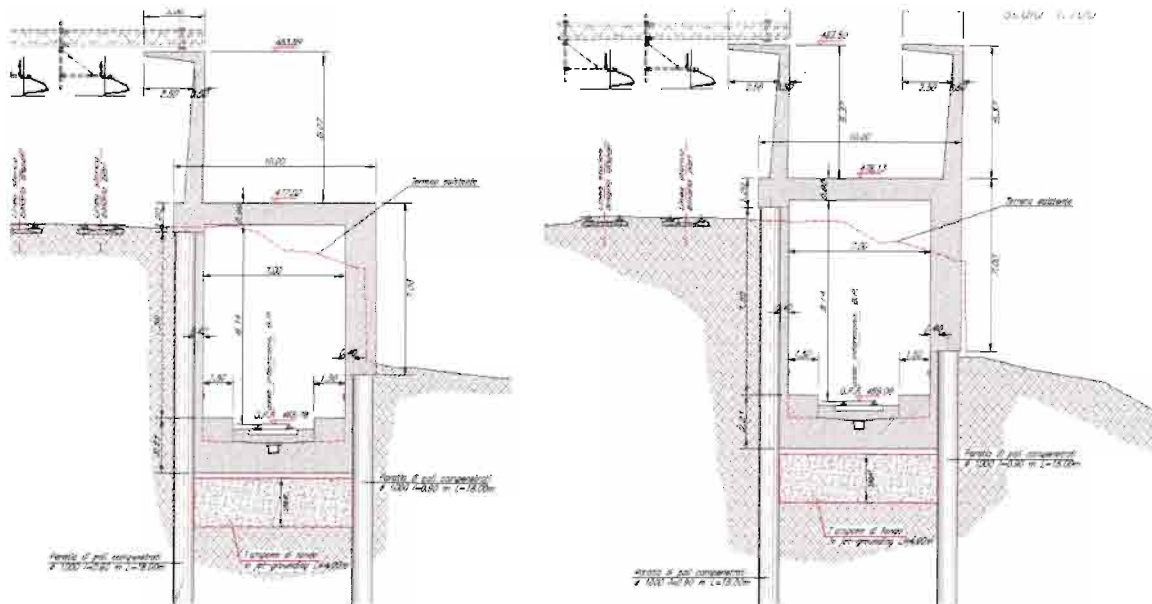
### **SCHALLSCHUTZMAUERN**

Zur Dämmung der Lärmbelastung durch die Bestandsstrecke ist eine Reihe von Mauern mit Schallschutzfunktion geplant. Diese Mauern unterscheiden sich durch die jeweils geplanten Fundamente voneinander: Mauern, die sich entlang der gesamten Länge der Pfahlwand des Annäherungsgrabens zum Tunnel erheben; Mauern, die von der Decke des in offener Bauweise angelegten Tunnels zwischen km 2+505 ÷ 2+580 emporragen; Mauern, die sich über einer indirekten Gründung auf Mikropfählen bei km 1+109 ÷ 1+210 und 1+261 ÷ 1+410 der benachbarten lokalen Straßen sowie zwischen km 2+410 e 2+505 der Verknüpfungssachse von Gleis 2 in der Nähe des offen angelegten Tunnel erheben.

### **ZUGANGSSCHÄCHTE ZU KABELKANÄLEN**

An den Portalen der bergmännisch vorgetriebenen Tunnel sowohl von Gleis 2 als auch von Gleis 1 ist ein Kontrollschacht für den Zugang zu den Kabelführungen vorgesehen, die vom Unterwerk kommen und den offen angelegten Tunnel versorgen. Der Nettoinnendurchmesser beträgt 2x2.

Das Innere wird von versetzten Metalltreppen mit Stockwerksabstand 3,00 m erschlossen. Der Zugang erfolgt durch Mannlöcher mit Durchmesser 0,70 m.



**Figura 15.13 - Interconnessione Ponte Gardena BP: Sezioni galleria artificiale e trincea di approccio**

La galleria è realizzata con il metodo "milano" previa realizzazione di un tampone di fondo richiesto a causa dello scavo da realizzare in falda. In ottemperanza a quanto previsto dalle Prescrizioni di cui alla deliberazione del CIPE n°82/2010 del 18/11/2010, sulle opere interferenti con la falda dovranno essere previsti accorgimenti tali da non alterare le portate della falda stessa. A tal fine sulla palificata della galleria artificiale e della relativa trincea saranno previste delle opportune finestrature interrato.

Tra l'imbocco della galleria naturale e la fine della galleria artificiale è prevista la realizzazione del camerone di estrazione della fresa. In corrispondenza di tale manufatto viene realizzata la scala di emergenza che dà accesso al piazzale di emergenza.

#### **MURI BARRIERE ACUSTICHE**

Al fine di mitigare l'impatto acustico della linea storica sono previsti una serie di muri aventi la funzione di barriera acustica. Tali muri sono differenziati tra loro per il tipo di fondazione prevista: muri che spiccano su tutta la lunghezza della palificata della trincea di approccio alla galleria artificiale, muri che spiccano dal solettone di copertura della galleria artificiale tra la prog. 2+505 ÷ 2+580, muri che spiccano da una fondazione indiretta su micropali compresi tra le progressive della limitrofa viabilità locale di progetto 1+109 ÷ 1+210, 1+261 ÷ 1+410, e tra la progressiva 2+410 e 2+505 dell'asse interconnessione BP in prossimità proprio della galleria artificiale.

#### **POZZI DI ACCESSO CAVIDOTTI**

In corrispondenza degli imbocchi delle gallerie naturali, sia binario pari che dispari, è previsto un pozzo di accesso per la calata dei cavidotti che, provenendo dalla sottostazione servizi energetici, servono le gallerie naturali. La sezione netta interna è pari a 2x2.

L'interno è servito da scale metalliche sfalsate ad interpiano 3.00m; l'accessibilità è garantita da botole di diametro 0.70 m.

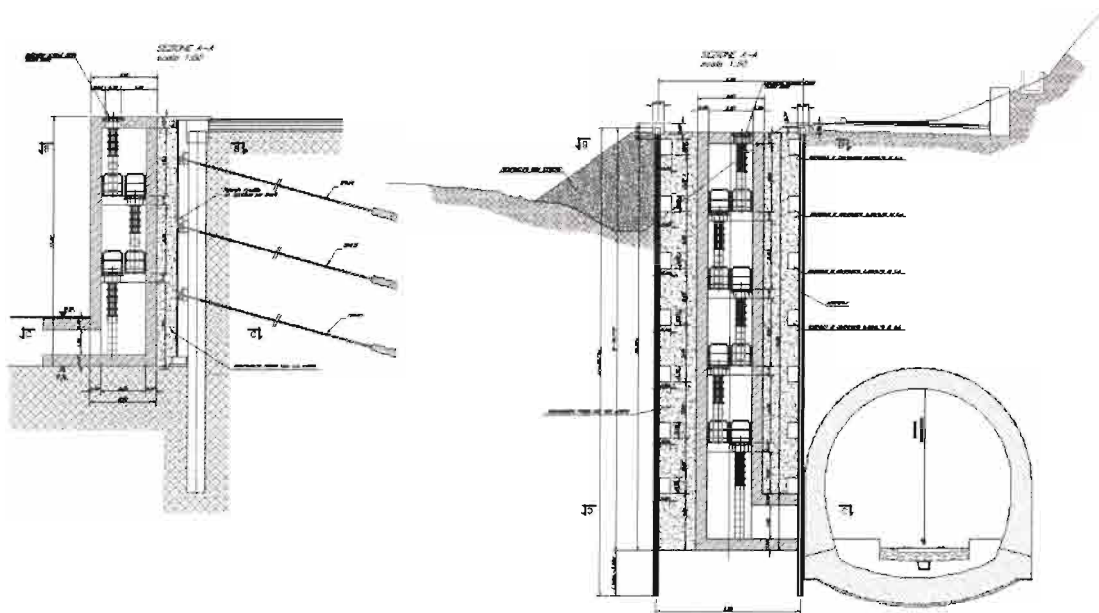


Abbildung 15.14 – Kontrollschächte Kabel (Gleis 1-2)

### 15.7.2 Eingangsbereich

Es sind eigene ausgerüstete Notfallplätze für die Verknüpfung Gleis 2 und Gleis 1 vorgesehen, da diese räumlich von der Bestandslinie getrennt liegen.

#### TUNNELPORTAL GLEIS 1

Notfallplatz (500 m<sup>2</sup>) und Triage-Bereich (500 m<sup>2</sup>) der Verknüpfung Gleis 1 befinden sich in der Nähe des Südeingangs zum bergmännisch vorgetriebenen Grödner Tunnel im Gelände zwischen der Zufahrtsstraße und der Bestandsstrecke.

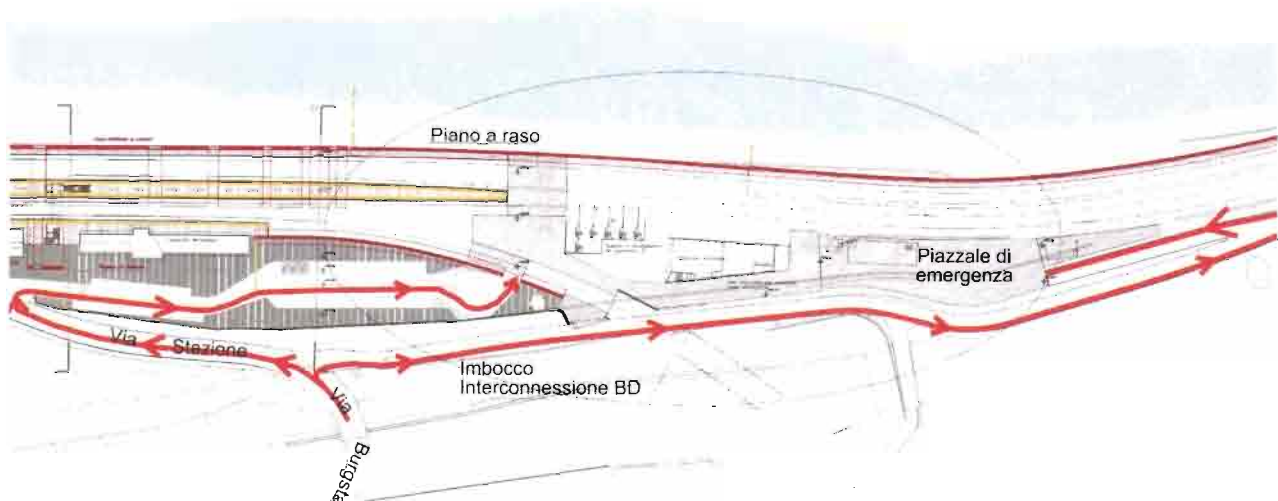


Abbildung 15.15 – Verknüpfung Waidbruck Gleis 2: Zufahrtsstraßen und Notfallplatz



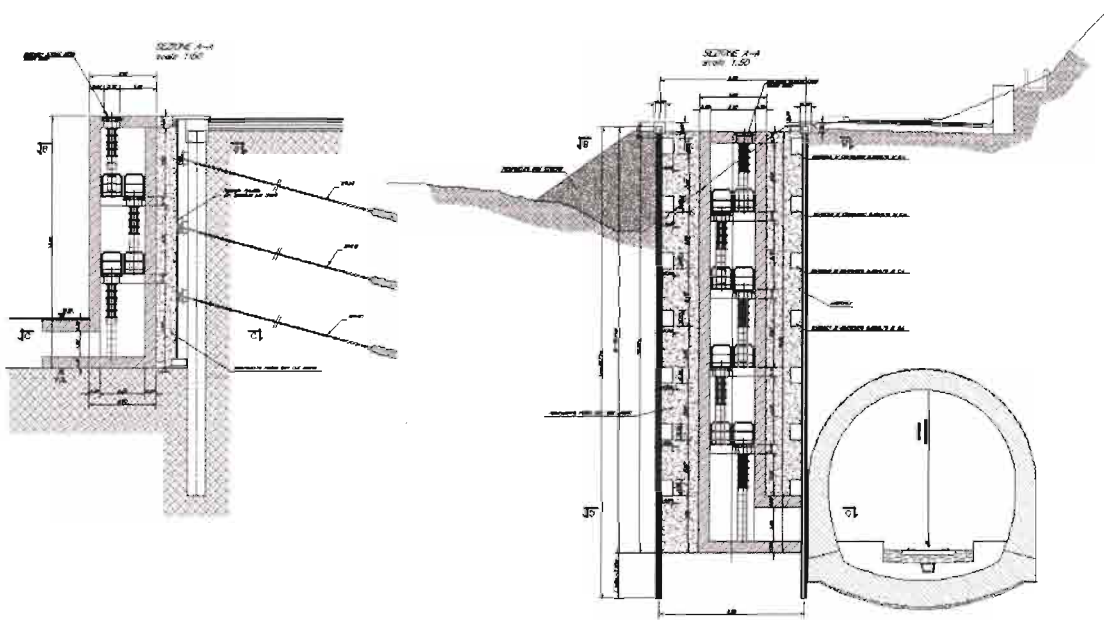


Figura 15.14 – Interconnessioni Ponte Gardena: pozzi di accesso cavi

### 15.7.2 Area agli imbocchi

Sono previste aree attrezzate per l'emergenza distinte per l'interconnessione binario pari e per quella binario dispari essendo fisicamente separate dalla linea storica.

#### **IMBOCCO GALLERIE BINARIO DISPARI**

Piazzale di emergenza (area 500mq) ed area triage (500 mq) dell'interconnessione binario dispari sono posizionati in prossimità dell'imbocco Sud della galleria naturale Gardena nell'area interclusa tra viabilità di accesso e linea storica.

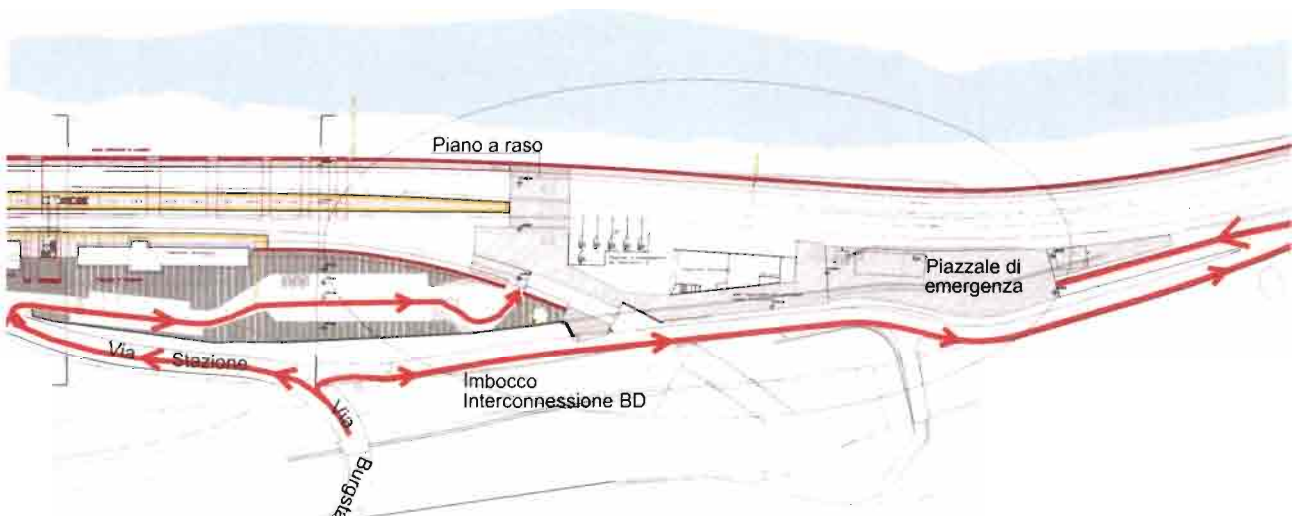
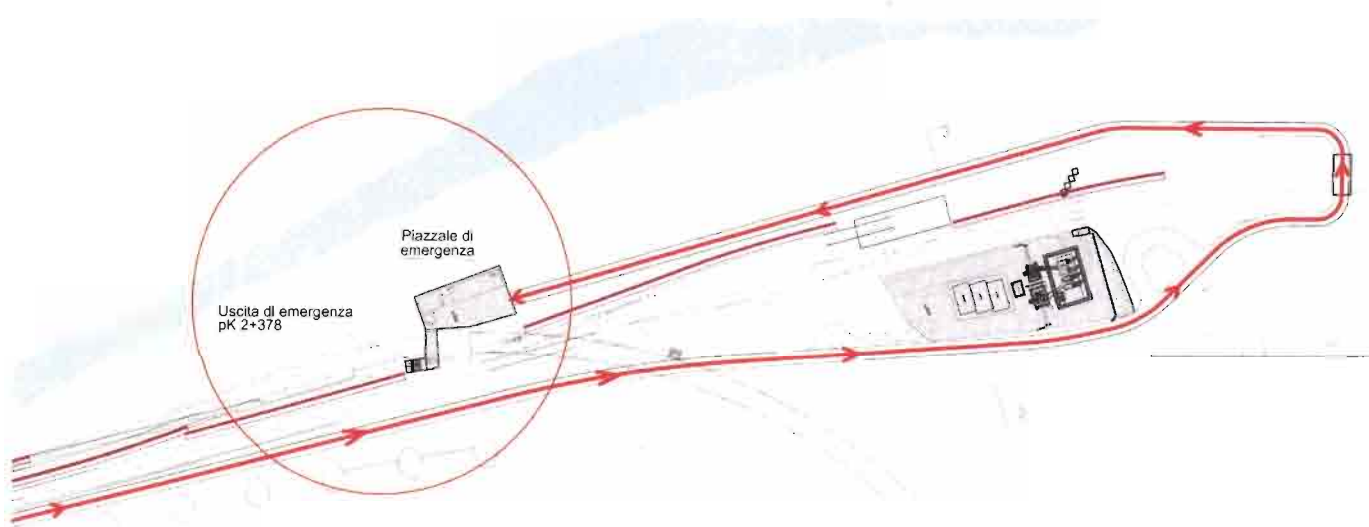


Figura 15.15 - Interconnessione Ponte Gardena BD: Viabilità di accesso e piazzale di emergenza

Die Zufahrt zu diesem Gebiet wird von einer Rampe garantiert, die es mit den Dienstwegen verbindet.

### TUNNELPORTAL GLEIS 2

Der Triage-Bereich (500 m<sup>2</sup>) der Verknüpfung Gleis 2 befindet sich unterhalb der Bestandslinie auf der Eisack-Seite in der Nähe des Südeingangs des bergmännisch vorgetriebenen Grödner Tunnels. Er kann über Nottreppen erreicht werden, die den Höhenunterschied zwischen SOK und Platz ausgleichen.



**Abbildung 15.16– Verknüpfung Waidbruck Gleis 2: Zufahrtsstraßen und Notfallplatz**

### ZUFAHRTSWEGE

Die Zufahrtsstraße mit einer Gesamtlänge von ca. 1.411 m führt von Via Burgnall bis zu Unterführung der A22 Modena-Brenner. Über ca. 900 m verläuft sie im Bett der vorhandenen Landstraße, parallel zur Bestandslinie und zur A22, von denen sie eingeschlossen ist. Der Querschnitt wird auf 6 m erweitert werden. Diese Teilstrecke ist durch ziemlich weite Radien und moderates Längsgefälle gekennzeichnet.

An der Hangseite ist eine Reihe von Mikropfahl-Schottwänden zur Eingrenzung des Aushubs vorgesehen. Auf der Talseite sind abhängig von den Aushubsmöglichkeiten entweder Stützmauern oder Berliner Verbau mit Zugankern zur Sicherung der Bestandslinie, deren Nebenbauten, des Platzes und des Triage-Bereichs der Verknüpfung von Gleis 1 sowie des neuen Unterwerks vorgesehen.

Entlang dieser Strecke liegen Zufahrtsrampen zum Notfallplatz Gleis 1 und zum Unterwerk der Stromversorgung.

Bei ca. 900 m ist vor den Annäherungsmauern zur neuen Unterführung unter der Bestandslinie eine „Kehre“ geplant. Die per Vorschub zu realisierende Unterführung mit lichter Innenbreite 6,72 m und Mindesthöhe 5,00 m dient zur Erreichung des Triage-Bereichs Gleis 2 ca. 400 m weiter südlich.

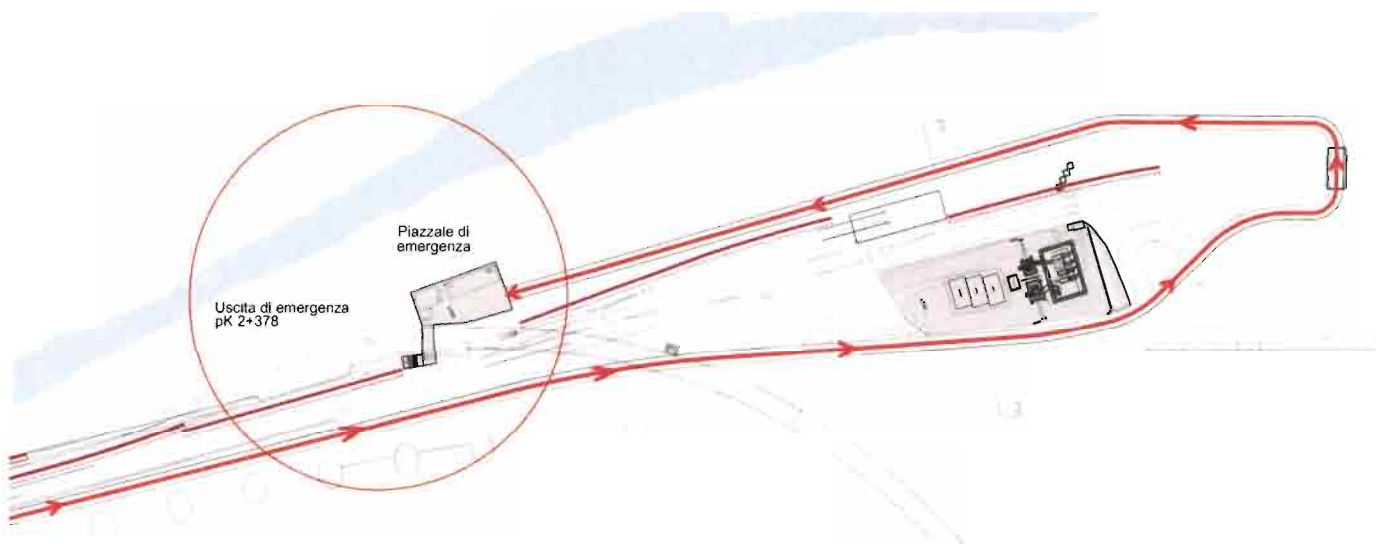
Talwärts von der Unterführung verläuft die Zufahrtsstraße zwischen der Bestandsbahnstrecke und dem Eisack bis zum Notfallplatz.



L'accesso all'area è garantito da una rampa che la connette alla viabilità di servizio.

### **IMBOCCO GALLERIA BINARIO PARI**

L'area triage (500 mq) dell'interconnessione binario pari è posizionata a valle della linea storica lato Isarco in prossimità dell'imbocco Sud della galleria naturale Gardena. E' raggiungibile mediante scale di emergenza che colmano il dislivello tra piano ferro e quota piazzale.



**Figura 15.16 - Interconnessione Ponte Gardena BP: Viabilità di accesso e piazzale di emergenza**

### **VIABILITÀ DI ACCESSO**

La viabilità, della lunghezza complessiva di circa 1.411 metri, ha origine su via Burgnall in corrispondenza del sottopassaggio della A22 Modena –Brennero. Per circa 900 metri si sviluppa sul sedime della strada poderale esistente, parallelamente alla linea storica e alla A22 tra le quali rimane interclusa. La sezione verrà ampliata a 6 metri; il tratto è caratterizzato da raggi planimetrici abbastanza ampi e pendenze longitudinali moderate.

Lato monte è prevista una serie di paratie di micropali a contenimento degli scavi; lato valle, in funzione della possibilità di scavo, sono previsti muri di sostegno o berlinesi tirantate a tutela della linea storica, dei relativi annessi, del piazzale e dell'area triage interconnessione dispari, della nuova SSE.

Lungo tale tratto sono ubicate le rampe di accesso al piazzale di emergenza binario dispari e alla sottostazione servizi energetici

Alla progressiva 900 circa è previsto "un ritorno" prima dei muri di approccio al nuovo sottopassaggio della linea storica; il sottovia, da realizzarsi a spinta, di larghezza interna netta 6.72 e franco minimo 5.00m è funzionale al raggiungimento dell'area triage binario pari posta circa 400 m più a Sud.

A valle del sottovia la viabilità si sviluppa tra linea storica ed Isarco sino al piazzale di emergenza.

### KASTENBAU-UNTERFÜHRUNG

Bei km 1+009,90 (Achse Bauwerk) ist eine Kastenbau-Unterführung aus Stahlbeton geplant, die zur Erreichung des Triage-Bereichs von Gleis 2 dient. Dieses Bauwerk ist Gegenstand des Einreichprojekts für den „funktionellen Teilabschnitt“.

Das 18 m lange Bauwerk besteht aus einer unteren Sohle mit Dicke 0,80 m, Ulmen mit Dicke 0,70 m und oberer Sohle mit Dicke 0,60m. Der lichte Innenraum beträgt 6,72 x 6,34 m (Mindestfreiraum 5m). Im Innern befindet sich ein Sammelrohr mit Durchmesser 400 für die Drainage des bergan liegenden Gebietes zum Eisack hin.

Das Bauwerk wird unter Beibehaltung des Bahnbetriebs auf der Bestandslinie im Vorschub realisiert und mit einer Pumpanlage zur Überwindung der ca. 10 m zur Förderung des Regenwassers ausgerüstet werden, um dieses in den Eisack ableiten zu können.

### SOTTOVIA SCATOLARE

Alla progressiva 1+009.90 (asse opera) è previsto un sottovia scatolare in c.a. funzionale al raggiungimento dell'area triage binario pari, quest' opera è oggetto del progetto definitivo del "Sub lotto funzionale".

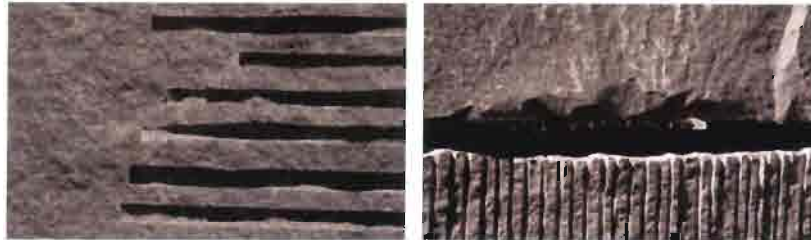
L'opera, di lunghezza di circa 18 m, è costituita da soletta inferiore di spessore pari a 0.80 m, piedritti di spessore 0.70 m e soletta superiore 0.60m. Le luci interne sono 6.72x6.34 (franco minimo 5 m); all'interno è alloggiato un collettore di diametro 400 per il drenaggio della zona di monte verso l'Isarco.

L'opera sarà da realizzarsi prevedendo il mantenimento dell'esercizio ferroviario della linea storica e sarà varata a spinta, sarà dotata di impianto di sollevamento per colmare i circa 10 m necessari per sollevare le acque meteoriche sino alla quota compatibile con il recapito finale in Isarco.

## 15.8 TECHNOLOGISCHE GEBÄUDE

Die von diesem Projekt vorgesehenen architektonischen Elemente, welche diese Technikgebäude charakterisieren, wurden auf Grundlage von Standardisierungsprinzipien und mit dem Einsatz von Endbearbeitungen entwickelt, die es gestatten, eine einheitliche architektonische Ausdrucksform (z.B. Verkleidung mit lokalem Gestein), die Erkennbarkeit der Maßnahmen am Gelände sowie die Einhaltung umweltverträglicher Planungskriterien mit daraus folgender Kürzung der Bauzeiten und Optimierung der Wartungskosten zu erzielen.

Sämtliche Gebäude sind außen mit gasisolierten Türen aus verzinktem, lackiertem Stahl ausgerüstet, um Maschinen und Geräte im Innern des Gebäudes vor Diebstahl oder Vandalismus zu schützen.



Pietra naturale locale: Parfido



Tipologico fabbricato tecnologico lungo linea

**Abbildung 15.17 – Beispiel für Technikgebäude**

### ORTSCHAFT WAIDBRUCK:

Das Projekt sieht die allgemeine Neuorganisation der Verknüpfung Waidbruck vor, und in diesem Zusammenhang werden einige Technikgebäude realisiert:

#### Gebäude für das periphere Notfallmanagement (PGEP) und Traktionsstrom-Station

Das derzeit zum Einstellen der Wagen bestimmte Gebäude wird zur Traktionsstrom-Station und neuen peripheren Leitstelle für das Notfallmanagement mit Änderungen der Innenraumgestaltung umgerüstet.

Das Gebäude, das Gegenstand dieser Maßnahme ist, wurde 2007 realisiert und weist eine trapezförmige Geometrie auf, entwickelt sich über zwei überirdische Stockwerke und deckt eine Fläche von ca. 440 m<sup>2</sup>.

## 15.8 FABBRICATI TECNOLOGICI

Gli elementi architettonici caratterizzanti i fabbricati tecnologici previsti nel presente progetto, sono stati pensati secondo principi di standardizzazione e mediante l'utilizzo di finiture che consentono di ottenere l'omogeneità del linguaggio architettonico (es. rivestimento in pietra locale), la riconoscibilità degli interventi sul territorio, il rispetto dei criteri di progettazione ecosostenibile, con conseguente contrazione dei tempi di realizzazione ed ottimizzazione dei costi di manutenzione.

Tutti i fabbricati sono dotati di porte esterne blindate, in acciaio zincato e verniciato, per proteggere i macchinari e le apparecchiature collocate all'interno del fabbricato da possibili pericoli di furto o atti di vandalismo.



Pietra naturale locale: Portico



Tipologico fabbricato tecnologico lungo lineo

**Figura 15.17 - Tipologico fabbricato tecnologico**

### **LOCALITÀ PONTE GARDENA:**

Il progetto prevede la riorganizzazione generale dell'area dell'Interconnessione di Ponte Gardena e in questo ambito verranno realizzati alcuni fabbricati tecnologici:

#### **Fabbricato per la Gestione dell'Emergenza Periferico (PGEP) e Cabina TE**

Il fabbricato esistente attualmente destinato a "rimessa carrelli", verrà adibito a cabina TE e nuovo PGEP, con modifiche al layout interno.

Il fabbricato oggetto dell'intervento è stato realizzato intorno al 2007 e presenta una forma planimetrica trapezoidale, si sviluppa su due piani fuori terra e copre un'area di circa 440 mq.

### Neuer Wagenunterstand

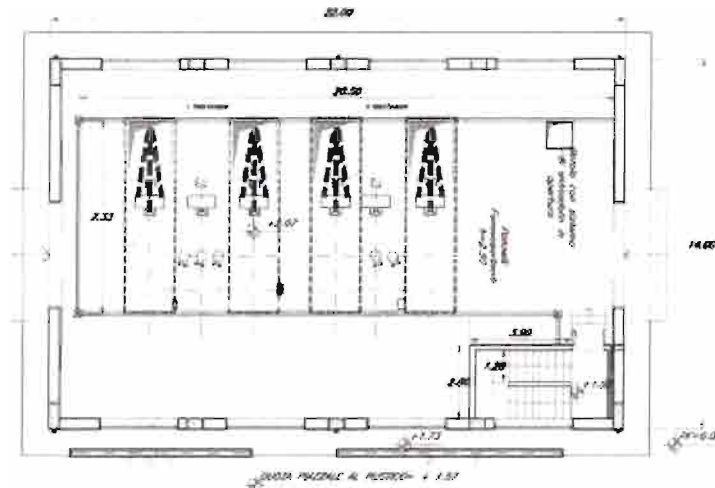
Der Wagenunterstand wird in ein neues Gebäude verlegt, das weiter nördlich von dem vorhandenen Gebäude auf einem ebenen Gelände realisiert wird, das im Osten von der Bahnlinie und im Westen vom Eisack eingegrenzt wird. Das Gebäude wird mit einem einzigen Stockwerk und Flachdach errichtet und ist dazu bestimmt, den Wagenunterstand aufzunehmen, der die gesamte Fläche einnehmen wird, mit Ausnahme eines Lagers von ca. 40 m<sup>2</sup> und den WC-Räumlichkeiten.

Das Gebäude wird mit Tragwerk aus Stahlbetonträgern und Pfeilern, die vor Ort errichtet werden, und externer Ausfachung mit wärmegeämmten Fertigplatten erbaut werden. Das Gebäude hat einen rechteckigen Grundriss mit Seiten von je 42,30 m und 13,20 m und Höhe über dem Boden 7,90 m.

### GIS-Gebäude

Das Gebäude wird in der Nähe des neuen Wagenunterstands symmetrisch zu Bahnlinie errichtet und ist zur Unterbringung der Modulschränke bestimmt.

Das Gebäude mit rechteckigem Grundriss hat die Abmessungen 22,00 m mal 14,80 m und Höhe über dem Boden 7,70 m mit einem einzigen überirdischen Stockwerk und Kelleretage mit Nutzhöhe 2,50 m, wo die Stromkabel vom Betreiber Enel eintreten, die zu den Geräten im Erdgeschoss weitergeführt werden. Erd- und Kellergeschoss stehen über eine Innentreppe in Verbindung.



**Abbildung 15.18 GIS-Gebäude**

Das Gebäude spannt sich in einem einzigen Querbogen von ca. 13,00 m Weite, während es in Längsrichtung in vier Bogen mit lichter Weite 5,40 m unterteilt ist, bestehend aus Stahlbetonträgern und – pfeilern.

### Gebäude Unterwerk (SSE)

Dieses Gebäude wird im gleichen Bereich errichtet, in dem sich das GIS-Gebäude befindet. Es wird aus drei gleichen Volumen mit rechteckigem Querschnitt bestehen, die auf der langen Seite aneinander anliegen und jeweils um 1,50 m versetzt sind, über eine Gesamtfläche von ca. 250 m<sup>2</sup> und Höhe über dem Boden gleich 6,50 m.

### Nuova rimessa carrelli

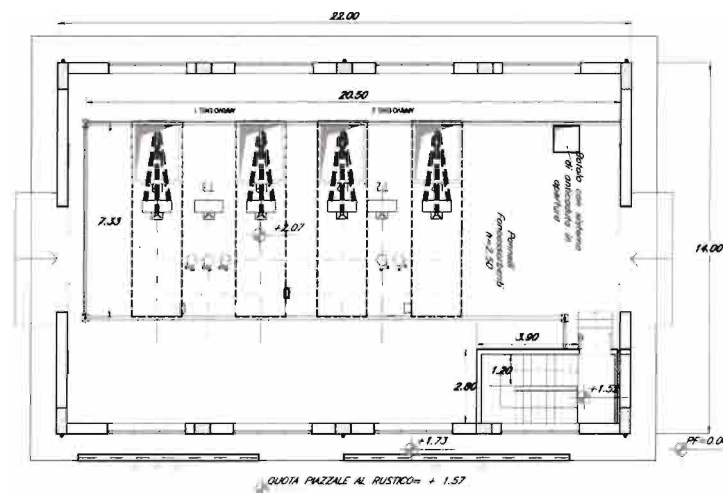
La rimessa carrelli sarà trasferita in un nuovo fabbricato che sarà realizzato in un'area più a nord rispetto al fabbricato esistente, su un terreno pianeggiante delimitato ad est dalla ferrovia ed a ovest dal fiume Isarco. L'edificio sarà realizzato con unico piano terra e copertura piana, destinato ad ospitare la rimessa carrelli che occuperà l'intera superficie a parte un locale magazzino di circa 40mq ed un locale servizi igienici.

L'edificio verrà realizzato con struttura portante a travi e pilastri in calcestruzzo armato realizzati in opera e tamponatura esterna con pannelli prefabbricati coibentati. L'edificio avrà pianta rettangolare con lati rispettivamente pari a 42,30m e 13.20m ed un'altezza fuori terra pari a 7.90m.

### Fabbricato GIS

Il fabbricato sarà realizzato in prossimità della Nuova rimessa carrelli in un'area in posizione simmetrica rispetto alla ferrovia ed è destinato ad ospitare gli armadi di modulo.

L'edificio a pianta rettangolare avrà dimensioni in pianta pari a 22,00m per 14,80m e altezza fuori terra di 7.70m, con un unico piano fuori terra e un piano interrato di altezza utile pari a 2,50m dal quale entreranno i cavi elettrici di provenienza Enel che raggiungeranno i macchinari posti al piano terra. Il piano terra ed il piano interrato sono messi in comunicazione da un corpo scala interno.



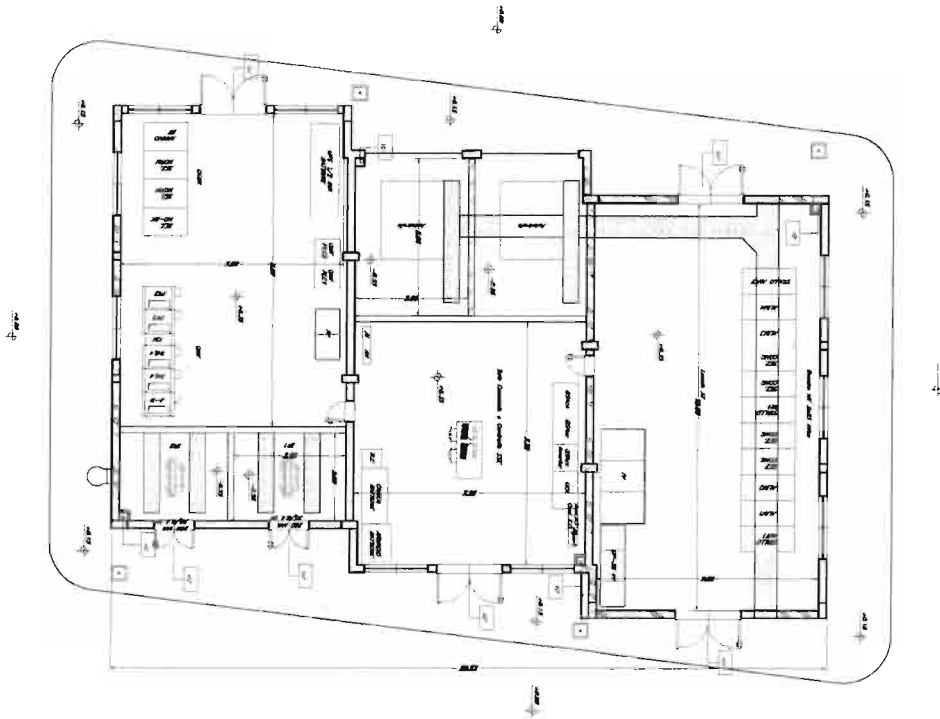
**Figura 15.18 - Fabbricato GIS: pianta**

Il fabbricato è costituito da un'unica campata in direzione trasversale di circa 13,00m mentre in direzione longitudinale è suddivisa in 4 campate di luce 5,40 m., ed è costituita da travi e pilastri in cemento armato.

### Fabbricato Sottostazione Elettrica (SSE)

Il fabbricato sarà realizzato nella stessa area in cui sorgerà il fabbricato GIS. Sarà costituito da tre volumi uguali a pianta rettangolare accostati sul lato maggiore e sfalsati di 1,50m, per una superficie totale di circa 250mq ed altezza fuori terra pari a 6.50m.





**Abbildung 15.19 Unterwerk Gebäude**

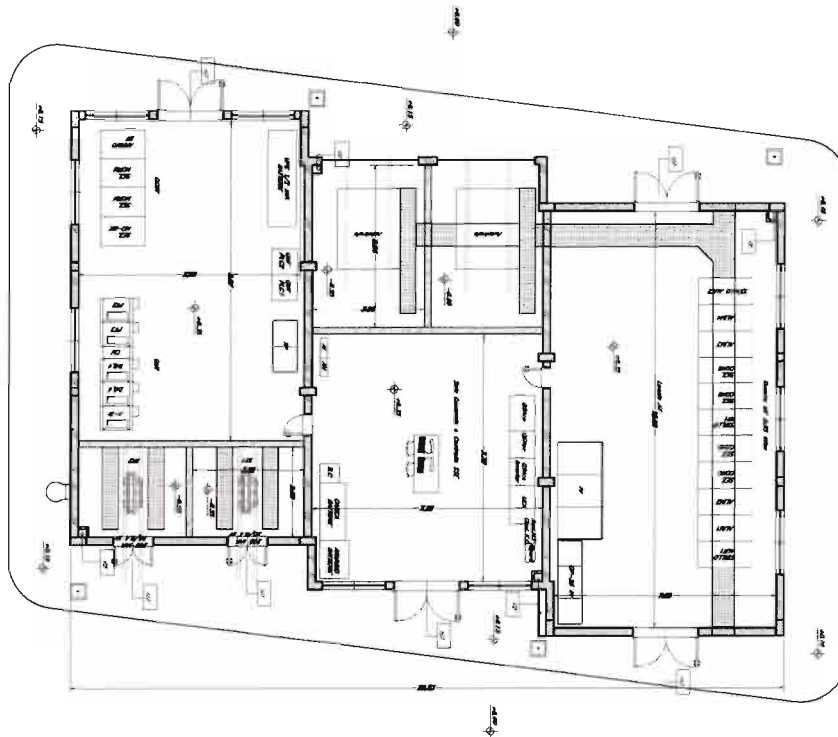
Jedes Volumen mit Grundrissabmessungen von ca. 85 m<sup>2</sup> ist direkt von draußen zugänglich und weist eine Durchgangstür zum anschließenden Raum auf. Das Kopfvolumen im Norden ist von einem einzigen Raum belegt, in dem die MS-Schalttafel untergebracht ist, welche die Außenwand fast ganz einnehmen wird.

Das zentrale Volumen wird die Steuerungs- und Kontrollwarte des Unterwerks beherbergen und zwei kleinere Räume mit einer Fläche von ca. 18 m<sup>2</sup> sind für die Autotransformatoren bestimmt.

Das dritte Volumen ist zur Unterbringung der NS- und MS-Schalttafeln bestimmt und zwei kleinere mit je 10 m<sup>2</sup> Fläche und Zutritt von draußen werden die Transformatoren beherbergen.

#### Brandschutz- und Löschhaus

Es ist die Errichtung eines Brandschutzgebäudes mit rechteckigem Grundriss und den Abmessungen 8,00 m mal 6,60 m vorgesehen, das von der Pumpstation eingenommen wird und im Kellerraum über unterirdische Wasserspeicherbecken mit Fassungsvermögen von 100 m<sup>3</sup> ausgestattet sein wird.



**Figura 15.19 - Fabbricato SSE: pianta**

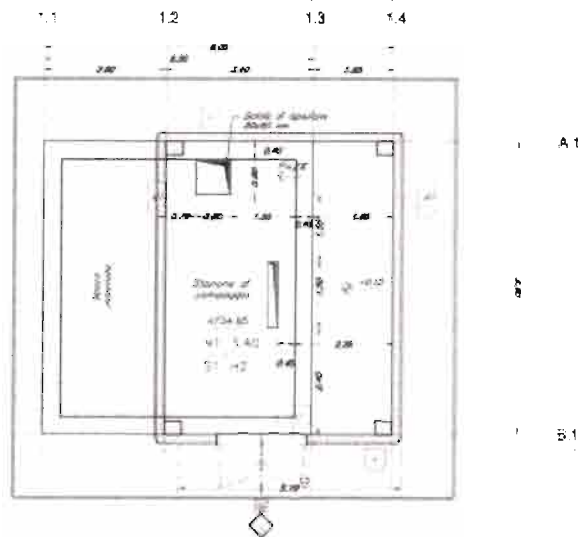
Ciascun volume, di dimensione in pianta pari a circa 85mq, ha accesso diretto dall'esterno ed è comunicante mediante una porta con quelli adiacenti. Il volume di testata a nord è occupato da un unico ambiente nel quale sarà ospitato il quadro MT che impegnerà quasi per intero la parete verso l'esterno.

Il volume centrale ospiterà la Sala Comando e Controllo SSE e due più piccoli, di superficie pari a 18 mq destinati ad accogliere gli Autotrafi.

Il terzo volume è destinato a ospitare i Quadri elettrici BT ed MT e due di dimensioni minori ciascuno di superficie pari a circa 10mq in cui alloggeranno i trasformatori, ciascuno di essi è dotato di accesso verso l'esterno.

*Fabbricato idrico antincendio*

Si prevede la realizzazione di un fabbricato antincendio a pianta rettangolare di dimensioni pari a 8,00m per 6,60m che sarà occupato dalla stazione di pompaggio, e sarà dotato di vasche interrate di raccolta acque di capacità pari a 100mc.



**Abbildung 15.20 Löschwasser- und Brandschutzgebäude**

Die Gesamthöhe des Bauwerks über dem Boden entspricht 5,20 m, wobei die Mauerausfachung die Außenfläche des Dachs um 1,10 m übersteigt und so zugleich als Sicherheitsbrüstung im Falle des Betretens des Flachdachs dient.

Das Tragwerk des oberirdischen Gebäudeteils besteht aus Stahlbetonträgern und -pfeilern. Als Decke wird eine Halbfertig-Elementdecke verwendet, während die Trägerbalken und der obere Abdichtungsmantel vor Ort gegossen werden. Es wird ein Erdgeschossboden mit 35 cm Dicke eingebracht, der auch als Decke für das unterirdische Becken dient, dessen Umrissmauern am Erdreich anliegen und sich auf eine Bodenplattform mit 50 cm Dicke stützen.

#### ORTSCHAFT FRANZENSFESTE:

##### Brandschutz- und Löschhaus

Angrenzend an den Nordportal Schalderer Tunnel, es ist die Errichtung eines Brandschutzgebäudes mit rechteckigem Grundriss und den Abmessungen 12,10 m mal 7,00 m vorgesehen, das von der Pumpstation eingenommen wird und im Kellerraum über unterirdische Wasserspeicherbecken mit Fassungsvermögen von 100 m<sup>3</sup> ausgestattet sein wird.

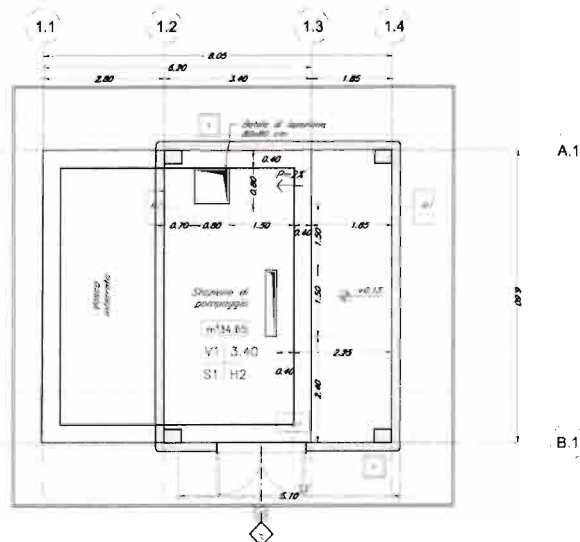
##### Gebäude für periphere Leitstelle Notfallmanagement und Stromaggregate

In der Nähe des Verknüpfung Franzensfeste auf einem Gelände zwischen Gleis 2 und Gleis 1, das von der Zufahrtsweg von der SS12erreicht werden kann, ist die Errichtung eines in drei getrennte Baukörper unterteilten Gebäudes für die periphere Leitstelle des Notfallmanagements geplant.

Der Zutritt zum Gebäude erfolgt direkt über einen Platz.

Der erste Baukörper hat rechteckige Form mit einem Grundriss von 10,40 m x 7,00 m und ist zur Unterbringung des Stromaggregats bestimmt, der zweite ebenfalls mit rechteckigem Grundriss hat eine Größe von 14,35 m x 7,00 m und wird vom NS- und MS-Schaltraum eingenommen. Der dritte hat einen rechteckigen Grundriss mit 6,50 m mal 7,00 m und ist in zwei Technikräume unterteilt.

Alle drei Gebäude haben ein einziges Stockwerk über der Erde.



**Figura 15.20 - Fabbricato idrico antincendio: pianta**

L'altezza complessiva fuori terra dell'edificio è pari a 5.20 metri, con la muratura di tamponamento che supera di 1,10 metri la superficie esterna della copertura, fungendo, così, anche da parapetto di sicurezza in caso di accesso alla copertura.

La struttura relativa alla parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semi prefabbricato a prédalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore; verrà realizzata una soletta di piano terra dello spessore di 35 cm, che risulta essere anche il soffitto della vasca interrata realizzata con muri perimetrali contro terra, che fondano su una platea di spessore pari a 50 cm.

#### **LOCALITÀ FORTEZZA:**

##### Fabbricato idrico antincendio

In adiacenza all'imbocco Nord della galleria Scalers, si prevede la realizzazione di un fabbricato antincendio a pianta rettangolare di dimensioni pari a 12,10m per 7,00m che sarà occupato dalla stazione di pompaggio e sarà dotato di vasche di raccolta acque interrate, ciascuna di capacità pari a 100mc

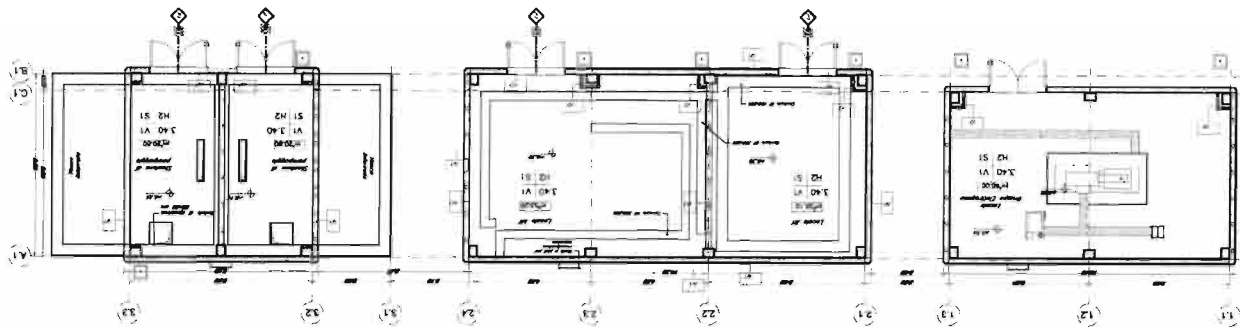
##### Fabbricato PGEP e fabbricato GE;

In prossimità dell'interconnessione di Fortezza, in un'area compresa tra il binario pari e dispari raggiungibile dalla viabilità di accesso dalla SS.12 si prevede la realizzazione di un fabbricato PEGP suddiviso in tre distinti corpi di fabbrica.

Il fabbricato sarà accessibile direttamente da un piazzale.

Il primo fabbricato presenta una forma rettangolare in pianta di lati 10,40 m x 7,00 m ed è destinato ad accogliere il Gruppo Elettrogeno, il secondo fabbricato, sempre a pianta rettangolare ha dimensioni pari a 14,35m per 7,00 e sarà occupato dal locale BT e dal locale MT. Il terzo fabbricato avrà pianta rettangolare di dimensioni 6,50m per 7,00m e sarà diviso in due locali tecnici.

Tutti e tre i fabbricati saranno realizzati con un solo livello fuori terra.



**Abbildung 15.21 Gebäude für periphere Leitstelle Notfallmanagement, Stromaggregat und Pumpstation**

Alle Gebäude haben Direktzugang von draußen und weisen Tragwerk mit Stahlbetonträgern und –pfeilern auf. Die Gebäudedecke besteht aus halbfertigen Elementdecken, deren Deckenträger und obere Isolierschicht vor Ort gegossen werden.

Die Gesamthöhe des Bauwerks über dem Boden entspricht 5,05 m, wobei die Mauerausfachung die Außenfläche des Dachs um 1,10 m überragt und so zugleich als Sicherheitsbrüstung im Falle des Betretens des Flachdachs dient..

#### **ORTSCHAFT AICHA-VAHRN**

##### Brandschutz- und Löschhaus

Es wird die Errichtung eines Löschwasser-Pumpenhauses mit gleichen Abmessungen und Eigenschaften wie in Waidbruck geplant.

#### **ORTSCHAFT ALBEINS**

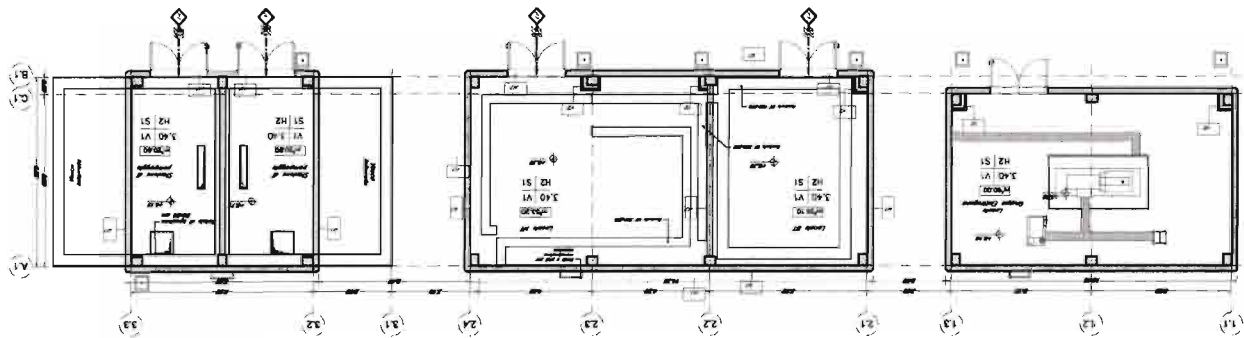
##### Gebäude für Schaltposten

In der Nähe des Fensterstollens Albeins ist im Bereich vor dem Notfallplatz ein doppelter Schaltposten (PPD) vorgesehen.

Das Gebäude hat rechteckigen Grundriss von 8,00 m x 6,00 m und wird mit einem einzigen oberirdischen Stockwerk über eine Gesamthöhe von 6,30 m realisiert.

Das Gebäude weist eine Struktur auf, die von einem einzigen Querbogen charakterisiert ist, während es in Längsrichtung in 3 Bögen mit lichter Weite von 5,60 m unterteilt ist. Im Innern befindet sich ein einziger Raum.

Das Tragwerk des oberirdischen Gebäudeteils besteht aus Stahlbetonträgern und –pfeilern. Als Decke wird eine Halbfertig-Elementdecke verwendet, während die Trägerbalken und der obere Abdichtungsmantel vor Ort gegossen werden. Das Fundament besteht aus einer oberflächlichen Platte mit 30 cm Dicke und Umgebungsmäuerchen aus Stahlbeton mit einer Höhe von 50 cm.



**Figura 15.21 - Fabbricati GE, PGEP e stazione di pompaggio: pianta**

Tutti i locali hanno accesso diretto dall'esterno e presentano una la struttura in elevazione costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semi prefabbricato a *prédalles*, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore.

L'altezza complessiva fuori terra degli edifici è pari a 5.05 metri, con la muratura di tamponamento che supera di 1 metro la superficie esterna della copertura, fungendo, così, anche da parapetto di sicurezza in caso di accesso alla copertura.

#### **LOCALITÀ AICA-VARNA**

##### *Fabbricato idrico antincendio:*

Si prevede la realizzazione di un fabbricato antincendio di uguali dimensioni e caratteristiche di quello previsto a Ponte Gardena.

#### **LOCALITÀ ALBES**

##### *Fabbricato PPD:*

In prossimità dell'imbocco della finestra di Albes, nell'area antistante il piazzale di emergenza verrà realizzato un Posto di Parallelo Doppio.

Il fabbricato presenta una forma rettangolare in pianta di lati 8,00 m x 6,00 m e sarà saranno realizzato con un unico livello fuori terra per un'altezza complessiva pari a 6,30m.

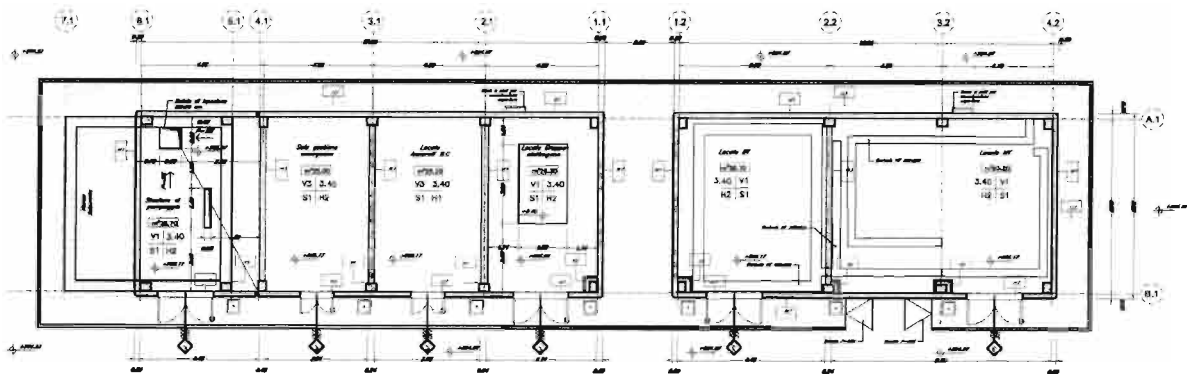
Il fabbricato presenta una struttura caratterizzata da un'unica campata in direzione trasversale mentre parallelamente al lato lungo è suddivisa in 3 campate di luce pari a 5,60 m. Al suo interno è previsto un unico locale.

La struttura relativa alla parte in elevazione sarà costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semi prefabbricato a *prédalles*, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore; la fondazione è di tipo superficiale a platea dello spessore di 30 cm con un muretto perimetrale in c.a. avente un'altezza pari a 50 cm.

### ORTSCHAT WAIDBRUCK NORD

#### Gebäude für die periphere Leitstelle des Notfallmanagements

Die neuen Technikgebäude umfassen in der Nähe des Eingangs zum Grödner Tunnel auf einem Gelände, das von der Straße nach Albeins erreicht werden kann, die Errichtung eines Gebäudes für die periphere Leitstelle des Notfallmanagements, das in zwei getrennte Baukörper unterteilt ist, die direkt über einen Platz erreicht werden.



**Abbildung 15.22 Gebäude für die periphere Leitstelle des Notfallmanagements**

Das größere einstöckige Gebäude hat rechteckigen Grundriss mit ca. 17,00 m x 7,00 m.

In seinem Innern befinden sich vier Räume:

- Pumpstation mit angeschlossenem unterirdischem Speicherbecken
- Saal für das Notfallmanagement
- Raum mit Telekommunikationsgeräten (TLC);
- ein Raum mit Stromaggregat

Das andere Gebäude hat ebenfalls rechteckigen Grundriss mit 13,90 m mal 7,00 m und ist in zwei Räume unterteilt – einen für MS und einen für NS.

Alle Gebäude haben Direktzugang nach draußen und weisen Tragwerk mit Stahlbetonträgern und –pfeilern auf. Als Decke wird eine Halbfertig-Elementdecke verwendet, während die Trägerbalken und der obere Abdichtungsmantel vor Ort gegossen werden. Das Fundament des einen Gebäudes ist oberflächlich mit umgekehrtem Umrissbalken, während für das andere, das teils mit dem Speicherbecken unterkellert ist, eine Strukturfuge angelegt wird, durch die es weiter in zwei Bauteile getrennt wird.

Die Höhe der Außenseite des Flachdachs der Gebäude von der Geländoberkante beträgt 5,20 m.

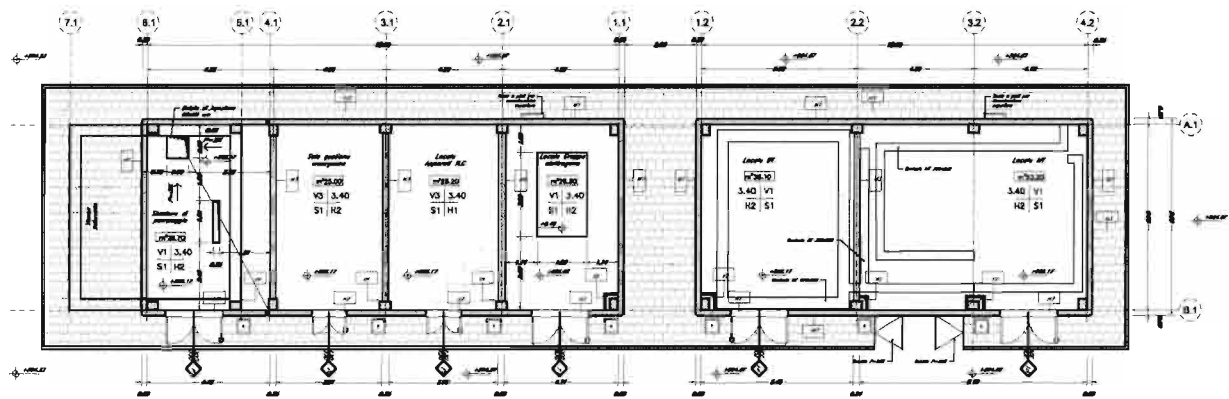
Im Innern des größeren aus vier Räumen bestehenden Gebäudes wird im Telekommunikationsraum ein erhöhter Boden mit antistatischem PVC-Belag realisiert, die anderen Räume werden mit hoch druckfesten Industriefliesen auf Hohlraumdecke ausgelegt. Wo die Führung von Leitungen im Fußboden vorgesehen ist, werden geeignete Kanäle in die Bodenbelagsschicht eingearbeitet. Diese Leitungskanäle werden mit leicht entfernbarem Blechverschlüssen gedeckt, um die Inspektion zu erleichtern.



### LOCALITÀ GARDENA NORD

#### Fabbricato PEGP:

Gli interventi relativi ai nuovi fabbricati tecnologici prevedono la realizzazione in prossimità dell'imbocco della galleria Gardena, in un'area raggiungibile dalla viabilità per Albes, di un fabbricato PEGP suddiviso in due distinti corpi di fabbrica, accessibili direttamente da un piazzale.



**Figura 15.22 - Fabbricato PEGP: pianta**

Il fabbricato, di dimensioni maggiori presenta una forma rettangolare in pianta su un solo livello fuori terra di lati 17,00 m x 7,00 m circa.

Al suo interno sono previsti 4 locali:

- stazione di pompaggio con annessa vasca interrata
- una Sala Gestione Emergenze
- un locale apparati TLC;
- un locale Gruppo Elettrogeno

L'altro fabbricato presenta anch'esso pianta rettangolare e dimensioni pari a 13,90m per 7,00m. e sarà suddiviso in due ambienti, uno destinato a locale MT e l'altro a locale BT.

Tutti i locali hanno accesso diretto dall'esterno e presentano una struttura in elevazione costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semi prefabbricato a prédalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore; la fondazione é di tipo superficiale a trave rovescia perimetrale per una unità, mentre per l'altra, che ha un interrato parziale adibito a vasca di raccolta, si realizza un giunto strutturale che la divide ulteriormente in due fabbricati.

L'altezza dell'estradosso della copertura piana dei fabbricati da piano campagna prevista è pari a 5,20 m.

All'interno del fabbricato di dimensioni maggiori, composto di quattro ambienti, verrà realizzato un pavimento sopraelevato nel locale TLC con finitura in PVC antistatico, gli altri ambienti avranno una pavimentazione in piastrelle ad alta compressione di tipo industriale su vespaio areato realizzato con igloo. Lì dove è previsto il passaggio di impianti a pavimento saranno realizzati appositi cunicoli di servizio nello spessore della pavimentazione. Tali cunicoli saranno coperti con lamiera stirata, facilmente rimovibile per consentire un'agevole ispezione.

## 16 HYDRAULIK UND HYDROLOGIE

Die hydrologisch – hydraulische Studie hatte folgende Ziele:

- Festlegung der Gesetzmäßigkeiten beim Niederschlag für bestimmte Wiederkehrperioden für die von der Eisenbahnstrecke durchquerten Gebiete;
- Bewertung der Wasserführung für bestimmte Wiederkehrperioden der von der Bahnstrecke gestörten Wasserläufe;
- Überprüfung der Überschneidung zwischen hydrographischem Oberflächenraster und Eisenbahnstrecke zur Festlegung der Überquerungsbauten an den festgestellten Schnittstellen.

Die hydraulische Studie zielte auch auf die Überprüfung der Einhaltung und Übereinstimmung des Projekts mit den Auflagen von CIPE hinsichtlich der Wasserführungsregelung ab (Auflagen 15 und 16).

## 16 IDRAULICA E IDROLOGIA

Lo studio idrologico - idraulico svolto ha avuto come obiettivo quello di:

- definire le leggi di pioggia per fissati periodi di ritorno per le aree attraversate dal tracciato ferroviario di progetto;
- valutare le portate per fissati periodi di ritorno dei corsi d'acqua interferiti dal tracciato ferroviario di progetto;
- verificare l'interferenza tra il reticolo idrografico superficiale e il tracciato ferroviario di progetto e determinare le opere di attraversamento in corrispondenza delle interferenze individuate.

lo studio idraulico è stato finalizzato anche alla verifica dell'ottemperanza e della rispondenza del progetto con le prescrizioni emesse dal CIPE per quanto attiene alla disciplina dell'idraulica (prescrizioni n. 15 e 16):

## 16.1 HYDROLOGISCHE STUDIE: DEFINITION DER GESETZMÄSSIGKEITEN DES NIEDERSCHLAGS UND DER WASSERFÜHRUNG

Angesichts der Trassenführung und morphometrischen Konfiguration des von der Trasse betroffenen Tals wurde bei der hydrologischen Studie das Ziel gesetzt, die Wasserführung bei Höchstwasserstand an den Überschneidungsstellen zwischen Bahntrasse und Eisack zu schätzen und die Wahrscheinlichkeitskurve des Niederschlags für die von den Eingangsfenstern zu den Tunneln betroffenen Gebiete zu schätzen.

Die geschätzte Wasserführung entspricht dem Höchststand bei Hochwasser in Bezugnahme auf Wiederkehrperioden von 50, 100, 200, 300 und 500 Jahren.

Für den Eisack wurden Grundlagenkarten im Maßstab zu 250.000 besorgt und darauf das Becken ermittelt, das von den Kreuzungsquerschnitten betroffen ist. Es wurden die vom SIMI gesammelten und von der Gewässeraufsichtsbehörde Etsch-Becken (AdB) analysierten Messdaten der Wasserführung untersucht, es wurden die Parameter der Verteilung der Wahrscheinlichkeit von Höchstwasserständen geschätzt und die Informationen wurden in Abhängigkeit von der Oberfläche des zugrunde liegenden Beckens und seiner hydrologischen Merkmale auf den Projektschnitt angewendet.

Für kleinere Becken im Bereich der Eingangsfenster erfolgte die hydrologische Analyse anhand folgender Phasen:

- Besorgung von Basiskarten der zugrunde liegenden hydrographischen Becken in verschiedenen Maßstäben von 1:25.000 bis 1:10.000 je nach der von Fall zu Fall erforderlichen Detailgenauigkeit;
- Auslegung der Karten und Erhebung weiterer Informationen durch Erfassung spezifischer Studien zur Hydrologie und Hydrographie des Gebiets;
- Eingrenzung der hydrographischen Becken und Studie von deren physiographischen Merkmalen;
- vorgezogene Analyse von Niederschlags- und Wasserführungsdaten;
- statistische Analyse intensiver Regenfälle und Bestimmung der repräsentativen Wahrscheinlichkeitskurve von Niederschlägen für die geprüften Becken;
- Bewertung des durchschnittlichen jährlichen Hochwassers;
- Anwendung der Ergebnisse der regionalen Verteilungsschätzung zur Bewertung der Hochwässer, die den festgelegten Wiederkehrperioden entsprechen.

Bei allen ausgeführten Bewertungen wurde auf folgende vier Studien Bezug genommen:

- Studie von GNDCI zur Analyse extremer Regenfälle in Nordostitalien (Villi V. 1994);
- Studie von GNDCI zur Analyse regionaler Hochwasserdaten (Villi V., 1994 und 2001);
- Studien der Gewässerbehörde Etsch-Becken im Rahmen der Ausarbeitung des PAI (Teilplan für den Schutz des Etsch-Beckens vor hydrogeologischen Risiken, Region Venetien, welche vom zuständigen Ausschuss der Behörde mit Beschluss Nr. 1/2012 vom 9. November 2012 verabschiedet wurde) und mit der Behördentätigkeit verbundene weitere Studien;
- Italienischer Verband für Hydronomie, Autonome Provinz Bozen, Unternehmen zur Regulierung von Wasserläufen und Bodenschutz. Analyse des Auftretens starker Regenfälle für die Autonome Provinz Bozen, Technisch-wissenschaftlicher Bericht, Mai 2003;
- Italienischer Verband für Hydronomie, Autonome Provinz Bozen, Unternehmen zur Regulierung von Wasserläufen und Bodenschutz. Leitlinien für die Berechnung der Wasserführung im Projekteinzugsbereich. Definition und Planung der Arbeitsumgebung, Mai 2003

## 16.1 STUDIO IDROLOGICO: DEFINIZIONE LEGGI DI PIOGGIA E DELLE PORTATE DI PROGETTO

Tenuto conto del tracciato e della configurazione morfometrica della valle interessata dal tracciato, lo studio idrologico ha avuto come obiettivo quello della stima delle portate al colmo di piena nei punti di interferenza tra il tracciato ed il fiume Isarco e quello della stima delle curve di probabilità pluviometrica per le aree interessate dalle finestre d'accesso alle gallerie.

Le portate stimate sono quelle massime al colmo di piena riferite a periodi di ritorno di 50, 100, 200, 300 e 500 anni.

Per il fiume Isarco si è reperita la cartografia di base in scala al 250.000 individuando il bacino sotteso alle sezioni di attraversamento, si sono analizzati i dati idrometrografici raccolti dal S.I.M.I. ed analizzati dall'autorità di bacino del Fiume Adige (AdB), si sono stimati i parametri della distribuzione di Probabilità delle portate al colmo e si è trasferita l'informazione alla sezione di progetto essenzialmente in funzione della superficie del bacino sotteso e delle sue caratteristiche idrologiche.

Per i bacini di minore estensione in corrispondenza delle finestre d'accesso, l'analisi idrologica effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- reperimento della cartografia di base relativa ai bacini idrografici sottesi a scale variabili da 1:25.000 a 1: 10.000 a seconda del dettaglio necessario volta per volta;
- interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante l'acquisizione di specifici studi sull'idrologia e sull'idrografia della zona;
- perimetrazione dei bacini idrografici e studio delle loro caratteristiche fisiografiche;
- analisi preliminare dei dati pluviometrici ed idrometrici;
- analisi statistica delle piogge intense e determinazione della curva di probabilità pluviometrica rappresentativa per i bacini in esame;
- valutazione della piena media annua;
- applicazione delle risultanze della stima regionale della distribuzione per la valutazione delle piene corrispondenti ai periodi di ritorno fissati.

Per tutte le valutazioni eseguite si è fatto riferimento ai seguenti quattro studi:

- lo studio del GNDCI relativo all'analisi delle piogge estreme nell'Italia Nord-Orientale (Villi V. 1994);
- lo studio del GNDCI relativo all'analisi regionale delle piene (Villi V., 1994 e 2001);
- gli studi condotti dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige, nell'ambito di stesura del PAI (Piano Stralcio per la tutela dal Rischio Idrogeologico Bacino dell'Adige, Regione Veneto Adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 1/2012 del 9 novembre 2012), e degli studi connessi alla attività istituzionale;
- Associazione italiana di Idronomia, Provincia Autonoma di Bolzano, Azienda Speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo. Analisi del regime delle piogge intense per la Provincia Autonoma di Bolzano, Relazione Tecnica Scientifica, maggio 2003;
- Associazione Italiana di Idronomia, Provincia Autonoma di Bolzano, Azienda Speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo. Linee guida per il calcolo della portata di progetto. Definizione e progettazione dell'ambiente di lavoro, maggio 2003

Die angestellten Ausarbeitungen führten zu folgenden Ergebnissen:

Bezugsschnitt	QT=30	QT=50	QT=100	QT=200	QT=300	QT=500
Eisack bei Franzensfeste	198.35	215.87	239.66	263.57	277.62	302.06
Eisack bei Villnöß (geplante Brücke)	630.45	686.11	761.74	837.73	882.40	960.11
Eisack bei Waidbruck (vor Einmündung Grödner Bach)	668.95	728.01	808.26	888.88	936.28	1018.72
Eisack bei Waidbruck (nach Einmündung Grödner Bach)	710.92	773.69	858.97	944.66	995.04	1082.67

N° Bacino	Località	Area	Asta	Hmax	Hmin	Hmed	t <sub>r</sub>	μ(Q)	Q <sub>T=50</sub>	Q <sub>T=100</sub>	Q <sub>T=200</sub>
		kmq	km	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	(h)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
1	Albes	2.71	1.6	1800	550	1100	0.38	10.41	19.62	22.58	25.54
2	Varna	2.1	1.75	1950	700	1050	0.34	6.49	12.23	14.07	15.92
2.1	Varna	1.2	1.75	1950	700	1050	0.26	4.39	8.28	9.52	10.77
2.2	Varna	0.9	--	1520	700	1100	0.25	3.38	6.36	7.32	8.28
3	Fortezza	1.01	1.73	1950	736	1450	0.25	3.71	6.99	8.04	9.09
4	Fortezza	0.09	--	1050	744	860	0.25	0.32	0.59	0.68	0.77
5	Fortezza	0.22	0.6	1500	764	970	0.25	0.82	1.55	1.78	2.02
6	Fortezza	0.67	1.63	1950	736	1450	0.25	2.46	5.39	5.98	6.57

RELAZIONE GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D05 RG	MD 00 00 001	B	198 di 270

Le elaborazioni eseguite hanno condotto ai seguenti risultati:

Sezione di riferimento	QT=30	QT=50	QT=100	QT=200	QT=300	QT=500
F. Isarco a Fortezza	198.35	215.87	239.66	263.57	277.62	302.06
F. Isarco a Funes (P.te in progetto)	630.45	686.11	761.74	837.73	882.40	960.11
F. Isarco a Ponte Gardena (monte Rio Gardena)	668.95	728.01	808.26	888.88	936.28	1018.72
F. Isarco a Ponte Gardena (valle Rio Gardena)	710.92	773.69	858.97	944.66	995.04	1082.67

N° Bacino	Località	Area	Asta	Hmax	Hmin	Hmed	t <sub>r</sub>	μ(Q)	Q <sub>T=50</sub>	Q <sub>T=100</sub>	Q <sub>T=200</sub>
		kmq	km	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	(h)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
1	Albes	2.71	1.6	1800	550	1100	0.38	10.41	19.62	22.58	25.54
2	Varna	2.1	1.75	1950	700	1050	0.34	6.49	12.23	14.07	15.92
2.1	Varna	1.2	1.75	1950	700	1050	0.26	4.39	8.28	9.52	10.77
2.2	Varna	0.9	--	1520	700	1100	0.25	3.38	6.36	7.32	8.28
3	Fortezza	1.01	1.73	1950	736	1450	0.25	3.71	6.99	8.04	9.09
4	Fortezza	0.09	--	1050	744	860	0.25	0.32	0.59	0.68	0.77
5	Fortezza	0.22	0.6	1500	764	970	0.25	0.82	1.55	1.78	2.02
6	Fortezza	0.67	1.63	1950	736	1450	0.25	2.46	5.39	5.98	6.57



## 16.2 HYDRAULISCHE STUDIE: WECHSELWIRKUNG GEPLANTE BAHNSTRECKE – NETZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER

### 16.2.1 Brücke über den Eisack

Entsprechend Planungshandbuch für Eisenbahnbauten sind Wasserbauten auf Grundlage folgender Wiederkehrperioden (TR) zu prüfen:

...Auslassung...

c) Bauten zur Überquerung (Brücken und Straßenabläufe):

- Bahnlinie TR = 300 Jahre für  $S > 10 \text{ Km}^2$ .
- Bahnlinie TR = 200 Jahre für  $S < 10 \text{ Km}^2$ .
- Straßenumleitungen TR = 200 Jahre

...Auslassung...

Bei der Bemessung der Überquerungs- und Vorhaltebauten für die neue Eisack-Brücke wurde der Kreuzungsschnitt in Verbindung mit den Abmessungen des Bauwerks geprüft, um die durch das neue Bauwerk bewirkten Änderungen am derzeitigen Abfluss ins Vorland zu minimieren.

Es wurde weiter versucht, zu gewährleisten, dass es weder bei der Wasserführung, die der Modellgestaltung zugrunde lag, noch bei derjenigen laut Projekt zum Rückstau kommt, und es wurde versucht, das Niveau der mit der Wasserführung verbundenen Gefahren zu verbessern bzw. zumindest unverändert zu belassen. Es wurde versucht, die Auslösung von Erosionserscheinungen in der Nähe des Bauwerks zu vermeiden, indem bei den vor- und nachgeschalteten Anschlüssen elastische Bauelemente eingefügt wurden (Matten auf Geogewebe), und die Sicherheit der Eisenbahninfrastruktur bei der vorgegebenen Wiederkehrperiode zu sichern.

Bei der Bemessung der Bauwerke wurde beschlossen, die Schnitte des vorhandenen Wasserlaufs nicht einzuengen, und es wurde geprüft, dass die Höchststände für das im Projekt berücksichtigte Ereignis einen Mindestfreiraum zwischen Unterkante des Bauwerks und Gesamtwasserlast entsprechend dem maximalen Hochwasserstand von mindestens 0,50 m belassen bzw. mindestens 1 m über dem Wasserstand.

Das Rückstauprofil bei permanenter gleichgerichteter Bewegung des Eisack wurde mithilfe der Anwendungssoftware HEC-RAS (US Army Corps of Engineers) entwickelt. Insbesondere wurden zwei Konfigurationen (vor und nach Errichtung der Bauwerke) auf der Grundlage einer bathymetrischen Erfassung am Abschnitt des Flusslaufs vor und hinter den Projektbauwerken entwickelt.

Die Simulation der Wasserführung wurde für die in der hydrologischen Studie geschätzten Durchsätze, den Bezugsschnitt des Eisack bei Villnöß und Wiederkehrperioden von 30, 100, 200, 300 und 500 Jahren entwickelt.

Die Ergebnisse der Simulation vor Baubeginn zeigen, dass im Abschnitt vor der Überquerung durch die Autobahn eine Verbreiterung des Stroms im rechten Vorlandbereich hinter dem Fahrradweg vorhanden ist, welcher bereits für Wasserführungen mit geringeren Wiederkehrperioden durch den Autobahndamm eingeeignet wird.

Das Ergebnis stimmt mit dem der von der Gewässerbehörde Etsch durchgeführten Studie „Abgrenzung der Flussbereiche und Eingrenzung von überschwemmungsgefährdeten Bereichen - Eisack-Talfer Zeichnung 6.1.1.IT – November 2011“ überein, von der in nachstehender Abbildung ein Auszug der Zeichnung „Abgrenzung der Flussbereiche und Eingrenzung von überschwemmungsgefährdeten Bereichen – Gefahrenkarte – Zeichnung 6.4.IT.13 – November 2011 Vers. 0“ gezeitigt wird.

## 16.2 STUDIO IDRAULICO: INTERAZIONE LINEA FERROVIARIA DI PROGETTO – RETICOLO IDRICO SUPERFICIALE

### 16.2.1 Ponte sul Fiume Isarco

Come previsto dal Manuale di Progettazione ferroviaria, i manufatti idraulici devono essere verificati utilizzando i seguenti tempi di ritorno  $Tr$ :

...omississ...

c) *Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):*

- *linea ferroviaria  $Tr = 300$  anni per  $S > 10 \text{ Km}^2$ .*
- *linea ferroviaria  $Tr = 200$  anni per  $S < 10 \text{ Km}^2$ .*
- *deviazioni stradali  $Tr = 200$  anni*

...omississ...

Nel proporzionamento delle opere di attraversamento e presidio previste per il nuovo ponte sul Fiume Isarco si è verificata la sezione di attraversamento in relazione alle caratteristiche dimensionali del manufatto in modo da minimizzare le modificazioni all'attuale deflusso in golena indotte dalla esecuzione delle opere.

Si è cercato, inoltre, di garantire l'assenza di rigurgiti sia in corrispondenza delle portate di modellamento che in quelle di progetto; di migliorare o al massimo mantenere inalterato il livello di rischio idraulico esistente; di evitare l'innescò di fenomeni erosivi in prossimità dell'opera prevedendo nei raccordi a monte ed a valle, la realizzazione di opere di presidio elastiche (materassi adagiati su geotessuto); di assicurare con il periodo di ritorno previsto dal disciplinare, la sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria.

Nel dimensionamento delle opere si è imposto di non restringere le sezioni del corso d'acqua esistente verificando inoltre che i massimi livelli per l'evento di progetto comportino un franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico;

Il profilo di rigurgito in moto permanente monodimensionale del Fiume Isarco è stato sviluppato con il software applicativo HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers); in particolare sono state sviluppate due configurazioni (ante e post operam) sulla base di un rilievo batimetrico eseguito sul tratto di corso d'acqua a cavallo delle opere in progetto.

La simulazione idraulica è stata sviluppata per le portate stimate nello studio idrologico, sezione di riferimento Isarco a Funes, per tempi di ritorno pari a 30, 100, 200, 300 e 500 anni.

I risultati della simulazione ante operam evidenziano nel tratto a monte dell'attraversamento dell'autostrada un allargamento della corrente nell'area golenale destra a tergo della pista ciclabile delimitata dal rilevato autostradale già per le portate con minore tempo di ritorno.

Il risultato è in accordo alle risultanze dello studio effettuato dall'Autorità di Bacino del fiume Adige "Delimitazione delle fasce fluviali e perimetrazione delle aree a rischio idraulico – Bacino Isarco Talvera – Elab. 6.1.1.IT – Novembre 2011" di cui nella figura seguente si riporta uno stralcio dell'elaborato "Delimitazione delle fasce fluviali e perimetrazione delle aree a rischio idraulico – Carta della pericolosità idraulica – elab. 6.4.IT.13 – Novembre 2011 rev. 0".

Nell'area golenale a monte dell'attraversamento autostradale è prevista, da progetto, la realizzazione delle pile di appoggio degli archi dei viadotti in progetto.

Im Vorlandbereich vor der Überquerung durch die Autobahn wird vom Projekt die Errichtung von zwei Stützpfeilern für die Bögen des Viadukts geplant.

Aus den Simulationsergebnissen in der Konfiguration vor Baubeginn geht hervor, dass der rechte Vorlandstreifen von Wassertiefen von ca. 1,00 m für die im Projekt berücksichtigten Wiederkehrperioden betroffen wird.

Es wurde daher die Gestaltung des Vorlandstreifens mit Erhöhung bis über die Wasserstandshöhen einer Wiederkehrperiode von 300 Jahren geplant.

Unter Beibehaltung der derzeitigen Lage des Fahrradwegs besteht der ca. 190 m lange Eingriff aus einer Erhöhung des Vorlandstreifens mit geeignet verdichtetem Ausbruchmaterial, das mit Hydrosaat begrünt wird, deren Uferböschung mit metallischen Steinkörben und 30 cm dicken Matten vom Typ Reno angelegt wird.

Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass die vom Projekt angenommenen Wasserstände die Stützbauten des Eisenbahnviadukts beeinträchtigen.

Der Vergleich mit den Ergebnissen des Modells für den Zustand vor Baubeginn mit dem nach Bauausführung ergibt, dass diese geplanten Maßnahmen keine Wechselwirkung mit dem derzeitigen Hochwasserabfluss des Flusslaufs haben werden.

Die am Vorland geplanten Eingriffe gestatten einerseits den Schutz der Viaduktbauten und sorgen andererseits auch für den Schutz des bereits vorhandenen Autobahndamms.

In der nachstehenden Tabelle werden die Werte für Freibord und Energiepegel in Bezug auf die Wasserführung für Wiederkehrperioden von 200 und 300 Jahren für die geplanten Viadukte aufgeführt. Daraus geht hervor, dass diese Werte uneingeschränkt mit den Normen der Gewässerbehörde und den Vorschriften des Planungshandbuchs für Eisenbahnbauten vereinbar sind.

	Q.ta Piano Ferro (m s.m.m.)	Q.ta Intradosso Arco (m s.m.m.)	T=200 anni				T=300 anni			
			Livello idrico (m s.m.m.)	Franco idrico (m)	Livello energetico (m s.m.m.)	Franco energetico (m)	Livello idrico (m s.m.m.)	Franco idrico (m)	Livello energetico (m s.m.m.)	Franco energetico (m)
			Viadotto B.D.	567.59	562.95	535.68	27.27	536.06	26.89	535.85
Viadotto B.P.	567.16	562.52	535.59	26.93	536.02	26.50	535.76	26.76	536.20	26.32

## 16.2.2 Umleitung des Klaus Bachs

Im Rahmen der Planung der Wasserbauten zum Schutz/zur Regelung der Gewässer nimmt das Gebiet südlich des Bahnhofs Franzensfeste, in dem die eingleisigen Verknüpfungen für Gleis 2 und Gleis 1 von der Bestandsstrecke abzweigen, besondere Bedeutung an. In diesem Gebiet besteht die Gefahr in den wahrscheinlichen Volumen von Schuttströmen aus dem Klaus Bach.

Der untere Lauf des Klaus Bachs kurz vor der Einmündung in den Franzensfester Stausee wird von der Bestandsstrecke Franzensfeste – Waidbruck, der Brennerautobahn, einem Fahrradweg und der SS12 überquert. Die für Abfluss und Anstauung frei bleibenden Schnitte sind klein, weshalb Schuttströme eine Gefahr für die bestehenden Anlagen darstellen. Auch die Portale der geplanten Verknüpfungsgleise 1 und 2 befinden sich im Gefahrenbereich.

Die durchgeführten Studien haben erwiesen, dass in der Betriebsphase als Dauermaßnahme gegen Hochwasserereignisse und Schuttströme ein Sammelbecken und ein Abflusskanal für das Hochwasser angelegt werden müssen. Das Becken liegt gleich südwestlich der geplanten Strecke für das Verknüpfungsgleis 1 und unterhalb des in offener Bauweise angelegten Rohrs der Verknüpfung Gleis 2. Im Bauverlauf wird zur Gewährleistung des Schutzes vor Hochwasser und Schuttströmen so bald wie möglich

Dalle risultanze della simulazione nella configurazione ante operam è emerso che l'area golenale destra è interessata da tiranti pari a circa 1.00 metri per i tempi di ritorno in progetto.

È stata pertanto prevista la sistemazione della zona golenale con l'innalzamento di essa fino a superare i livelli idrici per la portata corrispondente al tempo di ritorno pari a 300 anni.

Salvaguardando l'attuale posizione della pista ciclabile l'intervento, dello sviluppo di circa 190 m, è costituito dalla realizzazione di un innalzamento dell'area golenale con materiale proveniente dagli scavi opportunamente compattato ed oggetto di un intervento di idrosemina con sponda verso il corso d'acqua realizzata in gabbioni metallici e materassi tipo Reno da 30 cm.

Tale intervento consente di evitare che i livelli idrici per le portate in progetto interessino le opere di sostegno del viadotto ferroviario.

Il confronto con i risultati della modellazione ante operam con quella post operam, evidenzia come le opere in progetto non interagiscono con l'attuale deflusso di piena del corso d'acqua.

Gli interventi previsti sull'area golenale consentono da un lato di proteggere le strutture in elevazione dei viadotti ferroviari e dall'altra di proteggere l'attuale rilevato autostradale.

Nella tabella seguente si riportano i valori del franco idraulico ed energetico con riferimento alle portate con tempo di ritorno di 200 e 300 anni per i viadotti in progetto; da essa emerge come i franchi risultano pienamente compatibili con le norme dell'Autorità di Bacino e con le prescrizioni del manuale di progettazione ferroviario.

	Q.ta Piano Ferro (m s.m.m.)	Q.ta Intradosso Arco (m s.m.m.)	T=200 anni				T=300 anni			
			Livello idrico (m s.m.m.)	Franco idrico (m)	Livello energetico (m s.m.m.)	Franco energetico (m)	Livello idrico (m s.m.m.)	Franco idrico (m)	Livello energetico (m s.m.m.)	Franco energetico (m)
			Viadotto B.D.	567.59	562.95	535.68	27.27	536.06	26.89	535.85
Viadotto B.P.	567.16	562.52	535.59	26.93	536.02	26.50	535.76	26.76	536.20	26.32

## 16.2.2 Deviazione Rio della Chiusa

Nell'ambito della progettazione delle opere idrauliche di difesa/regimazione delle acque, la zona della diramazione dell'interconnessione pari e dell'interconnessione dispari a binario singolo dalla linea esistente, a sud della Stazione di Fortezza, assume un particolare rilievo. In questa zona, il rischio è rappresentato dai probabili volumi di colate detritiche lungo il Rio della Chiusa.

Il corso inferiore del Rio della Chiusa, proprio prima dell'immissione nel lago artificiale di Fortezza, è attraversato dalla linea ferroviaria esistente Fortezza - Ponte Gardena e dall'Autostrada del Brennero, nonché da una pista ciclabile e dalla SS12. Le sezioni libere di deflusso e quelle di accumulo sono ridotte per cui le eventuali colate detritiche rappresentano un rischio per gli impianti esistenti. Anche i portali delle progettate interconnessioni dispari e pari vengono a trovarsi nella zona a rischio.

Gli studi effettuati hanno evidenziato che, in fase di esercizio, come misura di presidio contro eventi di piena e di colate detritiche, occorre realizzare un bacino di raccolta ed un canale di scarico delle acque di piena. Il bacino si troverà direttamente a sud-ovest del tracciato previsto per il binario di interconnessione dispari e al disotto della canna artificiale dell'interconnessione pari. In corso d'opera, per garantire la protezione dagli eventi di piena e dalle colate detritiche, si procederà quanto prima a predisporre un'area di raccolta del materiale detritico. È altresì necessario prevedere interventi di tipo logistico (piano di allarme e pronto intervento) per le attività nelle zone a rischio.

ein Sammelbereich für Geröllmaterial angelegt werden. Ebenso sind Maßnahmen logistischer Art für die Aktivitäten im Gefahrenbereich einzuplanen (Alarm- und Eingreifplan).

Die hydrologische Studie am Becken oberhalb des geplanten Eisenbahnbauwerks hat eine Wasserführung bei Höchststand für ein Zweihundertjahresereignis von  $4,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ermittelt.

Vom hydraulischen Standpunkt aus gesehen, besteht der maßgeblich für die Bemessung der Schutzbauten verantwortliche Vorgang im Schuttstrom.

Um das Festvolumen des Schuttstroms zu bestimmen, wurden verschiedene Methoden angewendet (empirische Formeln, hydrologische Methode, Ähnlichkeitsmodell): Bei dem vom Projekt berücksichtigten Ereignis, das durch eine Wiederkehrperiode von 200 Jahren gekennzeichnet ist, wurde als Festvolumen des Bezugsschuttstroms der Wert  **$8.500 \text{ m}^3$**  gewählt, der mit der Takahashi-Formel ermittelt wurde (hydrologische Methode). Dieses Hydrogramm weist eine Wasserführung am Höhepunkt (flüssig + fest) von  **$14,5 \text{ m}^3/\text{s}$**  auf.

Das Ereignis eines Schuttstroms mit einem derartigen Materialvolumen führt zur Gefahr der Verstopfung vorhandener Brückenbauten (minimale freie Querflächen im Bereich der Autobahnbrücke, extrem reduzierte freie Querflächen im Bereich des Fahrradwegs und der Brücke der Staatsstraße), was eine Überschwemmung der Eisenbahnlinie mit dem Schuttstrom auf Höhe 744,8 m ü.d.M. mit sich bringt.

Zum Schutz der geplanten Eisenbahnbauten sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- ein Sammelbecken für das Material etwaiger Schuttströme, das durch Aushub, Auftrag und Aufbau von Dämmen angelegt wird;
- eine Umleitung des Flussbetts und Umgestaltung des hydraulischen Profils des Klaus Bachs;
- Eingangsbauten zum Becken;
- Austrittsbauten am Becken;
- Straßeneinlauf auf Dienststraße.

### Sammelbecken

Unter Berücksichtigung von Lage und Höhe des Tunnels von Verknüpfungsgleis 2, dessen Spitze bei 752,30 m ü.d.M. liegt, befindet sich das Becken symmetrisch oberhalb der Überquerung des Tunnels, sodass es im Falle von Ereignissen erheblichen Umfangs nicht zu asymmetrischen Belastungen des in offener Bauweise angelegten Tunnels kommen kann. Der Boden des Ablagerungsgeländes liegt auf einer mittleren Höhe von 754,50 m ü.d.M.


Die von der Position von Verknüpfungsgleis 1, von der Breite der Zufahrtsstraße und der Grundfläche des Damms abhängige maximale Ablagerungsfläche beträgt ca.  $1800 \text{ m}^2$ .

Der obere Teil des Ablagerungsgeländes wird geschaffen, indem ein Graben im Erdreich ausgehoben wird.

Die Böschung auf der rechten Seite des Klaus Bachs wird bis zu einer Höhe von ca. 8,0 m mit Spritzbeton und Dauerankern stabilisiert. Zur Vervollständigung und für den Schutz der Stabilisierungsmaßnahmen wird Sichtmauerwerk errichtet. Am Hang oberhalb der stabilisierten Wand ist ein Bankett vorgesehen und die Böschung oberhalb des Banketts wird mit  $40^\circ$  Neigung modelliert.

Auf der orographisch linken Seite des Klaus Bachs werden die Gräben mit behauenen Stein in Trockenbau stabilisiert.

Das durchschnittliche Gefälle beträgt 3:2 und ist an die Eigenschaften des betroffenen Geländes anzupassen.

	<b>ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO  QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA  LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA</b>					
RELAZIONE GENERALE	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. B	FOGLIO 201 di 270

L'analisi idrologica condotta sul bacino a monte delle opere ferroviarie in progetto ha individuato una portata al colmo per l'evento duecentennale pari a 4.2 m<sup>3</sup>/s.

Dal punto di vista idraulico, il processo ritenuto determinante per il dimensionamento delle opere di difesa rilevanti ai fini progettuali è rappresentato dalla colata detritica.

Per determinare il volume solido della colata detritica sono stati applicati diversi metodi (formule empiriche, metodo idrologico, modello dell'analogia): per l'evento di progetto, caratterizzato da tempo di ritorno pari a 200 anni, si è scelto quale volume solido della colata di riferimento il valore di **8 500 m<sup>3</sup>** ottenuto mediante applicazione della formula di Takahashi (metodo idrologico). Tale idrogramma presenta una portata al colmo (liquido + solido) di **14.5 m<sup>3</sup>/s**.

Un evento di colata detritica, caratterizzato da tale volume di materiale, determina il pericolo di un'ostruzione degli attraversamenti esistenti (superfici trasversali libere minime nella zona del ponte autostradale; superfici trasversali libere molto ridotte nella zona della pista ciclabile e del ponte della Strada Statale), con conseguente alluvionamento da colata detritica della linea ferroviaria a quota 744.8 m s.m.m.

Per la difesa delle opere ferroviarie in progetto sono previsti i seguenti interventi:

- bacino di raccolta del materiale dovuto ad eventi di colata detritica, realizzato configurando il terreno mediante scavi, riporti e rilevati;
- deviazione dell'alveo e riassetto del profilo idraulico del rio della Chiusa;
- opere di ingresso al bacino;
- opera di uscita dal bacino;
- tombino strada di servizio.

#### Bacino di raccolta

Tenuto conto della posizione e della quota della galleria di interconnessione pari, la cui sommità è a 752.30 m s.m.m., il bacino è situato in maniera simmetrica sopra l'attraversamento della galleria, in modo da evitare, in caso di eventi rilevanti, un carico asimmetrico sopra la galleria artificiale; il fondo della zona di deposito è posto ad una quota media di 754.50 m s.m.m.

La superficie massima di deposito, subordinata alla posizione dell'interconnessione dispari, all'ampiezza della strada di accesso e all'area di impronta del rilevato, risulta di circa 1 800 m<sup>2</sup>.

La porzione superiore della zona di deposito sarà realizzata scavando una trincea nel terreno naturale.

La scarpata nel lato idrografico destro del Rio della Chiusa sarà stabilizzata, fino a circa 8.0 m di altezza, con calcestruzzo proiettato e tiranti permanenti. A chiusura e protezione degli interventi di stabilizzazione sarà realizzata una muratura a vista. Sul versante sopra la parete stabilizzata, è prevista una berma e la scarpata a monte della berma sarà modellata con una inclinazione di 40°.

Sul lato idrografico sinistro del Rio della Chiusa, le trincee saranno stabilizzate con pietrame squadrato a secco.

La pendenza media prevista è pari a 3:2, da adeguare in relazione alle caratteristiche del terreno interessato.

La porzione inferiore della zona di deposito sarà stabilizzata mediante un riporto e limitata da un rilevato. Sul terreno naturale è previsto un riporto alto fino a 9.0 m circa; il rilevato, con altezza fino a 17.4 m, sarà realizzato tramite una muratura di pietrame squadrato a secco.

Der untere Bereich des Deponiegeländes wird durch Materialauftrag stabilisiert und durch einen Erddamm eingegrenzt. Auf dem Gelände wird eine ca. 9,0 m hohe Erhöhung angehäuft. Der Damm mit Höhe bis 17,4 m wird mit einer Trockenmauer aus behauenen Stein angelegt.

Auf dem Grund des Beckens wird zwischen den Ein- und Austrittsbauten eine Verkleidung mit 0,5 m Dicke und einem Längsgefälle von 3% verlegt. Eine nicht armierte Betonsohle mit 0,5 m Dicke wird dazu dienen, den in offener Bauweise angelegten Tunnel vor Erosion und vor den Abräumarbeiten des beim Schuttstrom angespülten Materials zu schützen.

Auf dem Grund des als Mulde angelegten Beckens werden große Felsen eingearbeitet.

Unter Berücksichtigung der Höhe des nachstehend beschriebenen Sperrfilters von 3,5 m, des Gefälles des Ablagerungsgeländes, das vorsichtshalber auf Grundlage von Quellenangaben mit 8° veranschlagt wurde, sowie des Gefälles des Beckens von 3% beträgt die bei einem Ereignis nutzbare mittlere Tiefe 5,8 m, sodass das Gesamtfassungsvermögen des Beckens **10.000 m<sup>3</sup>** entspricht.

#### Einlauf

Am Portal des Sammelbeckens sind in Übereinstimmung mit der Spitze des Schuttstromkegels des Klaus Bachs zwei 5,0 m voneinander entfernte und 3,0 m hohe Querelemente vorgesehen, die aus Zyklopenmauerwerk bestehen und deren Funktion darin besteht, die Auswirkungen der rückschreitenden Erosion zu verringern.

#### Kammförmiges Wehr

Der Austritt besteht aus einem 3,5 m hohen kammförmigen Wehr mit vertikalen Stäben mit 0,4 m Durchmesser und lichter Weite von 0,5 m. Auf beiden Seiten des Wehrs werden an die benachbarten Erhöhungen anschließende Stützmauern errichtet.

Die Stützmauern lassen eine lichte Weite von 5,6 m. Das Wehr verfügt über einen trapezförmigen Abfluss, der in der Lage ist, selbständig den gesamten Durchsatz (4,5 m<sup>3</sup>/s) abzuleiten, auch wenn die darunter befindlichen Öffnungen ganz verstopft sein sollten.

#### Abflusskanal

Hinter dem kammförmigen Wehr wird ein Abflusskanal für das Hochwasser ab dem Auslauf des Sammelbeckens (Grundhöhe: 754,0 m ü.d.M.) bis zum vorhandenen Flussbett im Bereich der neuen Brücke der Verknüpfung Gleis 1 über den Klaus Bach (Grundhöhe 739,0 m) angelegt. Der Höhenunterschied von 15 m wird in vier Sprüngen von je 3,0 m und einem gut mit dem vorhandenen Bachbett verbundenen Abschnitt überwunden.

Die Sprünge werden durch vor Ort gegossene Betonwehre mit seitlichen Stützmauern angelegt. Das oberste Wehr ist in die Austrittsbauten des Sammelbeckens eingegliedert. Die Breite am Grund der Überlaufränder beträgt 4,0 m, die hydraulische Länge der Stufen 7,0 m.

#### Erddämme

Der Erdwall wird mit behauenen Stein in Trockenbauweise angelegt, das Gefälle des inneren Uferdamms des Beckens beträgt 2:1, während die Neigung des Außendamms 1:1 beträgt.

Die Höhe der Dammkrone erhebt sich zwischen maximal 762,5 m ü.d.M. und mindestens 760,0 m ü.d.M. aufgrund des Beckengefälles und der Neigung der Schuttablagerung, welche berücksichtigt worden sind. Vor dem Portal des in offener Bauweise angelegten Tunnels der Verknüpfung Gleis 2 variiert die Höhe der Krone zwischen 760,5 m ü.d.M. und 760,0 m ü.d.M. Die Höhe der Krone des parallel zur Zufahrtsstraße zur derzeit vorhandenen Unterführung verlaufenden Walls variiert zwischen 758,0 und 762,0 m ü.d.M.

Sul fondo del bacino, tra le opere di ingresso e di uscita, sarà posato un rivestimento dello spessore di 0.5 m con pendenza longitudinale del 3%. Una soletta in cls non armato, di spessore pari a 0.5 m, servirà a proteggere la galleria artificiale dall'erosione e dalle successive attività di sgombero e rimozione dei materiali dopo un evento di colata detritica.

Sul fondo del bacino, realizzato a forma di conca, saranno inglobati massi di grandi dimensioni.

In relazione all'altezza della briglia filtrante descritta di seguito, pari a 3.5 m, alla pendenza del deposito, ipotizzata cautelativamente pari a 8° secondo indicazioni bibliografiche, alla pendenza del bacino, del 3%, la profondità media utile, in caso di evento, è di 5.8 m per cui la capacità totale del bacino è pari a **10 000 m<sup>3</sup>** circa.

#### Opera di ingresso

In ingresso al bacino di accumulo, in corrispondenza della porzione apicale del cono di deiezione del Rio della Chiusa, sono previste due opere trasversali distanti 5.0 m l'una dall'altra, alte 3.0 m, costituite da muri ciclopici, la cui funzione è quella di ridurre gli effetti dell'erosione regressiva.

#### Briglia a pettine

L'opera di uscita è rappresentata da una briglia a pettine alta 3.5 m con sbarre verticali dal diametro di 0.4 m e luce netta di 0.5 m. Su ambo i lati della briglia a pettine, saranno realizzati muri di sostegno collegati agli adiacenti rilevati.

I muri di sostegno lasciano una luce libera di 5.6 m. La briglia è presidiata da gavetta di forma trapezia, in grado di smaltire autonomamente l'intera portata di progetto (4.5 m<sup>3</sup>/s), anche nel caso in cui le luci sottostanti risultino totalmente occluse.

#### Canale di smaltimento

A valle della briglia a pettine viene realizzato un canale di smaltimento delle acque di piena a partire dall'opera di uscita del bacino di raccolta (quota di fondo: 754.0 m s.m.m.) fino all'alveo esistente nella zona del nuovo ponte dell'interconnessione dispari previsto sopra il Rio della Chiusa (quota di fondo: 739.0 m s.m.m.). Il dislivello, pari a 15 m, verrà superato mediante con 4 salti di fondo ciascuno alto 3.0 m e da un tratto ben raccordato all'alveo esistente.

I salti sono realizzati mediante briglie in cls gettato in opera, con pareti di sostegno laterali. La briglia più a monte è integrata nell'opera di uscita del bacino di raccolta. La larghezza al fondo del bordi di tracimazione è pari a 4.0 m, la lunghezza idraulica dei gradini è pari a 7.0 m.

#### Rilevati

Il terrapieno sarà realizzato in pietrame squadrato a secco; la pendenza degli argini interni del bacino è di 2:1, mentre l'inclinazione degli argini esterni è di 1:1.

La quota di coronamento del rilevato si trova tra un massimo di 762.5 m s.m.m. e un minimo di 760.0 m s.m.m., per effetto della pendenza del bacino e dell'inclinazione del deposito di materiale detritico di cui si è tenuto conto. A monte del portale della galleria artificiale dell'interconnessione pari, la quota del coronamento è ubicata a quota variabile tra 760.5 m s.m.m. e 760.0 m s.m.m. La quota di coronamento del rilevato parallelo alla strada di accesso all'attuale sottopasso, è compresa tra 758.0 m s.m.m. e 762.0 m s.m.m.



### Zufahrtswege

Der Zugang zum Deponiegelände erfolgt über eine Dienststraße, deren Verlauf teils parallel zum Verknüpfungsgleis 1 liegt.

Die Überquerung des Klaus Bachs durch die Zufahrtsstraße wird durch die Errichtung eines vor Ort gegossenen Kastenkanals für den Bach mit max. Breite 16,0 m und Gesamtlänge 20,3 m bewerkstelligt.

Von der Lage her gesehen wird der Kasten mit der Straßenachse ausgerichtet und ca. 8 m vor der vorhandenen Eisenbahnbrücke realisiert. Das Bauteil hat eine 90 cm dicke Fundamentplatte mit Stufen, die auf einer 20 cm dicken Schicht Magerbeton aufliegt. Im Innern des Kastens wird der Flusskanal des Bachs durch Verfüllen mit Magerbeton mit Armierung aus elektrogeschweißter Matte im Bereich zwischen Fundamentoberkante und Fließebene angelegt.

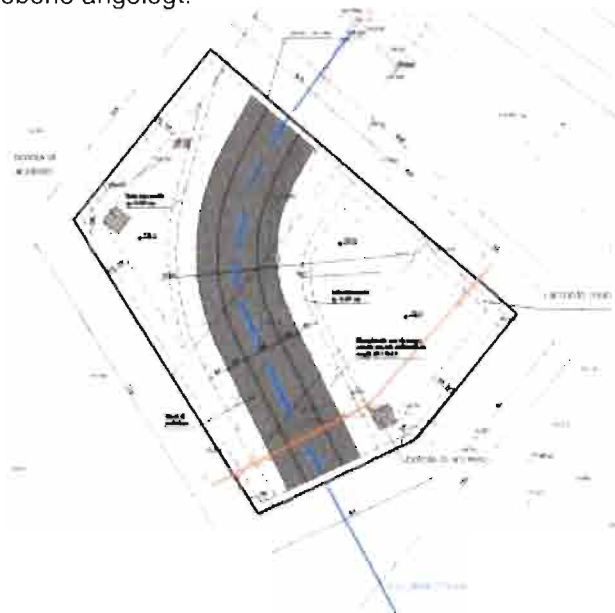


Abbildung 16.1 – Lageplan des geplanten Unterführungskanals

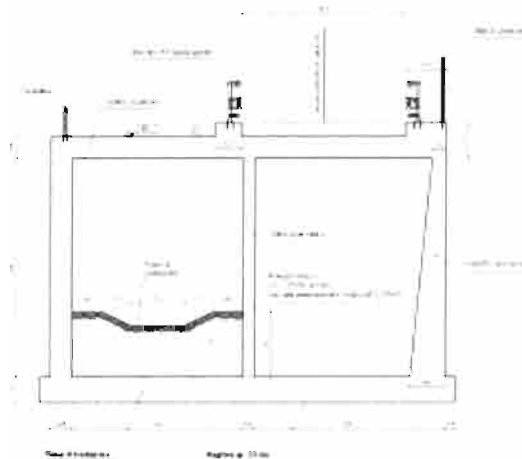


Abbildung 16.2 – Regelquerschnitt A-A des geplanten Unterführungskanals

Viabilità di accesso

L'accesso alla zona di deposito avverrà mediante una strada di servizio il cui tracciato ha in parte andamento parallelo a quello dell'interconnessione dispari.

L'attraversamento del Rio della Chiusa dalla strada di accesso è risolto mediante la realizzazione di un tombino scatolare gettato in opera con larghezza massima di 16.0 m e lunghezza complessiva di 20.3 m.

Dal punto di vista planimetrico lo scatolare è posto in linea all'asse della strada e viene realizzato circa 8 m a monte del ponte ferroviario esistente. Il manufatto presenta una platea di fondazione a gradoni di spessore 90 cm che poggia su uno strato di magrone di 20 cm. All'interno dello scatolare è prevista la sagomatura del canale di scorrimento del rio, mediante riempimento con magrone armato con rete elettrosaldata della zona compresa tra l'estradosso della fondazione ed il piano di scorrimento.

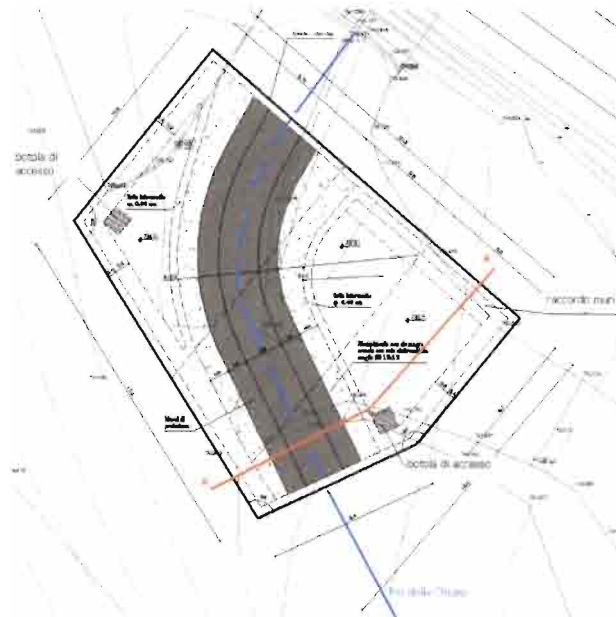


Figura 16.1 - Planimetria del tombino in progetto

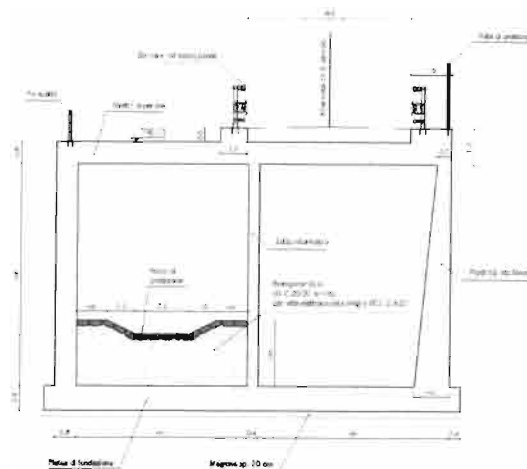


Figura 16.2 - Sezione tipo A-A del tombino in progetto

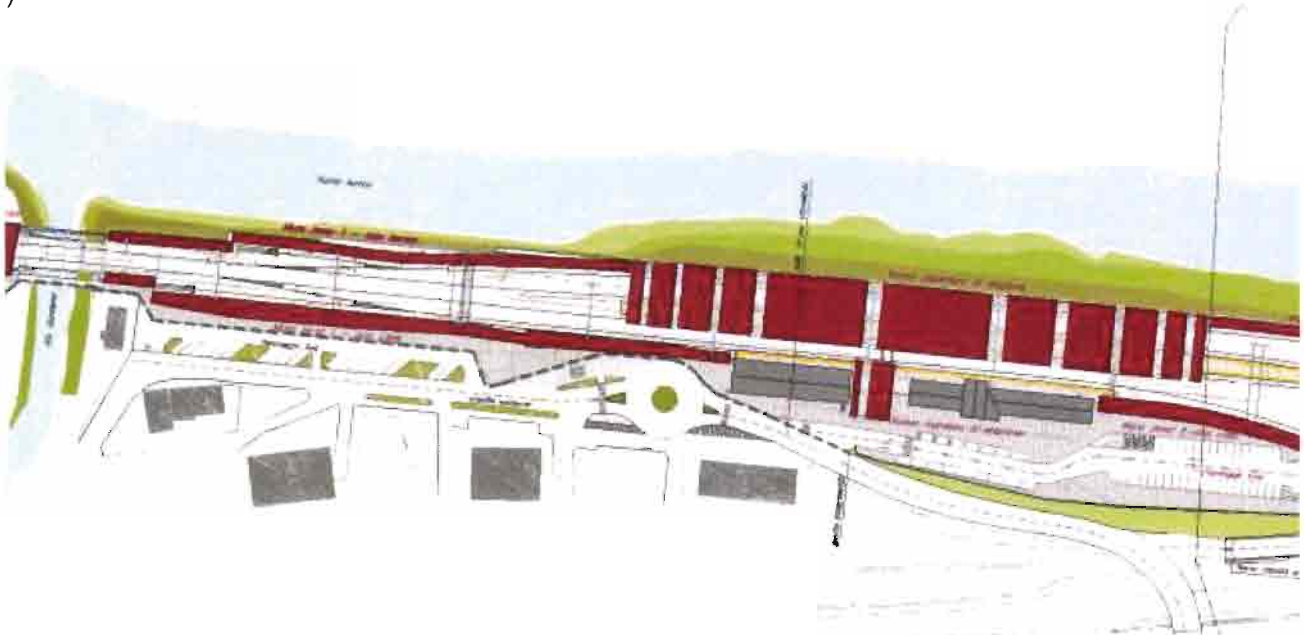
### 16.2.3 Maßnahmen in Waidbruck

Im Rahmen der zur architektonischen Eingliederung der Infrastruktur in Waidbruck geplanten Maßnahmen (siehe Absatz 14) wird die Notwendigkeit überprüft, Stützstrukturen an der linken Uferseite des Eisack zu errichten.

Diese Maßnahmen betreffen die Realisierung von Mauerfundamenten, die im Abschnitt zwischen km 3+127,37 und km 3+298,96 (Bereich Bahnhof Waidbruck) kurz vor dem Eintritt in den in offener Bauweise angelegten Eisenbahntunnel auf der Seite Bozen geplant sind.

Für diese Bauwerke wurde ein Hydraulikmodell erstellt, dessen Ergebnisse nachstehend aufgeführt sind. Damit sollten die Einflüsse der Bauwerke auf die Wasserführung ermittelt werden, obwohl die betreffende Maßnahme kein Tunnelbau ist, wie vorgeschrieben, sondern in der Errichtung von Mauern besteht. (Abbildung 16.3 – Mauern Zone 1 Eisack: Auszug aus dem Lageplan

)



**Abbildung 16.3 – Mauern Zone 1 Eisack: Auszug aus dem Lageplan**

Die Errichtung dieser Bauwerke umfasst sowohl eine Phasenplanung als auch eine genaue hydrologische/hydraulische Überprüfung, dank der die korrekte Bemessung entsprechend der geometrisch-dimensionalen Beziehungen zum Wasserlauf gewährleistet wird. Die Phasen werden folgendermaßen gegliedert:

1. Ausgehend vom Streckenabschnitt bei ca. km 172+375÷172+400 der Bestandsstrecke und weitergehend in Richtung Eisenbahnbrücke über den Grödner Bach wird grobes Kiesmaterial am linken Flussufer des Eisack abgeladen, wodurch eine Flussbank mit einer Breite von ca. 5,50 m auf einer Höhe von ca. 3,00 m vom Wasserpegel des Flusses (+462,50 m ü.d.M.) entsteht.
2. Im weiteren Verlauf sind an der provisorisch errichteten Böschung Schutzfelsen anzubringen, welche die Bank vor Erosion schützen sollen.
3. Realisierung einer Jet-Grouting-Säule (ø800/500), die von der Höhe der Bank bis zur Höhe der Unterseite des Bodenabschlusses an der Stelle reicht, an welcher die Mikropfähle eingesetzt werden. Die Ausführung der Säule (Jet-Grouting) erfolgt mithilfe einer Maschine, die mit Verkleidung und Preventer zum Zurückhalten der Abwässer ausgerüstet ist.

### 16.2.3 Interventi a Ponte Gardena

Nell'ambito degli interventi previsti ai fini dell'inserimento architettonico dell'infrastruttura a Ponte Gardena (vedi paragrafo 14) si verifica la necessità di prevedere strutture di sostegno sulla sponda sinistra del fiume Isarco.

Gli interventi riguardano la realizzazione delle fondazioni dei muri pervisti nel tratto compreso tra il km 3+127,37 ed il km 3+298,96 (zona stazione ferroviaria di Ponte Gardena), poco prima dell'imbocco della galleria ferroviaria artificiale esistente lato Bolzano.

Per queste opere si è effettuata una modellazione idraulica, i cui esiti sono riportati di seguito, tesa a definire gli influssi sul regime idraulico delle opere, anche se l'intervento specifico non è costituito da gallerie, come indicato dalla prescrizione, ma dalla realizzazione di muri. (Figura 16.3)



**Figura 16.3 – Ponte Gardena: stralcio planimetrico muri lato Isarco**

La realizzazione di queste opere prevede sia una fasistica che una verifica puntuale di tipo idrologico/idraulico, che permetta di garantire il corretto dimensionamento in funzione dei rapporti geometrico-dimensionali con il corso d'acqua. Le fasi sono articolate come riportato di seguito:

1. A partire dal tratto di linea posto al km 172+375-172+400 circa della linea storica e procedendo in direzione del ponte ferroviario sul torrente Rio Gardena, viene scaricato materiale ghiaioso grossolano sulla sponda sinistra del fiume Isarco, in modo da creare una banca di larghezza di circa 5,50 m ad un'altezza di circa 3,00 m dal livello idraulico del fiume (+462,50 m s.l.m.).
2. Man mano che si avanza occorre prevedere sul versante della scarpata provvisoria massi di protezione che vadano a limitare l'erosione della banca.
3. Realizzazione di una colonna di Jet-grouting ( $\varnothing 800/500$ ) da quota banca a quota intradosso tappo di fondo in corrispondenza del punto dove verranno eseguiti i micropali. L'esecuzione del trattamento colonnare (Jet-grouting) verrà realizzata mediante macchina dotata di rivestimento e preventer per il contenimento del refluo.

4. Realisierung einer Schottwand aus Mikropfählen mit  $\varnothing 250/30$  und Randstein aus Beton bis zur Höhe +467,60 m ü.d.M. (Wasserpegel des Flusses Eisack bei vorübergehender Einengung des Querschnitts).
5. Realisierung des Bodenabschlusses mit Jet-Grouting-Säulen  $\varnothing 800/500$  zwischen vorhandener Mauer und Mikropfahl-Schottwand (Leerbohrung);
6. Realisierung von Fundamentpfählen mittels Leerbohrung; die Pfähle werden mittels Bohrung unter Einsatz des Metallblechs gefertigt;
7. Aushub zur Realisierung der Fundamentplatte mit Einfügung einer provisorischen Kontaktstelle zwischen Schottwand und Altbau.
8. Realisierung der Fundamentplatte und Errichtung der Mauer (Betonguss an Altbau).
9. Wiederverfüllung des Mauerfundaments und Realisierung eines Schutzes durch Felsen.
10. Abbruch der Schottwand, Entfernung des provisorischen Schutzes.
11. Realisierung der Einkapselung am Kopfbereich.

Nachstehend werden die Ergebnisse des sowohl für die definitive als auch für die provisorische Phase erstellten Hydraulikmodells aufgeführt, mit dem die Einflüsse der Bauwerke auf die Wasserführung bestimmt werden sollten. Daraus geht hervor, dass die Bauwerke sich in vernachlässigbarer Weise auf die Wasserführung des Eisack auswirken.

#### Definitive Phase

Zur Feststellung der Störf Wirkung der geplanten Bauwerke auf die Abflussleistung des Eisack wurde ein eindimensionales Hydraulikmodell an 26 Querschnitten erstellt, die einer bathymetrischen Erfassung der Flussachse über eine Gesamtlänge von ca. 1975 m entnommen wurden.

Die numerischen Simulationen wurden mithilfe des *HEC-RAS RIVER ANALYSIS SYSTEM (Version 4.0 März 2008)* durchgeführt, einem eindimensionalen Berechnungsprogramm mit permanenter Bewegung, das eine angemessene Darstellung des Phänomens liefert und vom U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, entwickelt wurde. Eine Beschreibung liegt in Anhang A bei.

In Übereinstimmung mit den Vorgaben des Eisenbahnplanungshandbuchs (für Becken mit einer Fläche über  $10 \text{ km}^2$  entspricht die Wiederkehrperiode 300 Jahren) wurden die Hydrauliksimulationen sowohl für den tatsächlichen Zustand als auch für den Projektzustand für ein Ereignis mit Wiederkehrperiode von **200 bis 300 Jahren** entwickelt (Wasserführung des Eisack nach Zufluss des Grödner Bachs).

Die zur Implementierung des numerischen Modells für die Definition potentieller Überflutungsgebiete verwendete Geometrie stützt sich auf eine topographische Vermessung, die eigens für diese Studie entwickelt wurde.

Die Haupteigenschaften der Geometrie des Modells lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Gesamtlänge des von der Studie erfassten Abschnitts: 1975 m;
- Anzahl vermessener Querschnitte: 26;
- Anzahl von Brücken/Stegen/Schächten: 1;
- Mittleres Gefälle des Wasserlaufs: 0,9% stromaufwärts, 0,02% stromabwärts.

Als Wasserbauten im Flussbett ist einzig eine Straßenbrücke vorhanden (Via Isarco).

Die numerischen Simulationen wurden unter der Bedingung „mixed flow“ vorgenommen. Daher wurden der Umgebung sowohl an den stromaufwärts gelegenen als auch an den stromabwärts gelegenen Schnitten Bedingungen auferlegt. Stromaufwärts wurde abgesehen von der Wasserführung die Bedingung der gleichmäßigen Bewegung in Form des Gefälles der Energielinie auferlegt, welche als gleich des mittleren Gefälles des Flussgrunds angenommen wurde. Die gleiche Bedingung wurde dem stromabwärts gelegenen Schnitt auferlegt.

4. Realizzazione della paratia di micropali  $\varnothing 250/30$  con cordolo in c.a. fino a quota +467,60 m s.l.m. (livello idrico del fiume Isarco con restrizione temporanea della sezione).
5. Realizzazione del tappo di fondo con colonne in jet-grouting  $\varnothing 800/500$  tra muro esistente e paratia di micropali (perforazione a vuoto);
6. Realizzazione dei pali di fondazione con perforazione a vuoto; i pali vengono realizzati mediante trivellazione con impiego del lamierino metallico
7. Scavo per realizzazione del plinto di fondazione con inserimento di punto provvisorio di contrato tra paratia ed opera esistente.
8. Realizzazione del plinto di fondazione ed elevazione del muro (getto contro opera esistente).
9. Ritombamento della fondazione del muro e realizzazione di una protezione in massi;
10. Demolizione della paratia, rimozione protezione provvisoria;
11. Realizzazione dell'opera di incapsulamento in testa.

Si riportano di seguito gli esiti della modellazione idraulica effettuata sia per la fase definitiva che per quella provvisoria, tesa a definire gli influssi sul regime idraulico delle opere, e che evidenziato che le opere in progetto interferiscono in maniera trascurabile sul regime idraulico del Fiume Isarco.

#### Fase Definitiva

Per l'interferenza delle opere in progetto con il deflusso del fiume Isarco si è proceduti con una modellazione idraulica monodimensionale condotta su 26 sezioni trasversali estratte da un rilievo batimetrico condotto su una lunghezza complessiva dell'asta fluviale pari a circa 1975 m.

Le simulazioni numeriche sono state condotte utilizzando *HEC-RAS RIVER ANALYSYS SYSTEM (versione 4.0 del marzo 2008)*, un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce una adeguata rappresentazione del fenomeno, sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, descritto in Appendice A.

In accordo con quanto previsto per il manuale di progettazione ferroviaria (per bacini con area maggiore di 10 kmq il tempo di ritorno di riferimento è pari a 300 anni) le simulazioni idrauliche sono state sviluppate con riferimento sia allo stato di fatto sia allo stato di progetto per evento caratterizzato da tempo di ritorno pari a **200 anni e 300 anni** (portata dell'Isarco a valle della confluenza del Rio Gardena).

La geometria utilizzata per implementare il modello numerico per la definizione delle aree di potenziale allagamento è basata su un rilievo topografico sviluppato appositamente per il presente studio (**Figura 16.4**).

Le principali caratteristiche della geometria del modello sono così riassumibili:

- lunghezza totale tratto di studio: 1975 m;
- numero di sezioni trasversali rilevate: 26;
- numero di ponti/ponticelli/tombini: 1;
- pendenza media del corso d'acqua: 0.9% a monte, 0.02% a valle.

Tra i manufatti idraulici presenti in alveo si individua un unico ponte stradale (via Isarco).

Le simulazioni numeriche sono state condotte in condizione di "mixed flow". Si sono quindi imposte condizioni al contorno sia sulla sezioni di monte, sia su quella di valle. A monte, oltre al valore di portata, è stata imposta la condizioni di moto uniforme nella forma della pendenza della linea dell'energia, considerata pari alla pendenza media del fondo. Medesima condizione al contorno è stata imposta nella sezione di valle.

Il coefficiente di scabrezza secondo Manning impostato per le sezioni idrauliche nelle simulazioni è pari a  **$0.033 \text{ ms}^{-1/3}$**  per quanto riguarda l'alveo e  **$0.035 \text{ ms}^{-1/3}$**  per le sponde.



Die hydraulischen Kontrollen wurden für eine Wasserführung vorgenommen, die Wiederkehrperioden von 200 und 300 Jahren mit einem jeweiligen Wert von **944,66 m<sup>3</sup>/s** und **995,04 m<sup>3</sup>/s** entsprechen.



**Abbildung 16.4** – Eisack: schematischer Lageplan des Hydraulikmodells

Der für die hydraulischen Schnitte in der Simulation eingesetzte Rauigkeitskoeffizient nach Manning entspricht **0,033 ms<sup>-1/3</sup>** für das Flussbett und **0,035 ms<sup>-1/3</sup>** für die Ufer.

Die numerischen Simulationen wurden sowohl mit dem Szenario vor Baubeginn (ohne Bauwerke) als auch nach Baudurchführung (Mauern am linken Ufer) durchgeführt und die Ergebnisse der beiden Modelle verglichen.

Das Ergebnis der Simulation mit gleichförmigem Strom für die Konfiguration des tatsächlichen Zustands mit der Wasserführung in Bezug auf einen Wiederkehrzeitraum von 200 Jahren ohne Berücksichtigung des Festtransports ist in Abb. 16.5 als Wasserprofil aufgezeichnet.

Das Ergebnis der Simulation mit gleichförmigem Strom für die Konfiguration des tatsächlichen Zustands mit der Wasserführung in Bezug auf einen Wiederkehrzeitraum von 300 Jahren ohne Berücksichtigung des Festtransports ist in Abb. 16.6 als Wasserprofil aufgezeichnet. Die hohe Wiederkehrzeitspanne von 300 Jahren führt zu durchschnittlich 20 cm höheren Wasserständen im untersuchten Abschnitt.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate per le portate corrispondenti a tempi di ritorno di 200 e 300 anni, aventi un valore rispettivamente di **944.66 m<sup>3</sup>/s** e **995.04 m<sup>3</sup>/s**.



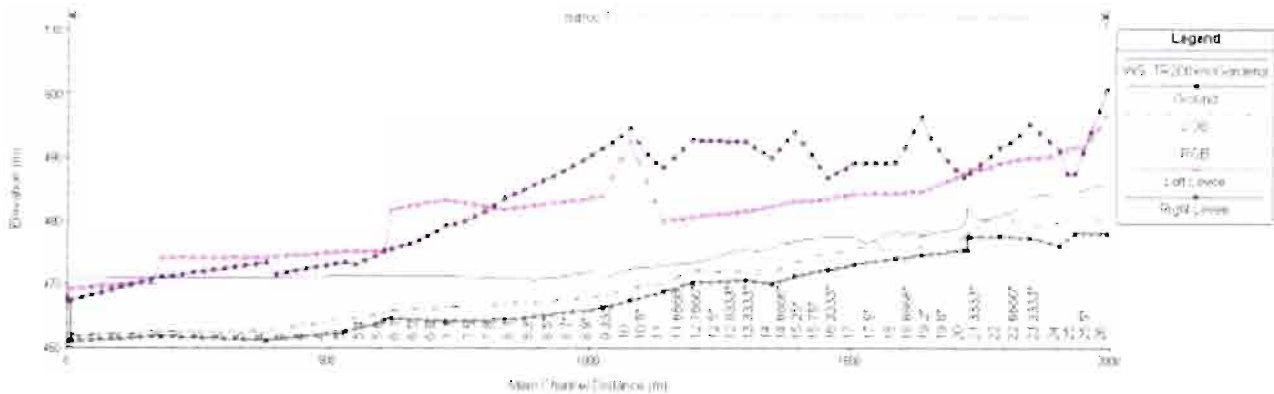
**Figura 16.4 – Fiume Isarco: schema planimetrico della modellazione idraulica**

Le simulazioni numeriche sono state condotte sia nello scenario ante operam (senza opere) che post operam (muri in sponda sinistra) confrontando i risultati delle due modellazioni.

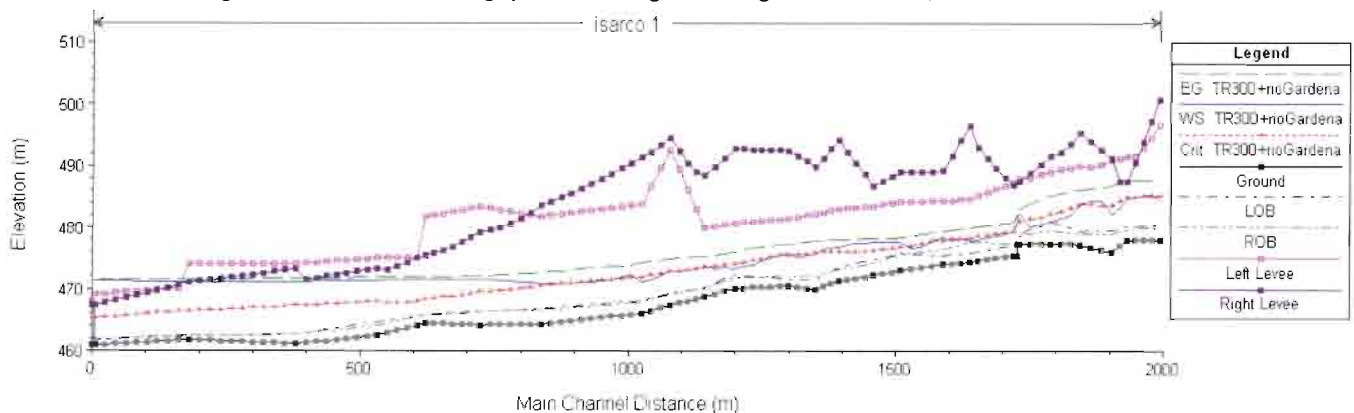
I risultati della simulazione a moto permanente per la configurazione dello stato di fatto con la portata riferita al tempo di ritorno di 200 anni, senza tener conto del trasporto solido, sono riportati in Figura 16.5 in termini di profilo idrico.

I risultati della simulazione a moto permanente per la configurazione dello stato di fatto con la portata riferita al tempo di ritorno di 300 anni, senza tener conto del trasporto solido, sono riportati in Figura 16.6 in termini di profilo idrico. L'evento con tempo di ritorno 300 anni porta ad avere livelli idrici mediamente più alti di circa **20 cm** nel tratto indagato.





**Abbildung 16.5 – Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 200 Jahre, tatsächlicher Zustand**

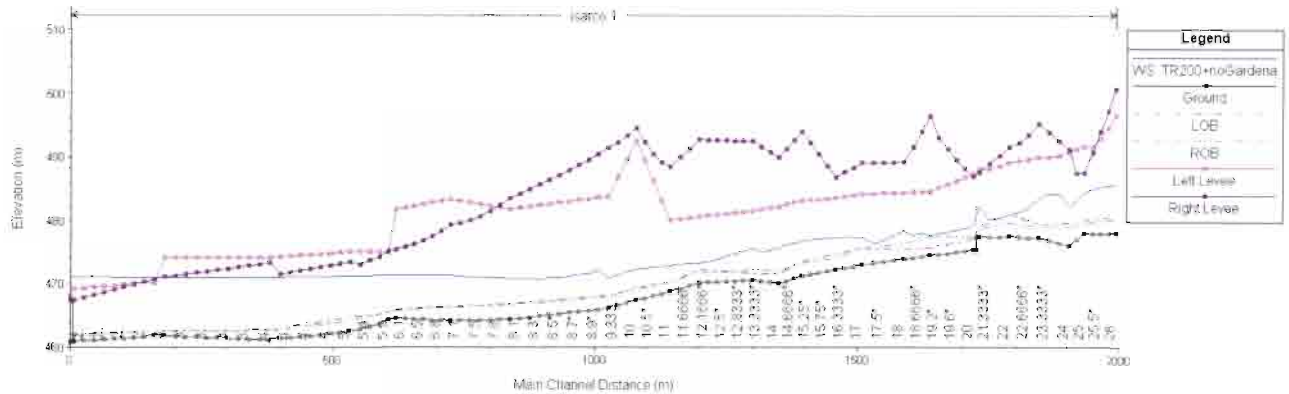


**Abbildung 16.6– Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 300 Jahre, tatsächlicher Zustand**

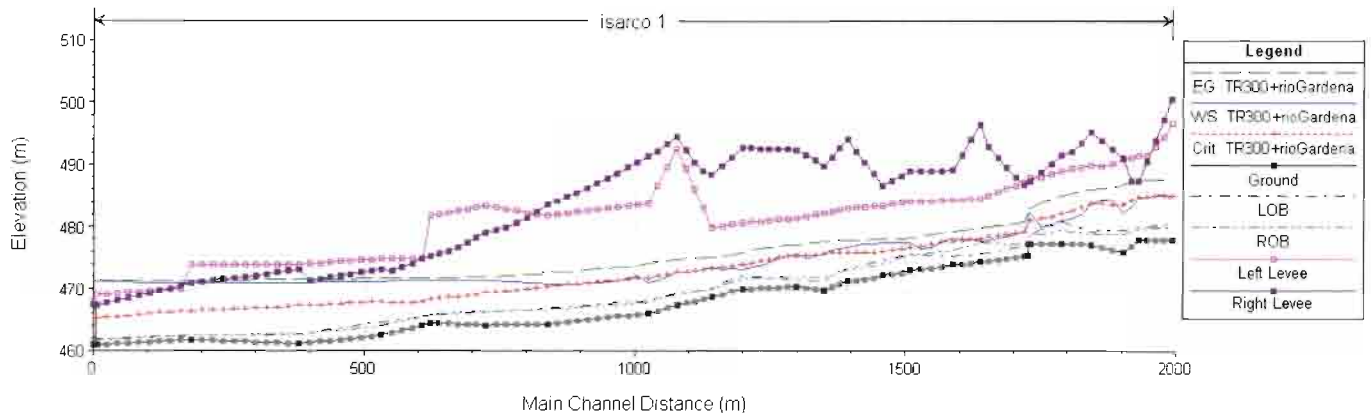
Zum momentanen Planungsstand wirken die Bauwerke nur auf der Strecke zwischen den Abschnitten 3 und 8 störend auf den Wasserlauf, insbesondere zwischen Abschnitt 3 und 6 ist dort eine Schutzmauer geplant, um die Realisierung der Bauarbeiten zur Deckung des Bahnhofs zu gestatten, durch welche der Querschnitt des Flussbetts eingengt wird. Die Ergebnisse der Simulation mit permanenter Bewegung zur Konfiguration des Projektzustands mit einer auf eine **Wiederkehrzeitspanne von 200** Jahren bezogenen Wasserführung ohne Berücksichtigung der Mitführung von Festkörpern sind in Abb. 16.7 als Wasserprofil aufgeführt, während Abb. 16.8 einen Auszug der Projektquerschnitte zeigt, an denen die Bauwerke sich störend auf den Wasserlauf auswirken.

Allgemein kann behauptet werden, dass sowohl im aktuellen Zustand als auch im Planungsstand die zweihundertjährige Wasserführung mit Wasser- und Energiepegeln abfließt, die unter der Höhe von rechtem und linkem Ufer an den vermessenen Querschnitten liegen; die einzige Strecke, an der ein Überlaufen der Ufer festgestellt wird, ist diejenige zwischen Schnitt 1 und 2, zu der die Eisack-Brücke gehört. Diese Brücke erweist sich als unzureichend für den Durchfluss der gemäß Planung voraussehbaren Wasserführung und bewirkt einen Anstieg des Wasserpegels, der sich auf einen ausgedehnten Abschnitt des Wasserlaufs stromaufwärts des Bauwerks erstreckt.

Zwischen den Schnitten 3 – 22, welche mit dem von den Bauwerken betroffenen Gebiet übereinstimmen, zeigt die Simulation, dass die zweihundertjährige Wasserführung im Innern des auf dieser Strecke stark umgrenzten Flussbetts abläuft und dabei ausreichende Sicherheitsmargen sowohl beim Wasser- als auch beim Energiepegel vorhanden sind, mit Ausnahme des genannten Teilstücks, an dem eigens die Schutzmauer errichtet wird. Das Gebiet wird daher nicht von Überflutungen des Eisack betroffen.



**Figura 16.5– Profilo idrico longitudinale Tr 200 anni, stato di fatto**

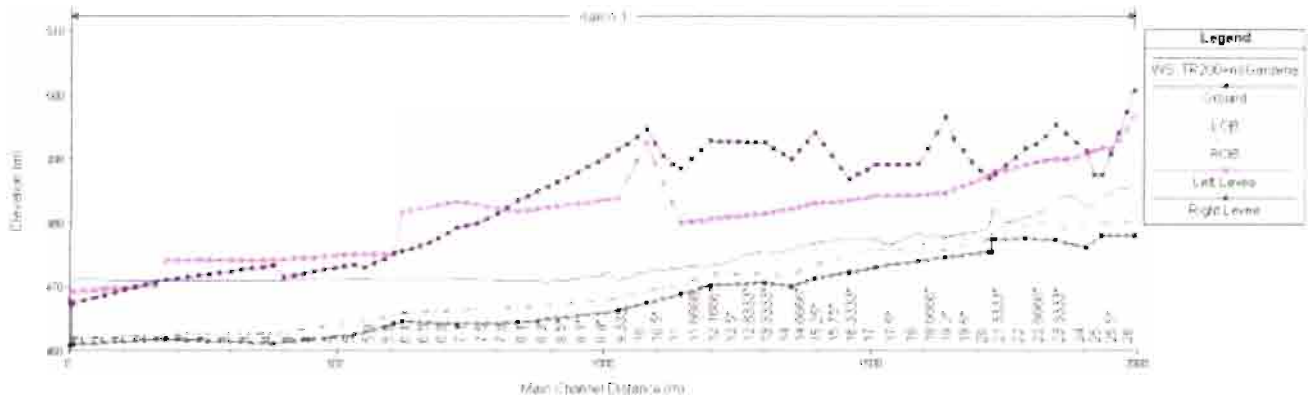


**Figura 16.6– Profilo idrico longitudinale Tr 300 anni, stato di fatto**

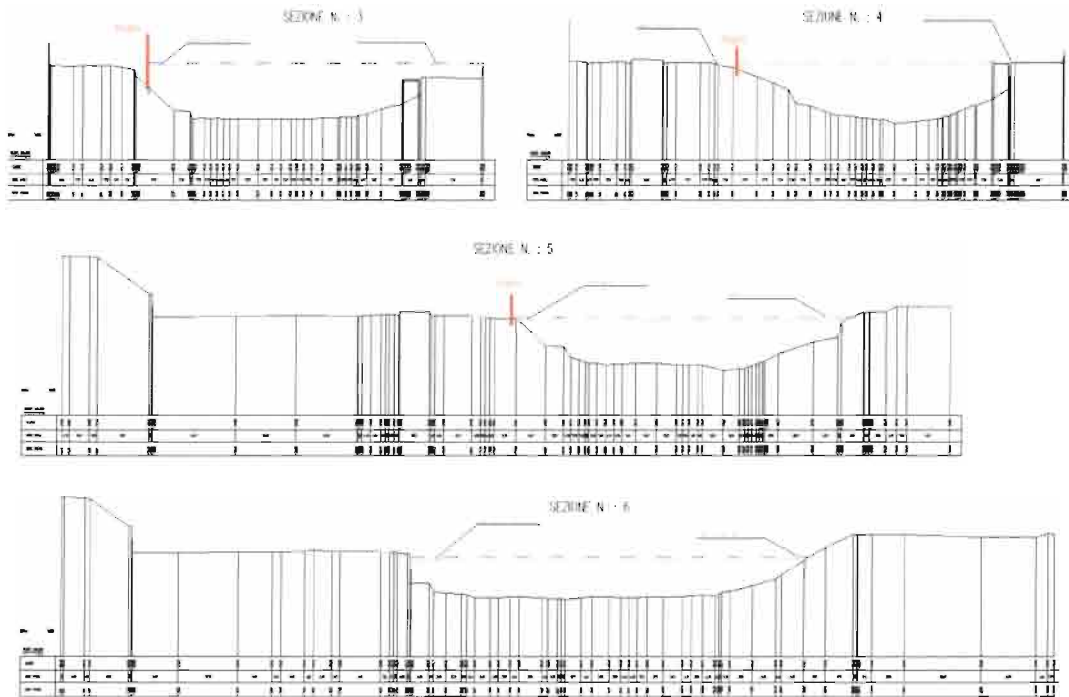
Nello stato di progetto, le opere interferiscono con il corso d'acqua solo nel tratto compreso tra le sezioni 3 e 8, e più in particolare tra la sezione 3 e la sezione 6 è previsto un muro di difesa per consentire la realizzazione dell'opera di copertura della stazione, che restringe la sezione d'alveo. I risultati della simulazione a moto permanente per la configurazione dello stato di progetto con la portata riferita al tempo di **ritorno di 200 anni**, senza tener conto del trasporto solido, sono riportati in Figura 16.7 in termini di profilo idrico, mentre la Figura 16.8 riporta un estratto delle sezioni di progetto dove le opere interferiscono con il corso d'acqua.

In generale si può affermare che sia nello stato di fatto sia nello stato di progetto la portata duecentennale defluisce con livelli idrici ed energetici inferiori alle quote della sponda destra e sinistra delle sezioni rilevate; l'unico tratto in cui si manifesta una tracimazione delle sponde è quello compreso tra le sezioni 1 e 2, tra cui è compreso il ponte di via Isarco. Questo ponte risulta insufficiente al transito della portata di progetto e determina un innalzamento dei livelli idrici che si ripercuote su un esteso tratto di corso d'acqua a monte dell'opera.

Tra le sezioni 3 – 22, localizzate in corrispondenza dell'area oggetto di intervento, la simulazione mostra che la portata duecentennale defluisce all'interno dell'alveo, fortemente incassato in questo tratto, con sufficienti franchi di sicurezza sia sul livello idrico che energetico, fatta eccezione per il tratto dove viene realizzato appositamente il muro di difesa delle opere. L'area non viene pertanto interessata da alcun fenomeno di inondazione del Fiume Isarco.



**Abbildung 16.7 – Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 200 Jahre, geplanter Zustand**



**Abbildung 16.8– Projektschnitte mit Angabe der Ergebnisse für TR200**

Die Ergebnisse der Simulation mit TR300 Jahre im Projektzustand sind in Abb. 16.9 und 16.10 aufgeführt.

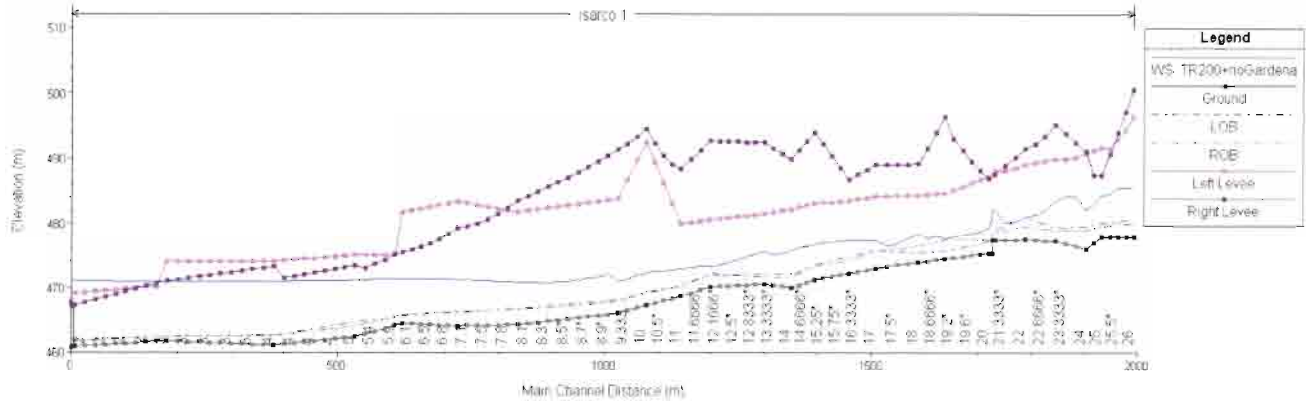


Figura 16.7– Profilo idrico longitudinale Tr 200 anni, stato di progetto

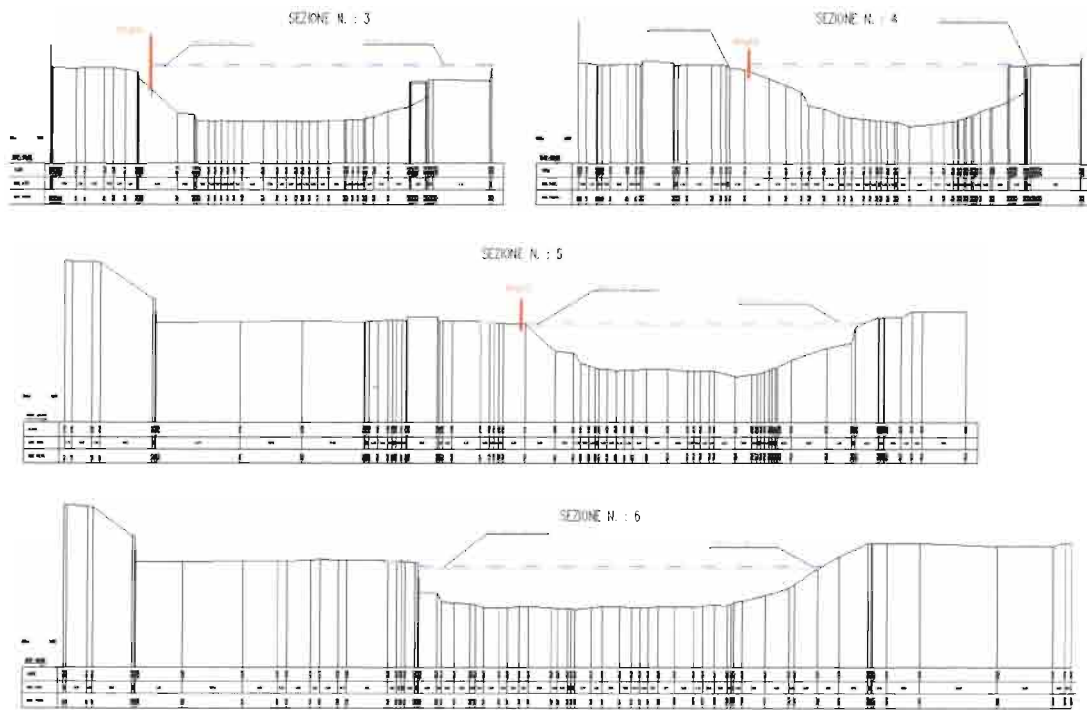
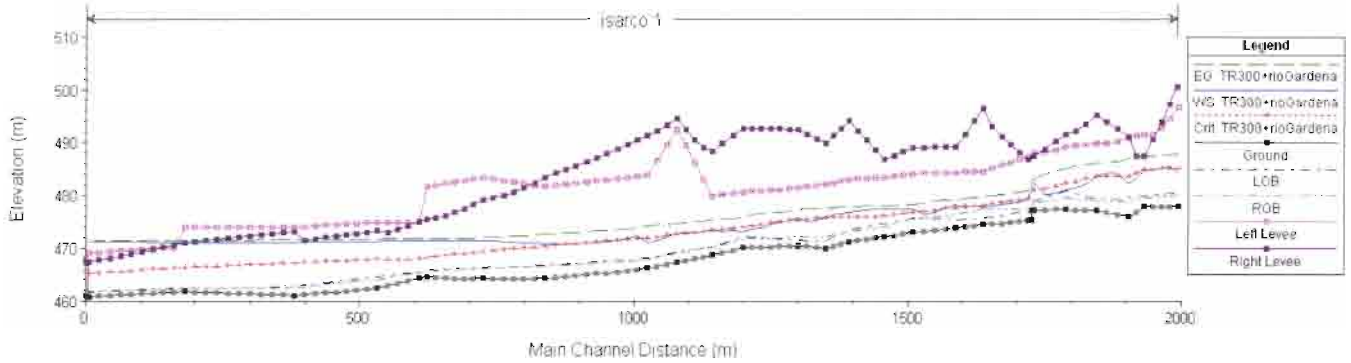
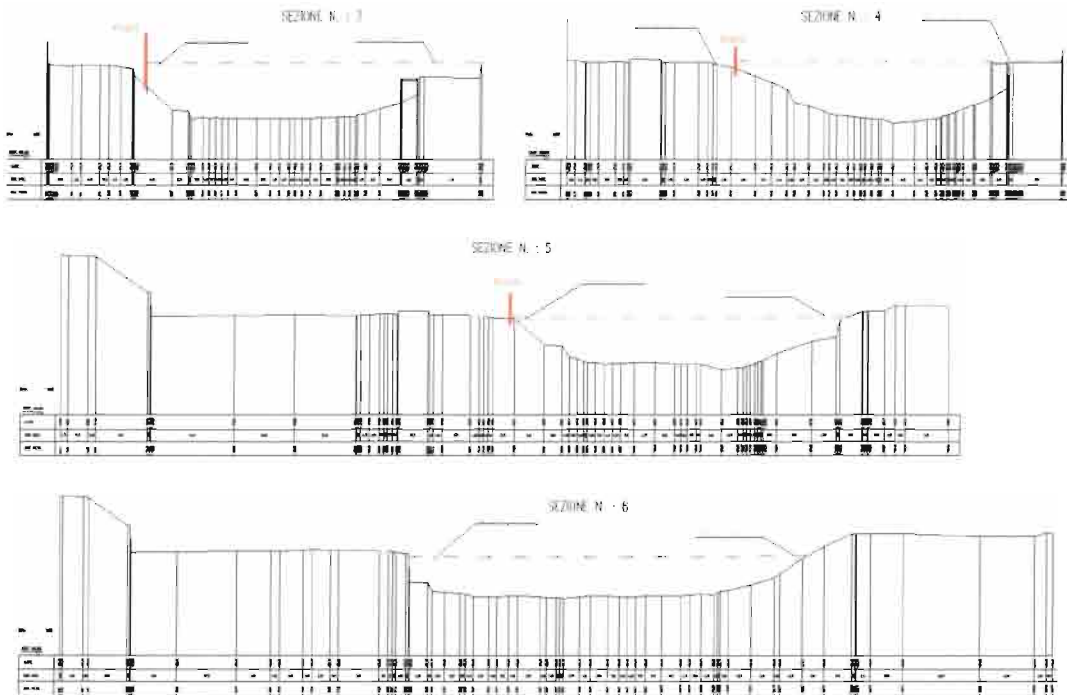


Figura 16.8– Sezioni di progetto con indicazione dei risultati per TR200

I risultati relativi alla simulazione con TR 300 anni nello stato di progetto sono riportati in Figura 16.9 e in Figura 16.10.



**Abbildung 16.9– Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 300 Jahre, geplanter Zustand**



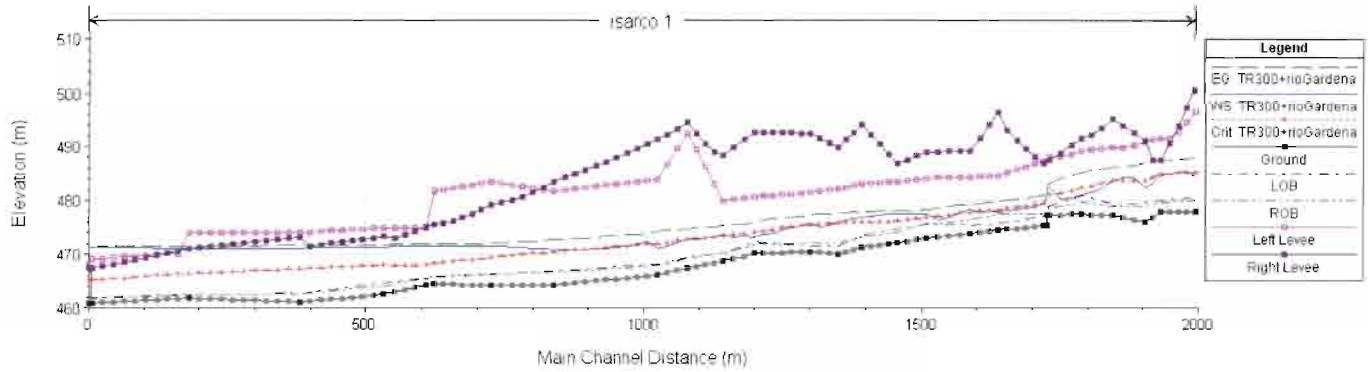
**Abbildung 16.10 – Projektschnitte mit Angabe der Ergebnisse für TR300**

Es wird beobachtet, dass keine erheblichen Unterschiede im Hinblick auf die Wasserpegel zwischen tatsächlichem Zustand und Projektzustand auftreten. Die Unterschiede liegen im Zentimeterbereich an der Strecke zwischen Schnitt 3 und 8, sowohl bei der Simulation TR200 Jahre als auch bei TR300 Jahre.

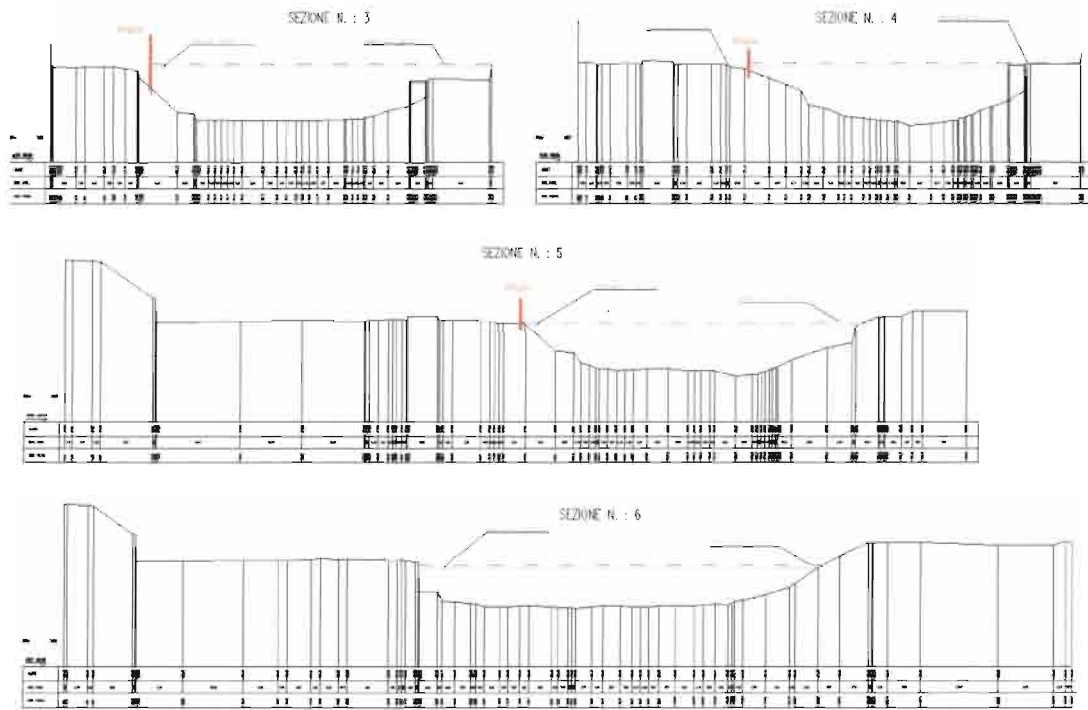
Die Tabellen 16.1 und 16.2 zeigen den Vergleich zwischen den Ergebnissen, die für TR200 und TR300 bezüglich der Wasserpegel im tatsächlichen und Projektzustand ermittelt worden sind. Im Hinblick auf das Profil ist dieser Unterschied kaum sichtbar, in Abbildung 16.11 – Strecke, an der ein Anstieg des Wasserpegels im Zentimeterbereich verzeichnet wird, blau gestrichelt hervorgehoben.

wird daher die Strecke hervorgehoben, an die die erfassten Unterschiede auftreten.





**Figura 16.9– Profilo idrico longitudinale Tr 300 anni, stato di progetto**



**Figura 16.10– Sezioni di progetto con indicazione dei risultati per TR300**

Si osserva che non vi sono differenze rilevanti in termini di livelli idrici tra lo stato di fatto e lo stato di progetto: le differenze sono dell'ordine del centimetro in corrispondenza del tratto tra la sezione 3 e la sezione 8 nel caso sia della simulazione TR 200 anni che della simulazione TR 300 anni.

Le Tabella 16.1 e Tabella 16.2 riportano il confronto tra i risultati ottenuti rispettivamente per TR 200 e TR 300 anni in termini di livelli idrici nello stato di fatto e nello stato di progetto. In termini di profilo tale differenza non è apprezzabile, si evidenzia pertanto in Figura 16.11 il tratto in cui si manifestano le differenze rilevate.

Tabelle 16.1– Ergebnisse der numerischen Simulationen TR 200 Jahre ( $Q=944,66 \text{ m}^3/\text{s}$ ): Wasserpegel im Ausgangszustand (sdf) und Projektzustand (sdp)

River station	Pegel sdf TR200 [m ü.d.M.]	Pegel sdp TR200 [m ü.d.M.]	Unterschied sdp-sdf [m]
26	485.46	485.46	0
25	484.33	484.33	0
24	482.09	482.09	0
23	483.5	483.5	0
22	480.89	480.89	0
21	482.12	482.12	0
20	479.16	479.16	0
19	477.63	477.63	0
18	478.24	478.24	0
17	477.28	477.28	0
16	477.28	477.28	0
15	476.56	476.56	0
14	475.66	475.66	0
13	475.6	475.6	0
12	473.18	473.18	0
11	472.83	472.83	0
10	472.29	472.29	0
9	470.89	470.89	0
8	470.71	470.72	0.01
7	471.24	471.25	0.01
6	471.3	471.31	0.01
5.9	471.31	471.31	0
5	471.13	471.14	0.01
4	470.91	470.92	0.01
3	470.92	470.93	0.01
2	470.99	470.99	0
0.1	470.99	470.99	0
0.05	470.99	470.99	0

Tabella 16.1 - Risultati simulazioni numeriche Tr 200 anni ( $Q=944.66 \text{ m}^3/\text{s}$ ): livelli idrici nello stato di fatto (sdf) e nello stato di progetto (sdp)

River station	livello sdf TR200 [m s.m.m.]	livello sdp TR200 [m s.m.m.]	differenza sdp-sdf [m]
26	485.46	485.46	0
25	484.33	484.33	0
24	482.09	482.09	0
23	483.5	483.5	0
22	480.89	480.89	0
21	482.12	482.12	0
20	479.16	479.16	0
19	477.63	477.63	0
18	478.24	478.24	0
17	477.28	477.28	0
16	477.28	477.28	0
15	476.56	476.56	0
14	475.66	475.66	0
13	475.6	475.6	0
12	473.18	473.18	0
11	472.83	472.83	0
10	472.29	472.29	0
9	470.89	470.89	0
8	470.71	470.72	0.01
7	471.24	471.25	0.01
6	471.3	471.31	0.01
5.9	471.31	471.31	0
5	471.13	471.14	0.01
4	470.91	470.92	0.01
3	470.92	470.93	0.01
2	470.99	470.99	0
0.1	470.99	470.99	0
0.05	470.99	470.99	0



Tabelle 16.2 – Ergebnisse der numerischen Simulationen TR 300 Jahre ( $Q=944,66 \text{ m}^3/\text{s}$ ): Wasserpegel im Ausgangszustand (sdf) und Projektzustand (sdp)

River station	Pegel sdf TR300 [m ü.d.M.]	Pegel sdf TR300 [m ü.d.M.]	Unterschied sdp-sdf [m]
26	484.28	484.28	0
25	484.63	484.63	0
24	482.26	482.26	0
23	483.68	483.68	0
22	480.98	480.98	0
21	482.26	482.26	0
20	479.26	479.26	0
19	477.72	477.72	0
18	478.36	478.36	0
17	477.46	477.46	0
16	477.46	477.46	0
15	476.74	476.74	0
14	475.79	475.79	0
13	475.72	475.72	0
12	473.27	473.27	0
11	473.53	473.53	0
10	472.75	472.75	0
9	471.03	471.03	0
8	470.9	470.91	0.01
7	471.46	471.47	0.01
6	471.52	471.53	0.01
5.9	471.54	471.54	0
5	471.33	471.34	0.01
4	471.1	471.12	0.02
3	471.14	471.14	0
2	471.21	471.21	0
0.1	471.21	471.21	0
0.05	471.21	471.21	0

Tabella 16.2 - Risultati simulazioni numeriche Tr 300 anni ( $Q=995.04 \text{ m}^3/\text{s}$ ): livelli idrici nello stato di fatto (sdf) e nello stato di progetto (sdp)

River station	livello sdf TR300 [m s.m.m.]	livello sdp TR300 [m s.m.m.]	differenza sdp-sdf [m]
26	484.28	484.28	0
25	484.63	484.63	0
24	482.26	482.26	0
23	483.68	483.68	0
22	480.98	480.98	0
21	482.26	482.26	0
20	479.26	479.26	0
19	477.72	477.72	0
18	478.36	478.36	0
17	477.46	477.46	0
16	477.46	477.46	0
15	476.74	476.74	0
14	475.79	475.79	0
13	475.72	475.72	0
12	473.27	473.27	0
11	473.53	473.53	0
10	472.75	472.75	0
9	471.03	471.03	0
8	470.9	470.91	0.01
7	471.46	471.47	0.01
6	471.52	471.53	0.01
5.9	471.54	471.54	0
5	471.33	471.34	0.01
4	471.1	471.12	0.02
3	471.14	471.14	0
2	471.21	471.21	0
0.1	471.21	471.21	0
0.05	471.21	471.21	0

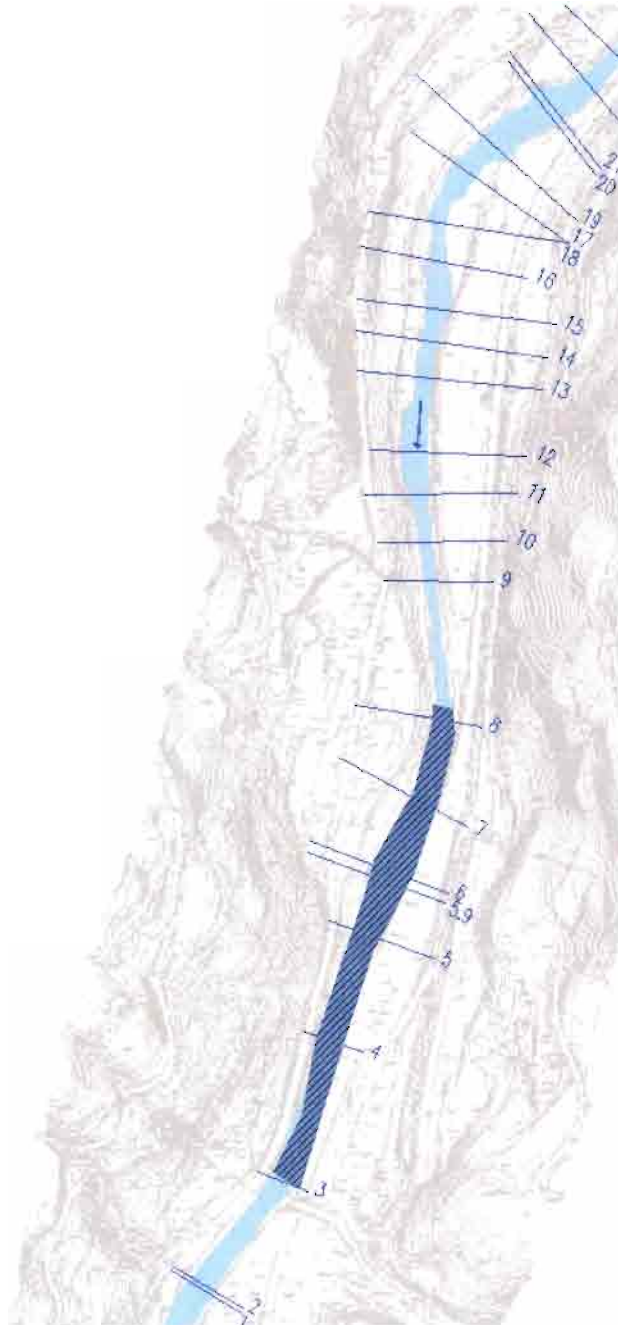


Abbildung 16.11 – Strecke, an der ein Anstieg des Wasserpegels im Zentimeterbereich verzeichnet wird, blau gestrichelt hervorgehoben.

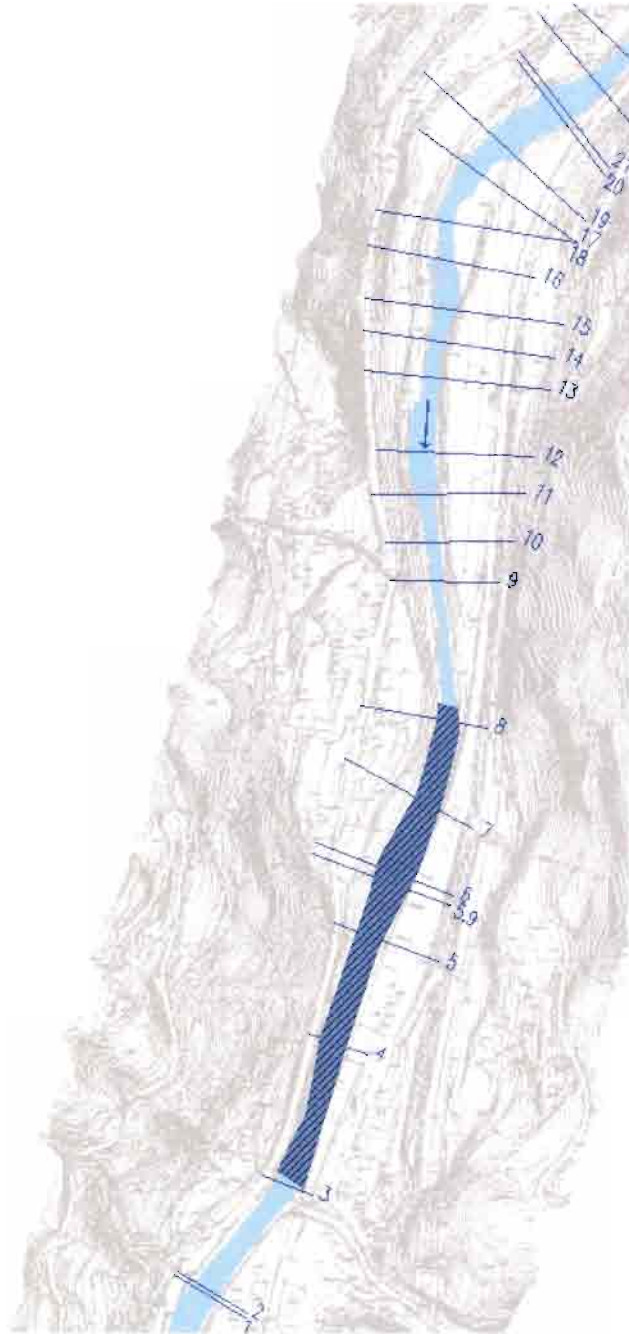
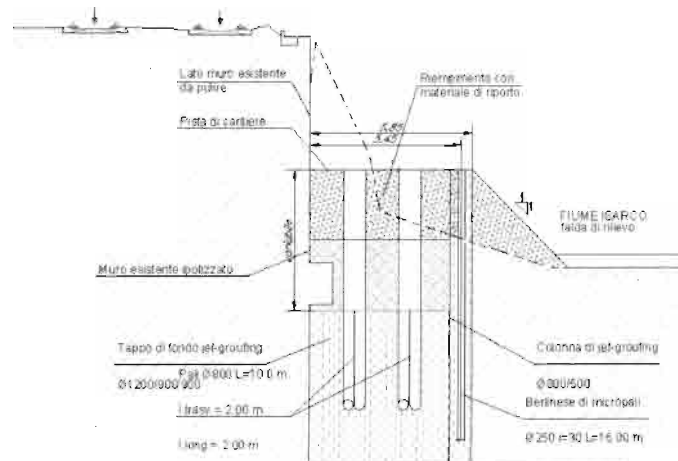


Figura 16.11 – Tratto in cui si manifesta un innalzamento dei livelli idrici, dell'ordine del centimetro, evidenziato in blu tratteggiato.

### Provisorische Phase

Zur Realisierung der Stützmauer für die definitive Phase ist vorgesehen, eine Bank mit ca. 5,85 m Breite und einem Ufergefälle von 1:1 gegenüber dem Projektzustand zu realisieren. Die provisorischen Bauten betreffen die Strecke zwischen Abschnitt 3 und 6 stromaufwärts vom Zusammenfluss mit dem Grödner Bach. Im Einzelnen:



**Abbildung 16.12**– Beispielhafter Querschnitt mit provisorischer Uferbank

Zur Auswahl der Wiederkehrperiode für die Simulationen wurde auf das Risiko der Überschreitung eines bestimmten meteorologischen Ereignisses Bezug genommen, das mit folgender Gleichung umschrieben werden kann:

$$R = 1 - (1 - 1/Tr)^N$$

wobei:

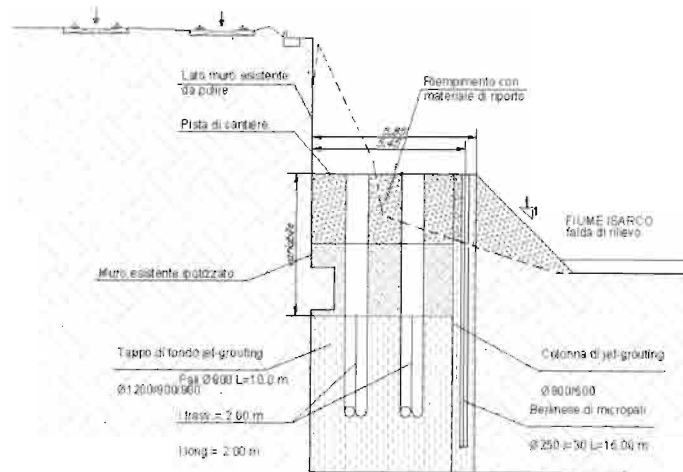
- R = Gefahr der Überschreitung eines bestimmten meteorologischen Ereignisses
- Tr = Zeitspanne der Wiederkehr
- N = Lebensdauer des Bauwerks.

Der Risikowert des fertiggestellten Bauwerks, das durch eine erwartete Nutzungsdauer von 100 Jahren und eine Zeitspanne der Wiederkehr von 200 Jahren charakterisiert wird, entspricht 0,39. Wird dieser Risikowert des fertiggestellten Bauwerks auch für die provisorische Phase angenommen, welche durch die maximale Dauer 1 Jahr gekennzeichnet ist, erhält man eine Wiederkehrperiode für die provisorische Phase von 2,5 Jahren.

Zur Sicherheit wird bei den Simulationen für die Phase der Baustelleneinrichtung auf die Wasserführung mit Wiederkehrszeit 2,5 Jahre Bezug genommen.

Fase Provvisoria

Per la realizzazione del muro di sostegno della fase definitiva, si prevede di realizzare una banca di larghezza di circa 5.85 m e pendenza della sponda pari a 1:1; rispetto allo stato di progetto, le opere provvisorie vanno ad interessare il tratto compreso tra le sezioni 3 e 6, a monte della confluenza con il Rio Gardena. In particolare,



**Figura 16.12 – Sezione tipo con banca provvisoria**

Per la scelta del tempo di ritorno delle simulazioni si è fatto riferimento al rischio di superamento di un determinato evento meteorico, definito dalla seguente relazione:

$$R = 1 - (1 - 1/Tr)^N$$

dove:

- R = rischio di superamento di un determinato evento meteorico
- Tr = tempo di ritorno
- N = vita opera.

Il valore di rischio per l'opera finita, caratterizzata da supporre una vita utile di 100 anni e tempo di ritorno di riferimento di 200 anni, è pari a 0.39; accettando lo stesso valore di rischio dell'opera finita anche per la fase provvisoria, caratterizzata da una durata massima 1 anno, si ottiene un tempo di ritorno della fase provvisoria pari a 2.5 anni.

Pertanto, a favore di sicurezza, le simulazioni relative alla fase di cantierizzazione fanno riferimento alla portata con tempo di ritorno 2 anni.

Tabelle 16.3 – Wasserführung des Eisack stromabwärts der Einmündung des Grödner Bachs für unterschiedliche Wiederkehrperioden, angewandt auf das Hydraulikmodell für die Phase der Baustelleneinrichtung

TR	Q Eisack stromabwärts Einmündung Grödner Bach [m³/s]
<b>2</b>	<b>352.66</b>
5	485.70
10	574.78
30	710.92
50	773.69
100	858.97
200	944.66
300	995.04

Abb. 16.13 und 16.14 zeigen die Resultate, die für tatsächlichen Zustand und Phase der Baustelleneinrichtung mit einer Wiederkehrszeit von jeweils 2 Jahren und 200 Jahren ermittelt worden sind. Die Unterschiede im Zentimeterbereich beim Pegel werden nur in dem von den Baumaßnahmen betroffenen Bereich verzeichnet.

Die gleichen Ergebnisse werden tabellarisch in Tabelle 16.4 und 16.5 aufgeführt.

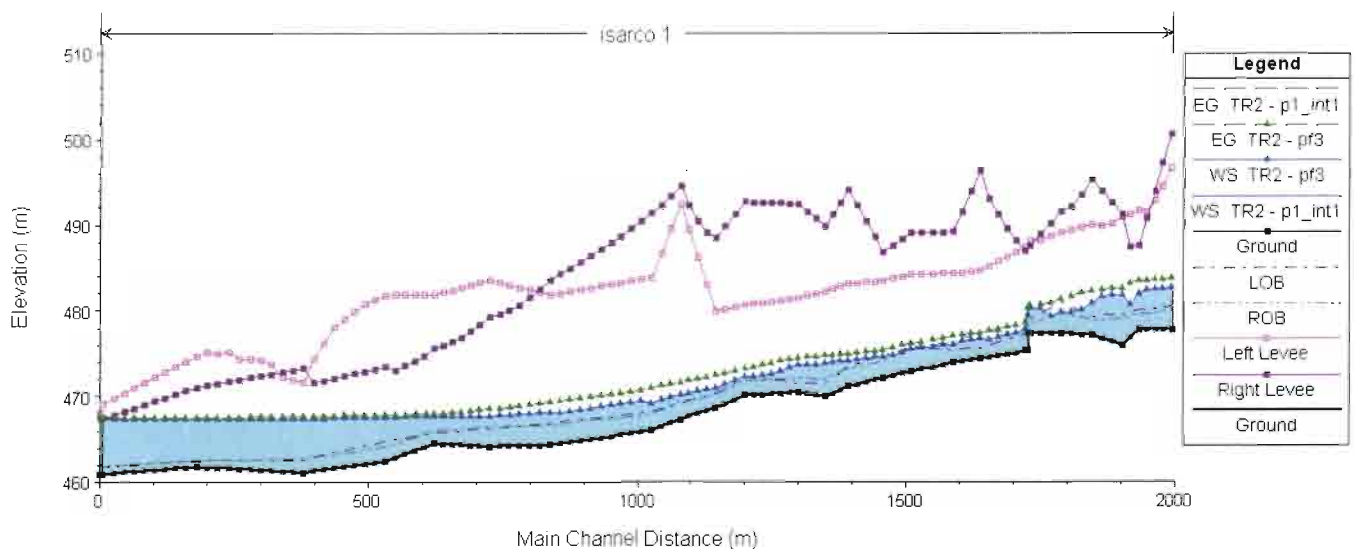


Abbildung 16.13 – Aus dem Hydraulikmodell für die Simulationen mit TR 2 Jahre abgeleitetes Profil, tatsächlicher Zustand und provisorische Phase

(die Unterschiede liegen im Zentimeterbereich an der von der provisorischen Uferbank betroffenen Strecke)

Tabella 16.3 – Portate dell’isarco a valle della confluenza del Rio Gardena per diversi tempi di ritorno, applicate nel modello idraulico relativo alla fase di cantiere

TR	Q Isarco a valle confluenza Rio Gardena [m <sup>3</sup> /s]
<b>2</b>	<b>352.66</b>
5	485.70
10	574.78
30	710.92
50	773.69
100	858.97
200	944.66
300	995.04

La Figura 16.13 e la Figura 16.14 riportano i risultati ottenuti relativi allo stato di fatto e alla fase di cantierizzazione per tempo di ritorno di 2 anni e 200 anni rispettivamente: le differenze in termini di livello, dell’ordine del centimetro, si registrano solo in corrispondenza del tratto interessato dall’intervento.

Gli stessi risultati sono riportati in forma tabellare nelle Tabella 16.4 e Tabella 16.5.

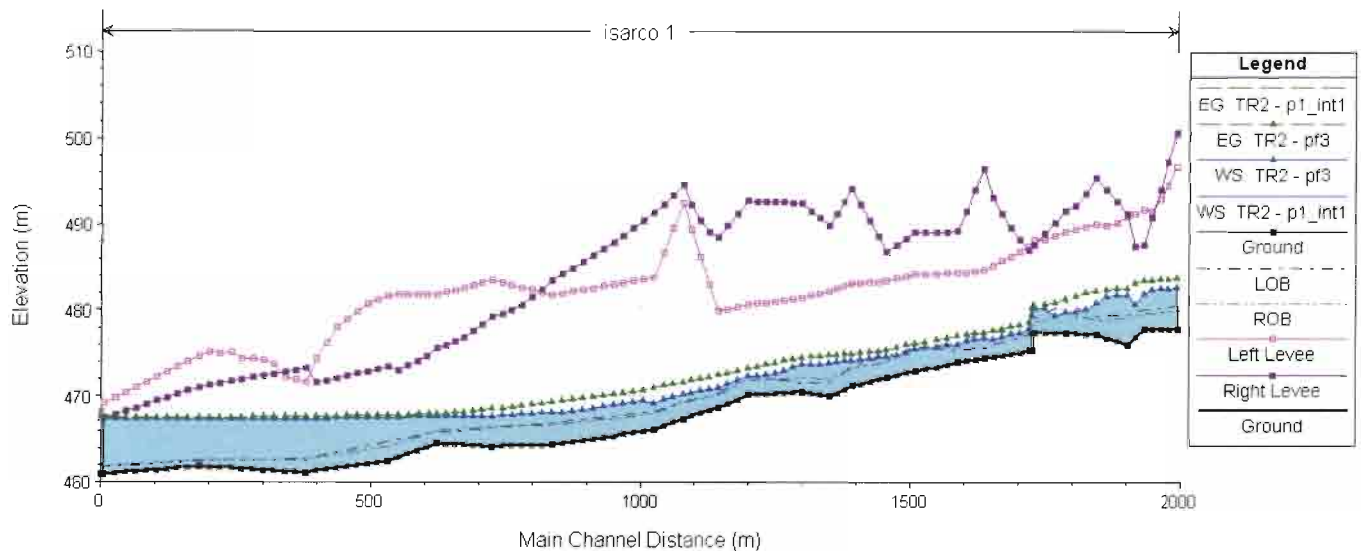


Figura 16.13 – Profilo ottenuto dal modello idraulico per le simulazioni TR 2 anni, stato di fatto e fase provvisoria (le differenze sono dell’ordine del centimetro nel tratto interessato dalla banca provvisoria)

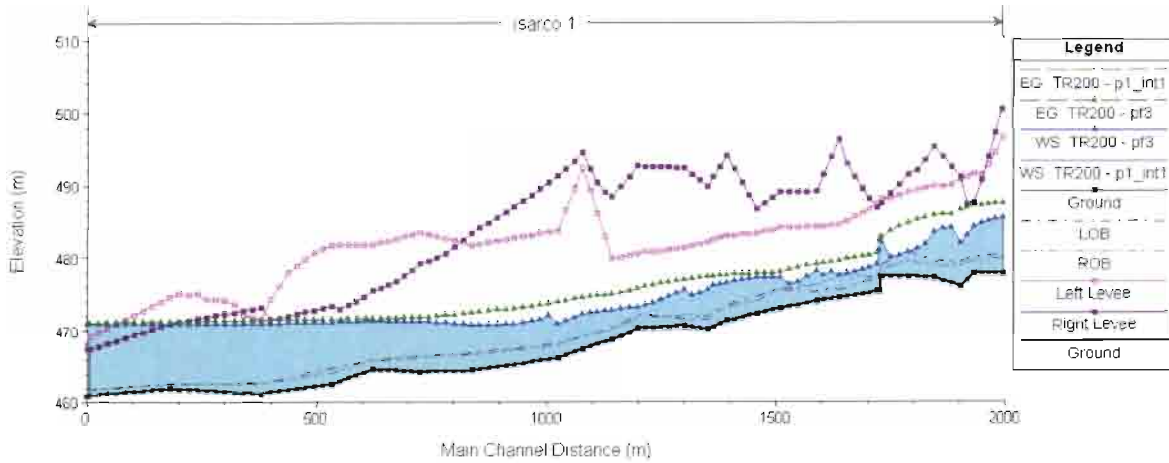


**Tabelle 16.4 – Ergebnisse der Simulationen für TR 2 Jahre (Q=352,66 m³/s): tatsächlicher Zustand, provisorische Phase und Unterschied**

River Sta	Tats. Zustand						provisorische Phase						W.S. Pegeldif f. fp - sdf	
	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Fr	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)		Fr
26	482.67	482.07	483.69	4.5	81.81	0.74	482.67	482.07	483.69	4.5	81.81	25.58	0.74	0
25	481.94	481.94	483.35	5.32	69.16	0.97	481.94	481.94	483.35	5.32	69.16	25.7	0.97	0
24	481.76	480.62	482.51	3.87	95.1	0.6	481.76	480.62	482.51	3.87	95.1	26.43	0.6	0
23	480.89	480.89	482.24	5.19	69.82	0.97	480.89	480.89	482.24	5.19	69.82	27.74	0.97	0
22	479.76	480.08	481.21	5.34	66.09	1.26	479.76	480.08	481.21	5.34	66.09	36.43	1.26	0
21	480.16	479.46	480.52	2.68	133.44	0.57	480.16	479.46	480.52	2.68	133.44	60.91	0.57	0
20.5														0
20	477.73	477.73	478.49	3.86	91.48	1	477.73	477.73	478.49	3.86	91.48	60.31	1	0
19	476.77	476.53	477.39	3.52	101.19	0.82	476.77	476.53	477.39	3.52	101.19	55.34	0.82	0
18	475.94	476.16	476.96	4.58	81.63	1.17	475.94	476.16	476.96	4.58	81.63	62.23	1.17	0
17	475.44	475.44	476.11	3.61	97.73	1	475.44	475.44	476.11	3.61	97.73	73.1	1	0
16	474.55	474.69	475.42	4.13	85.54	1.15	474.55	474.69	475.42	4.13	85.54	65.99	1.15	0
15	474.18	473.91	474.92	3.82	93.09	0.81	474.18	473.91	474.92	3.82	93.09	43.56	0.81	0
14	473.85	473.51	474.69	4.16	91.81	0.76	473.85	473.51	474.69	4.16	91.81	39.72	0.76	0
13	473.67	473.44	474.41	4.04	98.08	0.78	473.67	473.44	474.41	4.04	98.08	46.06	0.78	0
12	472.3	472.32	473.16	4.12	85.81	1.01	472.3	472.32	473.16	4.12	85.81	51.19	1.01	0
11	470.96	471.3	472.4	5.33	66.77	1.28	470.96	471.3	472.4	5.33	66.77	39.42	1.28	0
10	470.22	470.44	471.61	5.25	68.4	1.13	470.22	470.44	471.61	5.25	68.4	33.98	1.13	0
9	469.19	469.65	470.92	5.92	62.68	1.27	469.19	469.65	470.92	5.92	62.68	34.35	1.27	0
8	468.07	467.97	469.2	4.74	76.38	0.92	468.07	467.97	469.2	4.74	76.41	31.42	0.92	0
7	467.57	467.49	468.44	4.19	88.66	0.88	467.57	467.49	468.44	4.17	89.09	48.47	0.87	0.01
6	467.55	466.69	467.9	2.65	137.59	0.53	467.56	466.69	467.91	2.64	137.19	57.83	0.52	0.01
						0.41	467.59	466.37	467.87	2.36	153.71	56.74	0.44	
5	467.44	465.76	467.75	2.55	148.49	0.34	467.44	465.76	467.76	2.56	146.57	44.74	0.41	0
4	467.34	464.9	467.61	2.47	165.38	0.26	467.34		467.61	2.46	166.28	39.72	0.34	0
3	467.31	464.37	467.47	1.86	211.38	0.19	467.3	464.39	467.47	1.94	199.26	43.47	0.27	-0.01
2	467.3	463.42	467.4	1.46	270.09		467.3	463.42	467.4	1.46	270.09	49.95	0.19	0
1						0.18								0
0.1	467.29	463.37	467.39	1.41	266.5	0.18	467.29	463.37	467.39	1.41	266.5	53.05	0.18	0
0.05	467.29	463.37	467.39	1.41	266.43		467.29	463.37	467.39	1.41	266.43	48.43	0.18	0

**Tabella 16.4 - Risultati simulazioni Tr 2 anni (Q=352.66 m<sup>3</sup>/s): stato di fatto, fase provvisoria e differenza**

River Sta	stato di fatto						fase provvisoria						W.S. Elev Diff. fp - sdf	
	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Fr	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)		Fr
26	482.67	482.07	483.69	4.5	81.81	0.74	482.67	482.07	483.69	4.5	81.81	25.58	0.74	0
25	481.94	481.94	483.35	5.32	69.16	0.97	481.94	481.94	483.35	5.32	69.16	25.7	0.97	0
24	481.76	480.62	482.51	3.87	95.1	0.6	481.76	480.62	482.51	3.87	95.1	26.43	0.6	0
23	480.89	480.89	482.24	5.19	69.82	0.97	480.89	480.89	482.24	5.19	69.82	27.74	0.97	0
22	479.76	480.08	481.21	5.34	66.09	1.26	479.76	480.08	481.21	5.34	66.09	36.43	1.26	0
21	480.16	479.46	480.52	2.68	133.44	0.57	480.16	479.46	480.52	2.68	133.44	60.91	0.57	0
20.5														0
20	477.73	477.73	478.49	3.86	91.48	1	477.73	477.73	478.49	3.86	91.48	60.31	1	0
19	476.77	476.53	477.39	3.52	101.19	0.82	476.77	476.53	477.39	3.52	101.19	55.34	0.82	0
18	475.94	476.16	476.96	4.58	81.63	1.17	475.94	476.16	476.96	4.58	81.63	62.23	1.17	0
17	475.44	475.44	476.11	3.61	97.73	1	475.44	475.44	476.11	3.61	97.73	73.1	1	0
16	474.55	474.69	475.42	4.13	85.54	1.15	474.55	474.69	475.42	4.13	85.54	65.99	1.15	0
15	474.18	473.91	474.92	3.82	93.09	0.81	474.18	473.91	474.92	3.82	93.09	43.56	0.81	0
14	473.85	473.51	474.69	4.16	91.81	0.76	473.85	473.51	474.69	4.16	91.81	39.72	0.76	0
13	473.67	473.44	474.41	4.04	98.08	0.78	473.67	473.44	474.41	4.04	98.08	46.06	0.78	0
12	472.3	472.32	473.16	4.12	85.81	1.01	472.3	472.32	473.16	4.12	85.81	51.19	1.01	0
11	470.96	471.3	472.4	5.33	66.77	1.28	470.96	471.3	472.4	5.33	66.77	39.42	1.28	0
10	470.22	470.44	471.61	5.25	68.4	1.13	470.22	470.44	471.61	5.25	68.4	33.98	1.13	0
9	469.19	469.65	470.92	5.92	62.68	1.27	469.19	469.65	470.92	5.92	62.68	34.35	1.27	0
8	468.07	467.97	469.2	4.74	76.38	0.92	468.07	467.97	469.2	4.74	76.41	31.42	0.92	0
7	467.57	467.49	468.44	4.19	88.66	0.88	467.58	467.49	468.44	4.17	89.09	48.47	0.87	0.01
6	467.55	466.69	467.9	2.65	137.59	0.53	467.56	466.69	467.91	2.64	137.19	57.83	0.52	0.01
						0.41	467.59	466.37	467.87	2.36	153.71	56.74	0.44	
5	467.44	465.76	467.75	2.55	148.49	0.34	467.44	465.76	467.76	2.56	146.57	44.74	0.41	0
4	467.34	464.9	467.61	2.47	165.38	0.26	467.34		467.61	2.46	166.28	39.72	0.34	0
3	467.31	464.37	467.47	1.86	211.38	0.19	467.3	464.39	467.47	1.94	199.26	43.47	0.27	-0.01
2	467.3	463.42	467.4	1.46	270.09		467.3	463.42	467.4	1.46	270.09	49.95	0.19	0
1						0.18								0
0.1	467.29	463.37	467.39	1.41	266.5	0.18	467.29	463.37	467.39	1.41	266.5	53.05	0.18	0
0.05	467.29	463.37	467.39	1.41	266.43		467.29	463.37	467.39	1.41	266.43	48.43	0.18	0

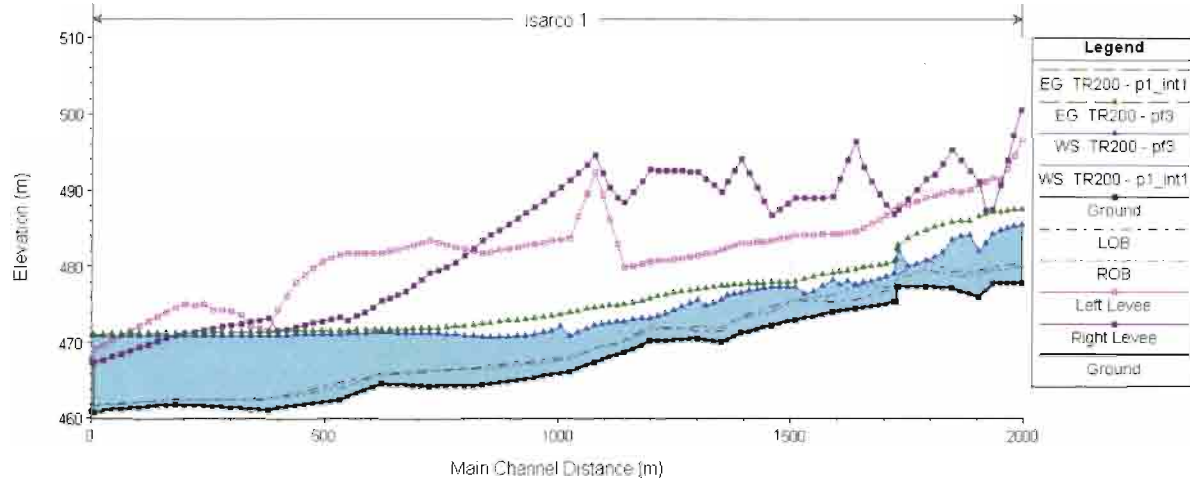


**Abbildung 16.14 – Aus dem Hydraulikmodell für die Simulationen mit TR 200 Jahre abgeleitetes Profil, tatsächlicher Zustand und provisorische Phase**

(Die Differenzen variieren von 1 bis 5 cm an der von der provisorischen Uferbank betroffenen Strecke)

**Tabelle 16.5 – Ergebnisse der Simulationen für TR 200 Jahre (Q=944.66 m³/s): tatsächlicher Zustand, provisorische Phase und Unterschied**

River Sta	Tats. Zustand							provisorische Phase							W.S. Pegeldiff. fp - sdf
	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Fr	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Fr		
26	485.46	484.92	487.52	6.56	160.57	0.82	485.46	484.92	487.52	6.56	160.57	31.34	0.82	0	
25	484.33	484.45	487.15	7.66	135.22	1.05	484.33	484.45	487.15	7.66	135.22	29.51	1.05	0	
24	482.09	483.42	486.65	9.58	103.69	1.44	482.09	483.42	486.65	9.58	103.69	26.97	1.44	0	
23	483.5	483.5	485.82	6.94	149.27	0.94	483.5	483.5	485.82	6.94	149.27	33.91	0.94	0	
22	480.89	482.09	484.83	8.82	108.17	1.64	480.89	482.09	484.83	8.82	108.17	39.78	1.64	0	
21	482.12	480.93	482.82	3.75	263.38	0.58	482.12	480.93	482.82	3.75	263.38	69.56	0.58	0	
20.5														0	
20	479.16	479.16	480.6	5.32	179.53	0.99	479.16	479.16	480.6	5.32	179.53	63.28	0.99	0	
19	477.63	478.08	479.66	6.35	151.35	1.24	477.63	478.08	479.66	6.35	151.35	60.37	1.24	0	
18	478.24	477.56	479.08	4.29	239.53	0.7	478.24	477.56	479.08	4.29	239.53	72.81	0.7	0	
17	477.28	476.68	478.09	4.01	237.4	0.72	477.28	476.68	478.09	4.01	237.4	78.14	0.72	0	
16	477.28	476.02	477.89	3.47	280.76	0.55	477.28	476.02	477.89	3.47	280.76	77.06	0.55	0	
15	476.56	475.84	477.68	4.76	211.96	0.71	476.56	475.84	477.68	4.76	211.96	57.74	0.71	0	
14	475.66	475.66	477.45	6.29	172.58	0.91	475.66	475.66	477.45	6.29	172.58	48.18	0.91	0	
13	475.6	475.2	476.97	5.61	191.26	0.83	475.6	475.2	476.97	5.61	191.26	50.54	0.83	0	
12	473.18	473.91	475.83	7.22	131.85	1.44	473.18	473.91	475.83	7.22	131.85	53.06	1.44	0	
11	472.83	473.22	475.09	6.75	146.4	1.13	472.83	473.22	475.09	6.75	146.4	45.73	1.13	0	
10	472.29	472.62	474.58	6.88	147.62	1.06	472.29	472.62	474.58	6.88	147.62	42.19	1.06	0	
9	470.89	471.77	473.98	8.16	129.81	1.32	470.89	471.77	473.98	8.16	129.81	44.33	1.32	0	
8	470.71	470.37	472.46	6.05	170.76	0.83	470.76	470.37	472.47	5.99	172.76	40.22	0.82	0.05	
7	471.24	469.33	471.82	3.59	298.84	0.47	471.28	469.33	471.84	3.56	301.07	61.85	0.46	0.04	
6	471.3	468.27	471.65	2.69	379.08	0.34	471.34	468.27	471.68	2.68	381.34	67.39	0.34	0.04	
							471.35	467.96	471.66	2.53	396.67	67.84	0.31		
5	471.13	467.84	471.58	3.14	343.01	0.36	471.12	467.83	471.59	3.2	332.5	53.89	0.37	-0.01	
4	470.91	467.16	471.45	3.64	322.29	0.39	470.91		471.46	3.66	320.54	50.29	0.39	0	
3	470.92	466.33	471.27	2.84	412.92	0.3	470.9	466.43	471.27	2.9	400.99	73.58	0.31	-0.02	
2	470.99	465.13	471.15	2.03	619.51	0.21	470.99	465.13	471.15	2.03	619.51	109.06	0.21	0	
1														0	
0.1	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	0.2	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	110.36	0.2	0	
0.05	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	0.2	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	110.36	0.2	0	



**Figura 16.14 – Profilo ottenuto dal modello idraulico per le simulazioni TR 200 anni, stato di fatto e fase provvisoria**

(le differenze variano da 1 a 5 cm nel tratto interessato dalla banca provvisoria)

**Tabella 16.5 - Risultati simulazioni Tr 200 anni (Q=944.66 m³/s): stato di fatto, fase provvisoria e differenza**

River Sta	stato di fatto						fase provvisoria						W.S. Elev Diff. fp - sdf	
	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel (m/s)	Flow Area (m²)	Fr	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)		Fr
26	485.46	484.92	487.52	6.56	160.57	0.82	485.46	484.92	487.52	6.56	160.57	31.34	0.82	0
25	484.33	484.45	487.15	7.66	135.22	1.05	484.33	484.45	487.15	7.66	135.22	29.51	1.05	0
24	482.09	483.42	486.65	9.58	103.69	1.44	482.09	483.42	486.65	9.58	103.69	26.97	1.44	0
23	483.5	483.5	485.82	6.94	149.27	0.94	483.5	483.5	485.82	6.94	149.27	33.91	0.94	0
22	480.89	482.09	484.83	8.82	108.17	1.64	480.89	482.09	484.83	8.82	108.17	39.78	1.64	0
21	482.12	480.93	482.82	3.75	263.38	0.58	482.12	480.93	482.82	3.75	263.38	69.56	0.58	0
20.5														0
20	479.16	479.16	480.6	5.32	179.53	0.99	479.16	479.16	480.6	5.32	179.53	63.28	0.99	0
19	477.63	478.08	479.66	6.35	151.35	1.24	477.63	478.08	479.66	6.35	151.35	60.37	1.24	0
18	478.24	477.56	479.08	4.29	239.53	0.7	478.24	477.56	479.08	4.29	239.53	72.81	0.7	0
17	477.28	476.68	478.09	4.01	237.4	0.72	477.28	476.68	478.09	4.01	237.4	78.14	0.72	0
16	477.28	476.02	477.89	3.47	280.76	0.55	477.28	476.02	477.89	3.47	280.76	77.06	0.55	0
15	476.56	475.84	477.68	4.76	211.96	0.71	476.56	475.84	477.68	4.76	211.96	57.74	0.71	0
14	475.66	475.66	477.45	6.29	172.58	0.91	475.66	475.66	477.45	6.29	172.58	48.18	0.91	0
13	475.6	475.2	476.97	5.61	191.26	0.83	475.6	475.2	476.97	5.61	191.26	50.54	0.83	0
12	473.18	473.91	475.83	7.22	131.85	1.44	473.18	473.91	475.83	7.22	131.85	53.06	1.44	0
11	472.83	473.22	475.09	6.75	146.4	1.13	472.83	473.22	475.09	6.75	146.4	45.73	1.13	0
10	472.29	472.62	474.58	6.88	147.62	1.06	472.29	472.62	474.58	6.88	147.62	42.19	1.06	0
9	470.89	471.77	473.98	8.16	129.81	1.32	470.89	471.77	473.98	8.16	129.81	44.33	1.32	0
8	470.71	470.37	472.46	6.05	170.76	0.83	470.76	470.37	472.47	5.99	172.76	40.22	0.82	0.05
7	471.24	469.33	471.82	3.59	298.84	0.47	471.28	469.33	471.84	3.56	301.07	61.85	0.46	0.04
6	471.3	468.27	471.65	2.69	379.08	0.34	471.34	468.27	471.68	2.68	381.34	67.39	0.34	0.04
							471.35	467.96	471.66	2.53	396.67	67.84	0.31	
5	471.13	467.84	471.58	3.14	343.01	0.36	471.12	467.83	471.59	3.2	332.5	53.89	0.37	-0.01
4	470.91	467.16	471.45	3.64	322.29	0.39	470.91		471.46	3.66	320.54	50.29	0.39	0
3	470.92	466.33	471.27	2.84	412.92	0.3	470.9	466.43	471.27	2.9	400.99	73.58	0.31	-0.02
2	470.99	465.13	471.15	2.03	619.51	0.21	470.99	465.13	471.15	2.03	619.51	109.06	0.21	0
1														0
0.1	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	0.2	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	110.36	0.2	0
0.05	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	0.2	470.99	465.12	471.14	1.94	628.45	110.36	0.2	0

### 16.2.4 Kompensation für versiegungsgefährdete Quellen

Die Studie zur Wasserführung befasste sich auch mit den erforderlichen Maßnahmen zur Kompensation von Quellen, für welche die Gefahr des Versiegens besteht.

Es werden die durchgeführten Analysen zur Bestimmung der gefährdeten Ressourcen, die zum Ausgleich herangezogenen Quellen und die Versorgungstechnik erläutert.

Um zur Entwicklung der wirksamsten Lösung für die Verfolgung der vorgeschlagenen Ziele den momentanen Zustand des Wasserversorgungsnetzes und der weiteren vorhandenen Leitungen zu rekonstruieren wurden vor allem bereits vorhandene Daten bei sowohl privaten als auch öffentlichen Stellen erhoben (Provinz Bozen). Die erhobenen Daten wurden in eine Datenbank mit geologischen Bezugspunkten eingesetzt, sodass begonnen wurde, das für die Rekonstruktion des hydrogeologischen Modells erforderliche Mosaik zusammenzusetzen.

Es wurden Informationen zu über 1200 Wasserstellen erhoben, unter denen anschließend eine Auswahl für die Planung der Monitoring-Kampagne auf Grundlage folgender Kriterien getroffen wurde:

- Wasserstelle der öffentlichen Versorgung (abgezapft und ins Leitungssystem eingespeist)
- Wasserstelle in Privatbesitz mit Trinkwassernutzung und bedeutendem Durchsatz ( $Q > 1\text{l/s}$ )
- Wasserstelle in Privatbesitz mit Trinkwassernutzung und kaum bedeutsamem Durchsatz ( $Q < 1\text{l/s}$ )
- Herkömmliche und tiefe geologische Sondierungsbohrungen
- 

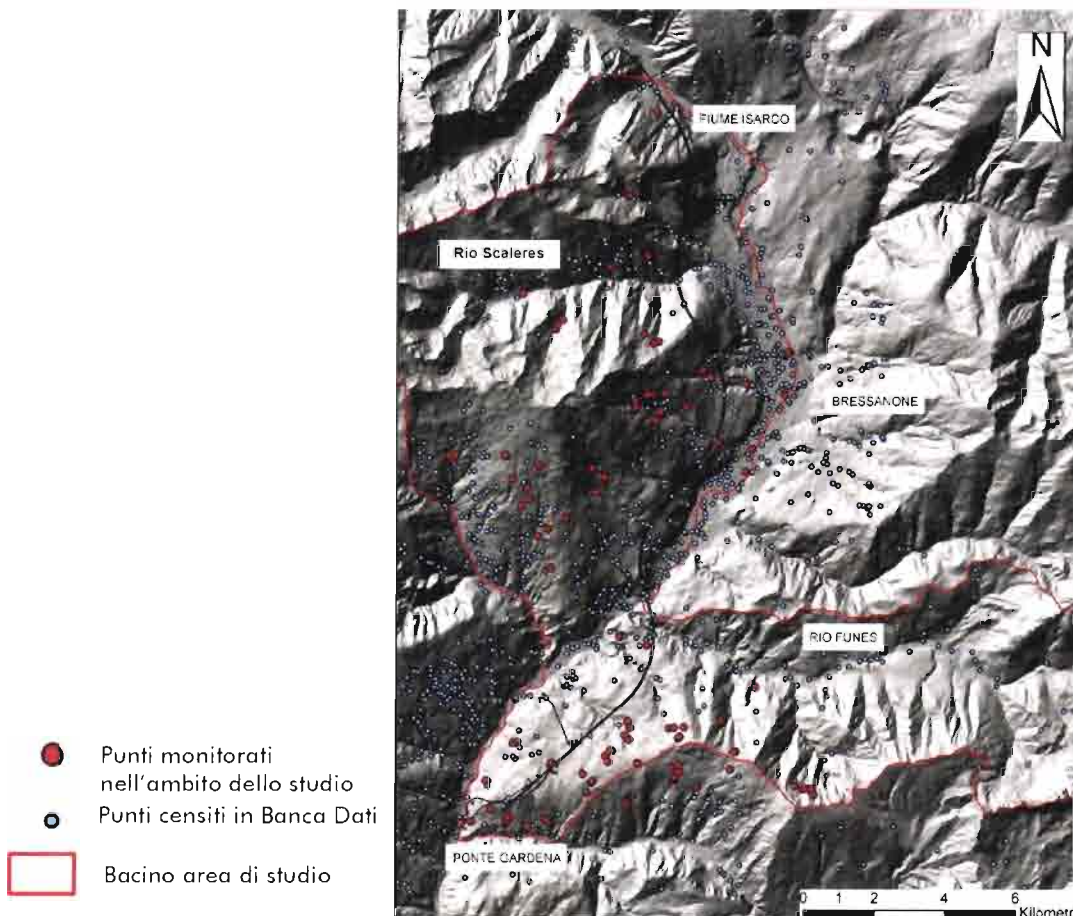


Abbildung 16.15 – Quellen: Standorte der erfassten und überwachten Stellen



### 16.2.4 Compensazione Sorgenti a rischio impauverimento

Lo studio idraulico condotto ha riguardato anche gli interventi necessari per la compensazione delle sorgenti a rischio impauverimento,

Si illustrano le analisi effettuate per individuare la quantità di risorsa a rischio, le fonti compensative e le tecniche di approvvigionamento.

Per poter ricostruire lo stato attuale della rete di approvvigionamento idrico e dei sottoservizi esistenti al fine di progettare la soluzione più efficace per perseguire gli obiettivi preposti, sono stati innanzitutto raccolti dati pregressi presso fonti sia private che pubbliche (Provincia di Bolzano). I dati raccolti sono stati inseriti in una Banca Dati georiferita, idrogeologica e geochimica iniziando così a comporre un mosaico necessario per la ricostruzione del modello idrogeologico d'interesse.

Sono state raccolte informazioni su oltre 1200 punti d'acqua, successivamente selezionati ai fini della pianificazione della campagna di monitoraggio, sulla base dei seguenti criteri:

- Punti risorsa idrica di carattere pubblico (captati e immessi in strutture acquedottistiche)
- Punto risorsa idrica appartenenti a privati, ad uso potabile con portate rilevanti ( $Q > 1 \text{ l/s}$ )
- Punto risorsa idrica appartenenti a privati, ad uso potabile con portate scarsamente importanti ( $Q < 1 \text{ l/s}$ )
- Sondaggi geognostici ordinari e profondi

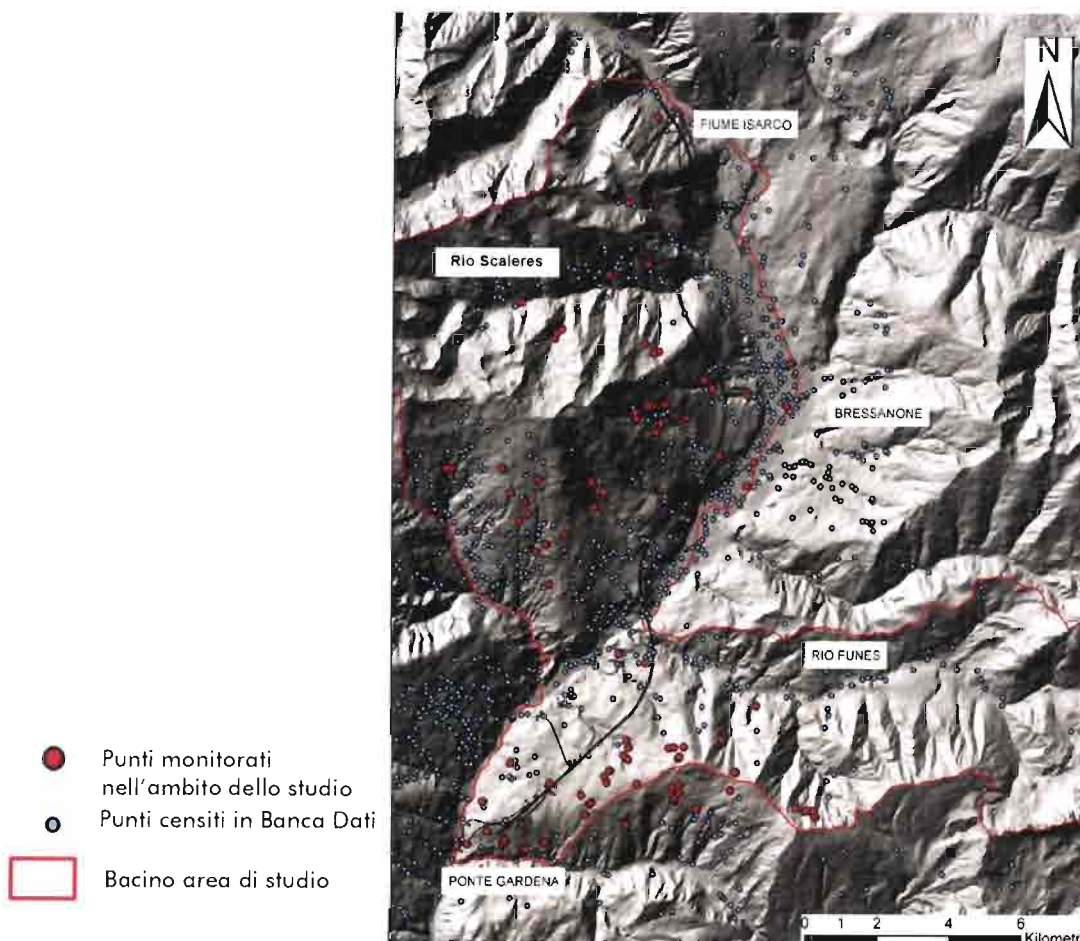


Figura 16.15 – Sorgenti: Ubicazione dei punti censiti e monitorati

Die Schätzung der möglichen Störwirkungen des geplanten Bauwerks auf Oberflächengewässer erfolgte unter Verwendung einer Variation (an einigen Eingangsparametern, indem die negativen Bedingungen zum Vorteil des Sicherheitskoeffizienten übersteigert wurden) des DHI-Index (Drawdown Hazard Index), der 2001 von Dematteis vorgeschlagen und 2007 von Torri und Dematteis abgeändert wurde. Ausgehend von den Resultaten der Studie wurden die Quellen ausfindig gemacht, die das größte Risiko des Versiegens aufweisen, und es wurden die erforderlichen Ausgleichsmaßnahmen erwogen.

**Tabelle 16.6 – Überwachte Quellen mit mittlerem und hohem Risiko**

Id	TS	DT	ET	PC		PI				PI	PC	DHI	Risiko
				IF	FD	FF	MK	OV	PZ	Tot	Tot		
B_000192	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Mittel
B_000194	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Mittel
B_000260	1.7	1.7	2	1	0	0.6	0.3	0.3	1	0.57	1	0.224	Mittel
B_000599	2	1.7	2	1.2	0	0.1	0.3	0.3	1	0.36	1.2	0.202	Mittel
B_000603	2	1.7	2	1.2	0	0.1	0.3	0.3	1	0.36	1.2	0.202	Mittel
B_000634	1.7	1.5	2	1.2	0	1	0.3	0.1	1	0.70	1.2	0.292	Mittel
B_000761	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Mittel
B_000838	1	1.7	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.204	Mittel
B_001129	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Mittel
B_001142	2	1.7	2	1.2	0	0.4	0.3	0.3	1	0.48	1.2	0.271	Mittel
B_001174	2	1.3	2	1.2	0	0.6	0.3	0.1	1	0.53	1.2	0.228	Mittel
B_000157	2	1.7	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.408	Hoch
B_000575	2	1.5	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.360	Hoch
B_000579	2	1.9	2	1.2	0	1	0.3	0.9	1	0.83	1.2	0.519	Hoch
B_000595	2	1.7	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.408	Hoch
B_001240	2	1.5	2	1.5	0	0.6	0.3	0.3	1	0.57	1.5	0.349	Hoch
B_001241	2	1.7	2	1.5	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.5	0.511	Alto
B_001242	2	1.7	2	1.5	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.5	0.511	Alto

Ausgehend von den Ergebnissen der Messreihe zur hydrogeologischen Erkundung und den von beteiligten Behörden erhaltenen Informationen wurden die Nutzungsbestimmung jeder gefährdeten Quelle, die geförderten Mengen, das versorgte Wasserleitungsnetz und zuletzt die versorgten Abnehmer bestimmt.

Auf Grundlage der erhobenen Informationen wurden anschließend sämtliche Maßnahmen und Eingriffe herausgearbeitet, die erforderlich sind, um einer etwaigen Notsituation zu begegnen. Insbesondere beziehen sich die nachstehend beschriebenen Maßnahmen auf die drei von Auflage Nr. 16 verlangten Szenarien – 48 Stunden, 30 Tage und endgültige Lösung.

La stima delle possibili interferenze dell'opera in progetto sulle risorse idriche di superficie è stata effettuata utilizzando una variazione (su alcuni parametri d'ingresso, esasperando le condizioni negative a vantaggio del coefficiente di sicurezza) dell'indice DHI (Drowdown Hazard Index) proposto da Dematteis nel 2001 e modificato da Torri e Dematteis nel 2007.

A partire dai risultati dello studio, sono state individuate le sorgenti che presentavano il rischio di impauverimento maggiore e sono stati valutati i necessari interventi compensativi.

**Tabella 16.6 – Sorgenti monitorate a rischio medio e alto**

Id	TS	DT	ET	PC		PI				PI	PC	DHI	Rischio
				IF	FD	FF	MK	OV	PZ	Tot	Tot		
B_000192	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Medio
B_000194	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Medio
B_000260	1.7	1.7	2	1	0	0.6	0.3	0.3	1	0.57	1	0.224	Medio
B_000599	2	1.7	2	1.2	0	0.1	0.3	0.3	1	0.36	1.2	0.202	Medio
B_000603	2	1.7	2	1.2	0	0.1	0.3	0.3	1	0.36	1.2	0.202	Medio
B_000634	1.7	1.5	2	1.2	0	1	0.3	0.1	1	0.70	1.2	0.292	Medio
B_000761	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Medio
B_000838	1	1.7	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.204	Medio
B_001129	1.7	1.3	2	1	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1	0.221	Medio
B_001142	2	1.7	2	1.2	0	0.4	0.3	0.3	1	0.48	1.2	0.271	Medio
B_001174	2	1.3	2	1.2	0	0.6	0.3	0.1	1	0.53	1.2	0.228	Medio
B_000157	2	1.7	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.408	Alto
B_000575	2	1.5	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.360	Alto
B_000579	2	1.9	2	1.2	0	1	0.3	0.9	1	0.83	1.2	0.519	Alto
B_000595	2	1.7	2	1.2	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.2	0.408	Alto
B_001240	2	1.5	2	1.5	0	0.6	0.3	0.3	1	0.57	1.5	0.349	Alto
B_001241	2	1.7	2	1.5	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.5	0.511	Alto
B_001242	2	1.7	2	1.5	0	1	0.3	0.3	1	0.73	1.5	0.511	Alto

A partire dai risultati della campagna di indagini idrogeologiche e dalle informazioni ricevute dagli enti coinvolti, sono state determinate le destinazioni d'uso di ogni sorgente a rischio, i valori di portata erogati, la rete acquedottistica alimentata e, infine, le utenze servite.

Sulla base delle informazioni ricevute sono stati, quindi, individuati tutti gli interventi e le misure necessarie per far fronte all'eventuale situazione di emergenza; in particolare le misure, fanno riferimento ai tre scenari, 48 ore, 30 gg e definitivo, richiesti dalla prescrizione n. 16.



**Tabelle 16.7– Eigenschaften der Quellen**

Code	Nr.	GEMEINDE	Bezeichnung	Nutzung	Q [l/s]	Risiko
B_000192	S4	Brixen	Egartner Obere (Quelle 1)	-	0.42	Mittel
B_000194	S5	Brixen	Egartner Untere (Quelle 2)	-	0.16	Mittel
B_000260	S3	Brixen	Tilser (vecchia) \ Alte Tilserquelle	-	0.5	Mittel
B_000599	S10	Lajen	Ausservogelweider	Privat	0.15	Mittel
B_000603	S9	Lajen	Hintere Seequelle	Privaa	0.15	Mittel
B_000634	S7	Lajen	Shusterloch (AL1)	Speicher Albinos ca. 300 Haushalte	0.6	Mittel
B_000761	S2	Vahrn	Gruberwiesen \ Gruberwiesen	-	40-80	Mittel
B_000838	S1	Franzensfeste	Feller Walut Quelle	Privat	0.2	Mittel
B_001129	S6	Brixen	Peinti	Wasserfassung abgebrochen	-	Mittel
B_001142	S11	Lajen	Pfundnatsch Lajen Ried	Keine Trinkwasserversorgung	-	Mittel
B_001174	S8	Lajen	Raffelbach Quelle	Nicht verwendet	-	Mittel
B_000157	S1_A	Brixen	sorgente dell'Orso \ Bärenquelle	-	2.0	Hoch
B_000575	S7_A	Lajen	Filgner	Privat	0.30	Hoch
B_000579	S6_A	Lajen	Azdzquelle	Privat/Bewässerung	0.2	Hoch
B_000595	S5_A	Lajen	Trennerhof \ Trennerhofquelle	Privat	0.05	Hoch
B_001240	S2_A	Klausen	-	Nicht verwendet	-	Hoch
B_001241	S3_A	Klausen	-	Nicht verwendet	-	Hoch
B_001242	S4_A	Klausen	-	Nicht verwendet	-	Hoch
Autobahn-Brunnen	-	Lajen	Autobahn-Brunnen \ Tiebrunnen Autobahn	Autobahn-Brunnen, Speicher für 450 Haushalte	1.5	Hoch

Aus dem Verzeichnis geht hervor, dass einige gefährdete Quellen entweder stillgelegt worden sind bzw. nicht verwendet werden. Für diese wurden keine Maßnahmen eingeplant.

Für andere hingegen wurden die definitiven Ersatzmaßnahmen auf Grundlage des Vorhandenseins oder Fehlens von nicht verwendeten Ersatzquellen in der Nähe der beeinträchtigten Quelle, auf Grundlage der Bodengeologie und der Position des Speichers/der versorgten Abnehmer ausgearbeitet.

### **DEFINITIVE ERSATZMASSNAHMEN**

#### Quelle B\_000838 - S1 – Franzensfeste

Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine Ausgleichsleistung von mindestens 0,2 l/s gewährleistet werden kann.

In der Nähe der gefährdeten Quelle wurde eine erfasste, aber nicht in die Überwachung der für dieses Projekt ausgeführten hydrogeologischen Studie eingeschlossene Quelle aufgefunden, die in der Lage ist, diese Leistung zu erbringen.

Zum Anschluss der neuen Quelle an das Versorgungsnetz wird entsprechend Projektlageplan eine unterirdische Leitung entlang eines Pfads verlegt. Das hierfür vorgesehene Rohr muss laut hydraulischer Berechnung einen Innendurchmesser von mindestens 40 mm aufweisen. Angesichts der Beschaffenheit des Gebiets wird die Verwendung eines Rohrs aus flexiblem PE-HD mit DN 50 mm und Gesamtlänge 1,7 km veranschlagt.

Nach ca. 560 m ist ein Trennschacht geplant, der zur Druckreduktion und Leitungskontrolle eingesetzt wird.

An der Einleitungsstelle des neuen Rohrs ins vorhandene Leitungssystem wird zum Ausgleich von Nachfrageschwankungen im Tagesverlauf und Ausgleich des Betriebsdrucks, damit Beschädigungen der vorhandenen Rohrleitungen vermieden werden, ein kleiner unterirdischer Ausgleichstank mit ca. 10 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen verlegt.

**Tabella 16.7 – Caratteristiche sorgenti**

Codice	Num.	COMUNE	Denominazione	Utilizzo	Q [l/s]	Rischio
B_000192	S4	Bressanone	Egartner Obere (Quelle 1)	-	0.42	Medio
B_000194	S5	Bressanone	Egartner Untere (Quelle 2)	-	0.16	Medio
B_000260	S3	Bressanone	Tilser (vecchia) \ Alte Tilserquelle	-	0.5	Medio
B_000599	S10	Laion	Ausservogelweider	Privata	0.15	Medio
B_000603	S9	Laion	Hintere Seequelle	Privata	0.15	Medio
B_000634	S7	Laion	Shusterloch (AL1)	Serbatoio Albinos circa 300 utenti	0.6	Medio
B_000761	S2	Varna	Gruberwiesen \ Gruberwiesen	-	40-80	Medio
B_000838	S1	Fortezza	Feller Walut Quelle	Privata	0.2	Medio
B_001129	S6	Bressanone	Peinti	Opera di presa smantellata	-	Medio
B_001142	S11	Laion	Pfundnatsch Lajen Ried	Nessun approvvigionamento potabile	-	Medio
B_001174	S8	Laion	Raffelbach Quelle	Non utilizzata	-	Medio
B_000157	S1_A	Bressanone	sorgente dell'Orso \ Bärenquelle	-	2.0	Alto
B_000575	S7_A	Laion	Filgner	Privata	0.30	Alto
B_000579	S6_A	Laion	Azdzquelle	Privata/uso irriguo	0.2	Alto
B_000595	S5_A	Laion	Trennerhof \ Trennerhofquelle	Privata	0.05	Alto
B_001240	S2_A	Chiusa	-	Non utilizzata	-	Alto
B_001241	S3_A	Chiusa	-	Non utilizzata	-	Alto
B_001242	S4_A	Chiusa	-	Non utilizzata	-	Alto
Pozzo Autostrada	-	Laion	Pozzo Autostrada \ Tiebrunnen Autobahn	Pozzo autostrada. Serbatoio da 450 utenze	1.5	Alto

Dall'elenco risulta che alcune sorgenti a rischio sono dismesse o non utilizzate; per queste si è deciso di non prevedere alcun intervento.

Per le altre, invece, i provvedimenti sostitutivi definitivi sono stati individuati sulla base della presenza o meno di sorgenti non sfruttate nelle vicinanze di quella interferita, della geologia dei terreni e della posizione del serbatoio/utenza servita.

### **PROVVEDIMENTI SOSTITUTIVI DEFINITIVI**

#### **Sorgente B\_000838 - S1 – Fortezza**

Dall'analisi delle potenzialità della sorgente a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione di almeno 0.2 l/s.

Nelle vicinanze della sorgente a rischio è stata individuata una sorgente, censita ma non monitorata nello studio idrologico eseguito per questo progetto, in grado di erogare la portata richiesta.

Per il collegamento della nuova sorgente all'utenza sarà posata una condotta interrata lungo un sentiero come da planimetria di progetto. La tubazione prevista, dai calcoli idraulici eseguiti, dovrà avere un diametro interno di 40 mm. Per le caratteristiche della zona si ipotizza di impiegare una tubazione in PEAD flessibile DN50mm, lunga complessivamente 1.7 km.

Dopo circa 560 m è previsto un pozzetto di disconnessione realizzato per ridurre la pressione e per controllo della condotta.

In corrispondenza dell'immissione della nuova condotta nell'esistente, per compensare l'oscillazione della domanda durante la giornata e bilanciare le pressioni di esercizio, per non rischiare di danneggiare le tubazioni esistenti, sarà posato un piccolo serbatoio interrato dal volume di circa 10 m<sup>3</sup>.

### Quelle B 000761– S2 – Vahrn

Die gefährdete Quelle ist derzeit in der Lage, einen komplett für das öffentliche Versorgungsnetz genutzten Durchsatz zu erzeugen, der zwischen 40 und 80 l/s variiert.

In der Nähe der gefährdeten Quelle ist ein System von Quellen vorhanden, von denen die wichtigsten (die auch im Rahmen der hydrogeologischen Untersuchungsmessreihe überwacht werden) bereits für das Trinkwasserversorgungssystem der Städte Vahrn und Brixen genutzt werden. Nur einige kleine Quellen entlang des Nordufers des Schaldererbaches werden derzeit nicht vollständig abgezapft. Aus diesem Grund wird die Fassung dieser Quellen mittels Erstellung einer Reihe neuer Zuflussleitungen geplant, welche in den vorhandenen Leitungskanal am Talgrund eingeleitet werden. Da die von diesen Quellen erbrachte Leistung nicht ausreicht, um diejenige der gefährdeten Quelle S2 zu ersetzen, ist die Realisierung eines Brunnens vorgesehen, der in der Lage ist, den restlichen Wasserbedarf zu decken und der beim vorhandenen Wasserkraftwerk angesiedelt werden soll, wo auch der Anschluss erfolgt.

Zum Anschluss der neuen Quelle an die vorhandene Gusseisenleitung mit DN 300 mm wird entsprechend Projektlageplan eine unterirdische Leitung entlang eines Pfads verlegt. Das hierfür vorgesehene Rohr muss laut hydraulischer Berechnung einen Innendurchmesser von mindestens 90 mm aufweisen. Angesichts der Beschaffenheit des Gebiets wird die Verwendung eines Rohrs aus flexiblem PE-HD mit DN 110 mm und Gesamtlänge 3,8 km veranschlagt. Ca. 950 m nach der Quelle B\_000787 ist ein Trennschacht geplant, der zur Druckreduktion und Leitungskontrolle eingesetzt wird. Nach ca. einem weiteren Kilometer ist die Immission einer weiteren kleinen Quelle vorgesehen und auf ungefähr halbem Weg zwischen dieser und der Einleitung in die vorhandene Leitung ist ein zweiter Trennschacht geplant.

Zur weiteren Ergänzung wird geplant, mittels Verlegen von zwei ca. 700 m langen Leitungen entlang des Ufers die kleinen Quellen oberhalb der Siedlung Schalderer anzuzapfen. Angesichts der Beschaffenheit des Gebiets wird die Verwendung eines Rohrs aus flexiblem PE-HD mit DN 50 mm veranschlagt.

Zur Vervollständigung des vorhandenen Quellenfassungsnetzes ist, da der von diesen gewährleistete Durchsatz nicht für den Ersatz der gefährdeten Quelle ausreicht, ggf. die Realisierung eines Brunnens geplant, der das benötigte Aufkommen aus tieferen Schichten empor befördern kann. Zur Erleichterung der Arbeitsvorgänge und des Anschlusses wird geplant, diesen Brunnen am Talgrund in unmittelbarer Nähe des bestehenden Wasserkraftwerks anzusiedeln.

### Quelle B 000260– S3 – Brixen

Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine Ausgleichsleistung von mindestens 0,5 l/s gewährleistet werden kann.

Wenig oberhalb der mittelstark gefährdeten Quelle befindet sich eine Quelle mit niedrigem Risiko (B\_000267), die bereits vom selben Versorgungsnetz angezapft wird, die jedoch nicht die Kapazität hat, um den Verlust der betreffenden Quelle auszugleichen.

Ebenfalls im Dienste von Tiles werden die Quellen B\_000740, 311 und 1128 abgezapft, welche einen geringen Anteil von noch nicht genutzter Kapazität aufweisen, die gefördert werden kann, um die gefährdete Quelle auszugleichen.

Da die vorhandene Gusseisenleitung mit DN 100 mm für die Förderung eines größeren Durchsatzes geeignet ist, reicht es aus, die Zapfvorrichtungen der drei Quellen an die vollständige Abnahme der geführten Wassermenge anzupassen, ohne dass weitere Eingriffe an der Zuleitung erforderlich wären.

### Sorgente B\_000761– S2 – Varna

La sorgente a rischio impauverimento allo stato attuale è in grado di erogare una portata, completamente captata per uso di pubblico acquedotto, variabile tra 40 e 80 l/s.

Nelle vicinanze della sorgente a rischio esiste un sistema di sorgenti di cui le principali (sottoposte anche a monitoraggio nell'ambito della campagna di indagini idrogeologiche) sono già captate a costituire un sistema di approvvigionamento idropotabile pubblico a servizio delle città di Varna e Bressanone. Solo alcune piccole sorgenti lungo il versante nord del rio Scaleres non sono attualmente captate per intero; per tale motivo si ipotizza di completare la captazione di tali sorgenti realizzando una nuova serie di condotte di adduzione che andranno a confluire nell'esistente tracciato che corre nel fondovalle. Poiché la portata erogata da tali sorgenti non è sufficiente a compensare quella della sorgente S2, a rischio, è prevista la realizzazione di un pozzo in grado garantire il restante apporto idrico, in corrispondenza dell'esistente centrale idroelettrica, a cui verrà allacciato.

Per il collegamento delle nuove sorgenti all'esistente condotta in ghisa DN300 mm, sarà posata una condotta interrata lungo un sentiero come da planimetria di progetto. La tubazione prevista, dai calcoli idraulici eseguiti, dovrà avere un diametro interno di 90 mm. Per le caratteristiche della zona si ipotizza di impiegare una tubazione in PEAD DN110mm, lunga complessivamente 3.8 km. Dopo circa 950 m dalla sorgente B\_000787, è previsto un pozzetto di disconnessione realizzato per ridurre la pressione e per il controllo della condotta. Dopo un altro chilometro circa, è prevista l'immissione da un'altra piccola sorgente e a metà strada circa tra questa e l'immissione nella condotta esistente, è previsto un secondo pozzetto di interruzione.

Ad ulteriore integrazione, si prevede di captare, posando due condotte lunghe circa 700 m lungo il versante, le piccole sorgenti che esistono a monte dell'abitato di Scaleres. Per le caratteristiche della zona si ipotizza di impiegare una tubazione in PEAD flessibile DN50mm.

A completamento della rete di captazione delle sorgenti esistenti, poiché la portata garantita da queste non è sufficiente a integrare quella della sorgente a rischio, si prevede di realizzare eventualmente un pozzo in grado di emungere la portata richiesta dagli strati più profondi. Per facilitare le lavorazioni e l'allaccio, è stato previsto di posizionare il pozzo nel fondovalle nelle immediate vicinanze dell'esistente centrale idroelettrica.

### Sorgente B\_000260– S3 – Bressanone

Dall'analisi delle potenzialità della sorgente a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione di almeno 0.5 l/s.

Poco a monte della sorgente a rischio medio, è presente una sorgente a rischio basso (B\_000267), già captata sulla stessa rete, ma che non ha la capacità di compensare la perdita della sorgente oggetto di questa relazione.

Sempre a servizio di Tiles sono captate le sorgenti B\_000740, 311 e 1128 che presentano una frazione di portata non sfruttata che può essere captata per compensare la sorgente a rischio.

Poiché la condotta esistente in ghisa DN100mm è adeguata a trasportare anche una portata maggiore, è sufficiente adeguare le opere di presa dalle 3 sorgenti al fine di captare integralmente la portata che da esse sgorga, senza altri interventi sulla condotta di adduzione.

Quellen B 000192/194/1129 – S4, S5 und S6 – Brixen

Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine Ausgleichsleistung von mindestens 0,6 l/s gewährleistet werden kann, was der Summe der Fördermenge von jeder einzelnen der drei gefährdeten Quellen entspricht.

In der Nähe der gefährdeten Quelle wurden eine Reihe von Quellen ausfindig gemacht, die in der Lage sind, die benötigten Mengen zu liefern.

Zum Anschluss der neuen Quelle an die vorhandene Leitung wird entsprechend Projektlageplan eine unterirdische Leitung entlang des Pfads verlegt. Das hierfür vorgesehene Rohr muss laut hydraulischer Berechnung einen Innendurchmesser von mindestens 40 mm aufweisen. Angesichts der Beschaffenheit des Gebiets wird die Verwendung eines Rohrs aus flexiblem PE-HD mit DN 50 mm und Gesamtlänge 2,0 km veranschlagt.

In Übereinstimmung mit der Einleitung des neuen Rohrs ins vorhandene Leitungssystem wird zum Ausgleich von Nachfrageschwankungen im Tagesverlauf und des Betriebsdrucks, damit Beschädigungen der vorhandenen Rohrleitungen vermieden werden, ein kleiner unterirdischer Ausgleichstank mit ca. 25 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen verlegt.

Quelle B 000157– S1A – Brixen

Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine Ausgleichsleistung von mindestens 2,0 l/s gewährleistet werden kann.

In der Nähe der gefährdeten Quelle konnten keine nicht bereits genutzten Quellen ausfindig gemacht werden, die in der Lage wären, die geforderte Leistung zu erbringen. Daher wurde beschlossen einen neuen Brunnen am Talgrund anzulegen.

Für den Anschluss der neuen Quelle an die vorhandene Leitung wird eine unterirdische Leitung verlegt. Das hierfür vorgesehene Rohr muss laut hydraulischer Berechnung einen Innendurchmesser von 60 mm aufweisen. Auf Grundlage der Beschaffenheit des Gebiets und der hohen Betriebsdrücke wird der Einsatz eines Rohrs aus Gusseisen mit Kugelgraphit, DN 60 mm und Gesamtlänge 1,1km geplant.

Quelle B 000634– S7 – Lajen

Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine Ausgleichsleistung von mindestens 0,6 l/s gewährleistet werden kann, indem die während der Überwachungsphase festgestellte Fördermenge um 20% erhöht wird.

In der Nähe der gefährdeten Quelle wurde eine Reihe von Quellen ausfindig gemacht, die in der Lage sind, die benötigten Mengen zu liefern.

Zum Anschluss der neuen Quelle an die vorhandene Leitung wird entsprechend Projektlageplan eine unterirdische Leitung entlang des Pfads und der Straßen in der Siedlung Lajen verlegt. Das hierfür vorgesehene Rohr muss laut hydraulischer Berechnung einen Innendurchmesser von mindestens 40 mm aufweisen. Angesichts der Beschaffenheit des Gebiets wird die Verwendung eines Rohrs aus flexiblem PE-HD mit DN 50 mm und Gesamtlänge 2,6 km veranschlagt.

Sorgenti B 000192/194/1129 – S4, S5 e S6 – Bressanone

Dall'analisi delle potenzialità della sorgente a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione di almeno 0.6 l/s, pari alla somma delle portate derivabili da ognuna delle 3 sorgenti a rischio.

Nelle vicinanze della sorgente a rischio sono state individuate una serie di sorgenti, in grado di erogare la portata richiesta.

Per il collegamento delle nuove sorgenti alla condotta esistente, sarà posata una condotta interrata lungo il sentiero come da planimetria di progetto. La tubazione prevista, dai calcoli idraulici eseguiti, dovrà avere un diametro interno di 40 mm. Per le caratteristiche della zona si ipotizza di impiegare una tubazione in PEAD flessibile DN50mm, lunga complessivamente 2.0 km.

In corrispondenza dell'immissione della nuova condotta con l'esistente, per compensare l'oscillazione della domanda durante la giornata e bilanciare le pressioni di esercizio, al fine di non danneggiare le tubazioni esistenti, sarà posato un piccolo serbatoio interrato dal volume di circa 25 m<sup>3</sup>.

Sorgente B 000157– S1A – Bressanone

Dall'analisi delle potenzialità della sorgente a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione di almeno 2.0 l/s.

Nelle vicinanze della sorgente a rischio non sono state individuate sorgenti non sfruttate, in grado di erogare la portata richiesta; si è quindi scelto di realizzare un nuovo pozzo nell'area di fondovalle .

Per il collegamento della nuova fonte alla condotta esistente, sarà posata una condotta interrata. La tubazione prevista, dai calcoli idraulici eseguiti, dovrà avere un diametro di 60 mm. Per le caratteristiche della zona e le elevate pressioni di esercizio, si ipotizza di impiegare una tubazione in ghisa sferoidale DN60mm, lunga complessivamente 1.1 km.

Sorgente B 000634– S7 – Laion

Dall'analisi delle potenzialità della sorgente a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione di almeno 0.6 l/s, incrementando del 20% la portata riscontrata durante la fase di monitoraggio.

Nelle vicinanze della sorgente a rischio sono state individuate una serie di sorgenti, in grado di erogare la portata richiesta

Per il collegamento delle nuove sorgenti alla condotta esistente, sarà posata una condotta interrata lungo il sentiero e le strade dell'abitato di Laion (come da planimetria di progetto). La tubazione prevista, dai calcoli idraulici eseguiti, dovrà avere un diametro interno di 40 mm.

Per le caratteristiche della zona si ipotizza di impiegare una tubazione in PEAD flessibile DN50mm, lunga complessivamente 2.6 km.



Quelle B\_000579– S6 A und Autobahnbrunnen – Lajen

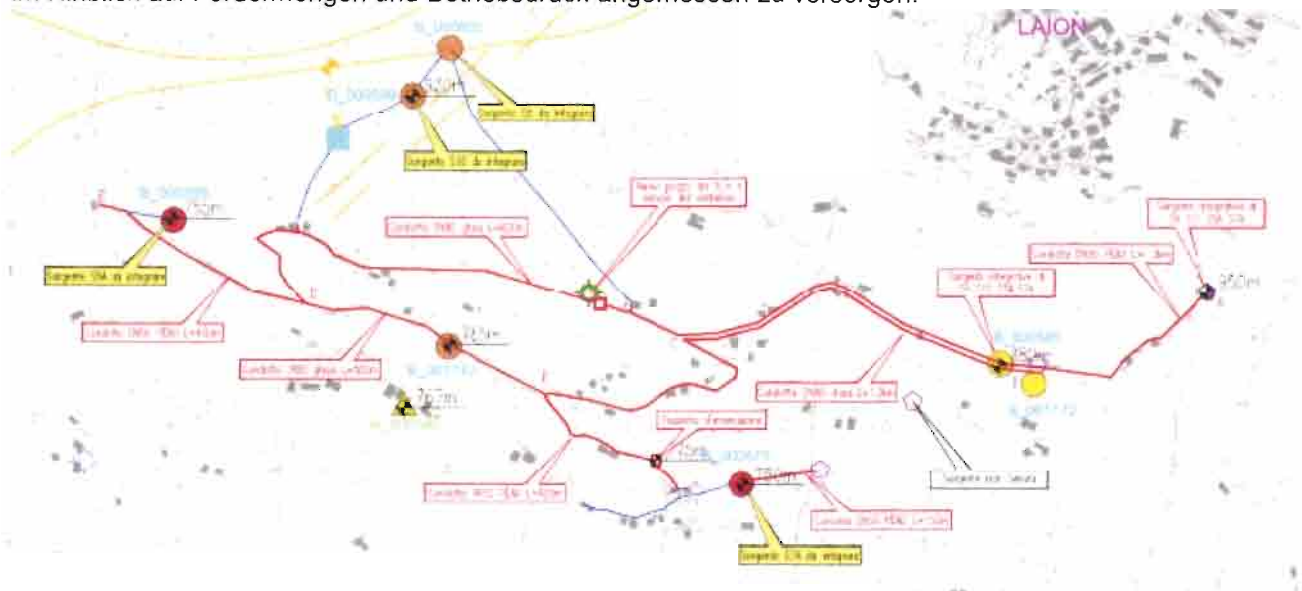
Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle/des Brunnens und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine Ausgleichsleistung von mindestens 0,2 l/s für die Quelle S6A und von 1,5 l/s für den Autobahnbrunnen gewährleistet werden kann.

In der Nähe der gefährdeten Quelle und des gefährdeten Brunnens konnten keine nicht bereits genutzten Quellen ausfindig gemacht werden, die in der Lage wären, die geforderte Leistung zu erbringen. Daher wurde beschlossen zwei neue Brunnen am Talgrund anzulegen. Für die Quelle S6A wird ein neuer Brunnen in unmittelbarer Nähe der Quelle angelegt, während der Brunnen zum Ersatz für den Brunnen bei der Autobahn in unmittelbarer Nähe des Ausgleichsspeichers, an den er angeschlossen werden soll, angelegt wird.

Quelle B\_000603/599/595/575– S9, S10, S5A und S7A – Lajen

Aus der Ermittlung des Potentials der gefährdeten Quelle und den erhobenen Genehmigungsdaten wurden die möglichen Lösungen ausgewertet, mit denen eine angemessene Ausgleichsleistung gewährleistet werden kann.

Es wurden in der Nähe eine Reihe von Quellen ausfindig gemacht, die in der Lage sind, die geforderten Mengen abzugeben, und es wurde ein neues Verteilungsnetz entworfen, das in der Lage ist, die Abnehmer im Hinblick auf Fördermengen und Betriebsdruck angemessen zu versorgen.



**Abbildung 16.16 – Lageplanauszug der gewählten Projektlösung**

Ausgehend von der im Osten auf 950 m Höhe gelegenen Quelle A führt eine Leitung aus PE-HD mit DN 50mm und 1,3 km Länge unter Versorgung der an ihrem Verlauf befindlichen Abnehmer zu einem Sammelspeicher mit 25 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen (Punkt 1, Höhe 875 m), das auch das von einem Brunnen geförderte Wasser entgegennimmt, der in unmittelbarer Nähe angelegt werden soll. Der Brunnen garantiert einen Durchsatz von mindestens 1 l/s bis Punkt D (Höhe 777 m) für die vom Speicher abgehende Leitung aus Gusseisen mit Kugelgraphit, DN 80mm, Länge 820 m.

Ab dieser Stelle führt eine Leitung aus PE-HD mit DN50 mm und 430 m Länge einen Teil des Restwassers zu den Wohnungen an Punkt E (Höhe 755 m) zum Ausgleich von Quelle B\_000595.



Sorgente B\_000579– S6 A e Pozzo Autostrada – Laion

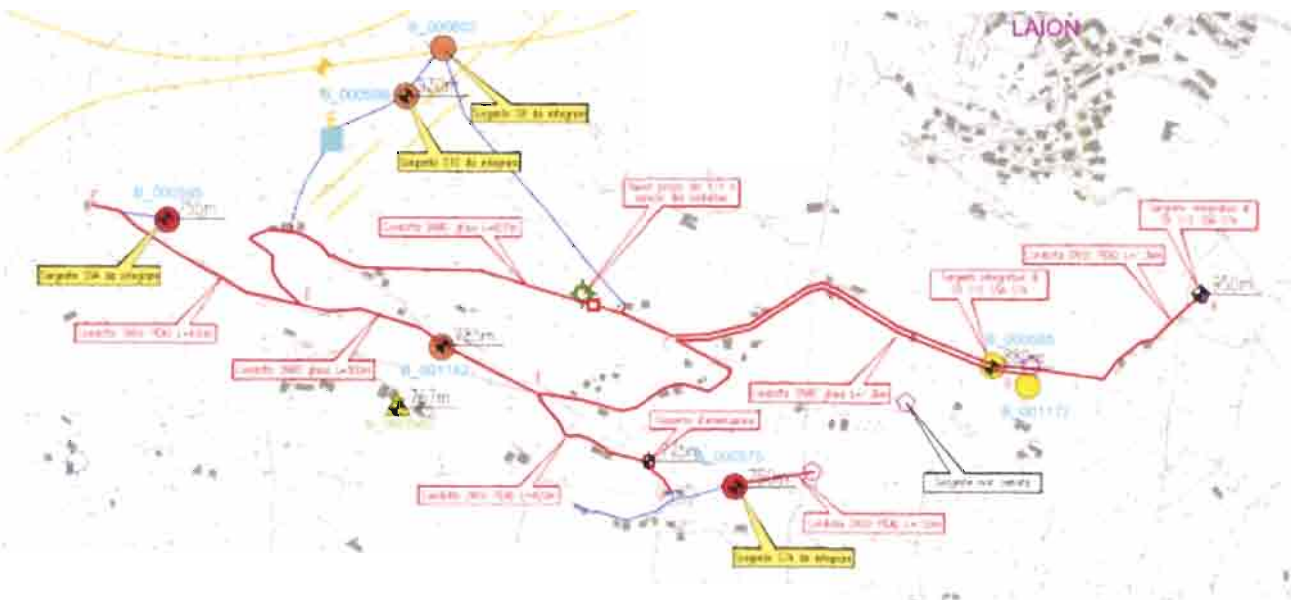
Dall’analisi delle potenzialità della sorgente/pozzo a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione di almeno 0.2 l/s per la sorgente S6A e di 1.5 l/s per il pozzo Autostrada.

Nelle vicinanze della sorgente e del pozzo a rischio non sono state individuate sorgenti non sfruttate, in grado di erogare la portata richiesta; si è quindi scelto di realizzare due nuovi pozzi. Per la sorgente S6A il nuovo pozzo sarà realizzato nelle immediate vicinanze della sorgente, mentre il pozzo in sostituzione di quello in corrispondenza dell’Autostrada sarà realizzato nelle immediate vicinanze del serbatoio di compenso a cui andrà collegato.

Sorgenti B\_000603/599/595/575– S9, S10, S5A e S7A – Laion

Dall’analisi delle potenzialità delle sorgenti a rischio e dai dati di concessione reperiti, si sono valutate le soluzioni possibili per garantire una portata di compensazione adeguata.

Sono state individuate, nelle vicinanze, una serie di sorgenti, in grado di erogare la portata richiesta ed è stata progettata una nuova rete di distribuzione in grado di garantire un adeguato rifornimento idrico alle utenze, in termini di portate e pressioni di esercizio.



**Figura 16.16 – Stralcio planimetrico della soluzione progettuale selezionata**

A partire dalla sorgente A, ad est a quota 950 m, una condotta in PEAD DN50mm lunga 1.3 km conduce, servendo le utenze lungo il percorso, ad un serbatoio di accumulo da 25 m<sup>3</sup> (punto 1, quota 875 m) che riceve anche le acque sollevate da un pozzo da realizzarsi nelle immediate vicinanze. Il pozzo garantisce alla condotta in ghisa sferoidale DN80mm lunga 820 m che parte dal serbatoio, una portata di almeno 1 l/s fino al punto D (quota 777 m).

Da questo punto una condotta in PEAD DN50mm lunga 430 m, porta una parte dell’acqua residua alle abitazioni site nel punto E (quota 755 m) a compensazione della sorgente B\_000595.

Ausgehend von den Quellen B\_000585 und B\_001172 (Punkt B, Höhe 890 m) führt eine Leitung aus Gusseisen mit Kugelgraphit (DN 80mm) parallel zu der Altleitung bis zu Punkt C, um dort nach Südosten abzuweichen bis Punkt F (Höhe 792 m) über eine Gesamtlänge von 1,2 km.

Von dieser Stelle aus zweigt eine PE-HD-Leitung mit DN50mm ab, um die derzeit von Quelle B\_000575 versorgten Haushalte zu erreichen (Punkt G, Höhe 740 m). Zur Druckbegrenzung für die Abnehmer ist die Anlage eines Trennschachts auf 775 m Höhe, gleich talabwärts von den ersten Abnehmern vorgesehen. Zur weiteren Garantie zapft eine Leitung aus PE-HD mit DN50mm das Wasser einer Quelle im Osten von B\_000575 ab und führt es dem bestehenden Leitungsnetz zu.

Zum Schließen des Kreises und zur Gewährleistung der Wasserversorgung auch mangels einer Alternativquelle verbindet ein Gusseisenrohr mit DN80 mm und 500 m Länge die Punkte D und F.

### 16.2.5 Wasserleitung zur versorgung der löschwasserbecken

Die hydraulische Studie betraf ferner die Maßnahmen zur Speisung der Löschwasserbecken an den Tunnelleingängen.

Insbesondere beziehen sich die Projektlösungen auf die Versorgung der Becken in der Nähe folgender Eingänge:

- Schalderer Nord
- Verknüpfung Franzensfeste
- Fensterstollen Klausen
- Nordeingang Grödner Tunnel
- Waidbruck

Die zur Ausfindigmachung der geeigneten Versorgungsquellen und –technik durchgeführten Analysen entsprechen denen, die in Abs. 16.2.4 bezüglich des Ausgleichs von versiegungsgefährdeten Quellen erläutert wurden.

Nachstehend wird die Projektlösung erläutert, und es werden die Bemessungskriterien für die geplanten Bauwerke vorgesellt.

#### Eingang Schalderer Nord und Verknüpfung Franzensfeste

Jede Löschwasserleitung wird von einem Staubecken in der Nähe des Eingangs gespeist. Das Befüllen der Staubecken erfolgt über eine Zufuhrleitung, die beim Sandabscheider der Wass erfassung des Bewässerungskonsortiums der Gemeinde Franzensfeste ansetzt (bei ca. 815 m ü.d.M.).

Die Wass erfassung des Konsortiums und die Leitungen werden mit dem Wasser des Bachs Riol gespeist. Das Mindeststauvolumen jedes Beckens beträgt 100 m<sup>3</sup>. Die Position der Becken und der Verlauf der Leitungen werden in beiliegendem Lageplan aufgeführt.

Bis zum Bahnhof Franzensfeste erfolgt das Verlegen der Löschwasserleitungen im Graben der Bewässerungsleitung

Die Leitung aus PEAD PN 16 (zur Vermeidung von Korrosion) wird ab Fassstelle bis zum Staubecken aus Zwecken des Frostschutzes unterirdisch verlegt.

A partire dalle sorgenti B\_000585 e B\_001172 (punto B, quota 890 m), una condotta in ghisa sferoidale DN80mm corre, parallelamente alla precedente, fino al punto C per poi deviare verso sud-est fino al punto F (quota 792 m) per una lunghezza complessiva di 1.2 km.

Da questo punto una condotta in PEAD DN50mm si diparte a servire le abitazioni attualmente servite dalla sorgente B\_000575 (punto G, quota 740 m). Per limitare la pressione all'utenza, è prevista la posa di un pozzetto di interruzione a quota 775 m, subito a valle delle prime utenze. A ulteriore garanzia, una condotta in PEAD DN50mm capta le acque da una sorgente a est della B\_000575 e le porta alla rete esistente.

Per chiudere l'anello e garantire l'approvvigionamento idrico anche in mancanza di una delle fonti alternative, una condotta in ghisa DN80mm lunga 500 m collega i punti D e F.

### **16.2.5 Acquedotti di alimentazione vasche antincendio**

Lo studio idraulico ha riguardato inoltre gli interventi per l'alimentazione delle vasche antincendio posizionate agli imbocchi delle gallerie,

In particolare le soluzioni di progetto si riferiscono all'alimentazione delle vasche posizionate in corrispondenza dei seguenti imbocchi:

- Scaleres Nord
- Interconnessione di Fortezza
- Finestra di Chiusa
- Imbocco Nord Galleria Gardena
- Ponte Gardena

Le analisi effettuate per individuare le fonti e le tecniche di approvvigionamento sono analoghe a quelle illustrate nel paragrafo 16.2.4, relativo alle compensazioni delle sorgenti a rischio di Impauperimento.

Di seguito viene illustrata la soluzione di progetto e vengono presentati i criteri dimensionali delle opere da realizzare.

#### Imbocco Scaleres Nord e Interconnessione di Fortezza

Ciascuna condotta antincendio è alimentata da una vasca di accumulo ubicata in corrispondenza dell'imbocco; al riempimento della vasca di accumulo provvede una tubazione con presa in corrispondenza del dissabbiatore dell'opera di captazione idrica della Cooperativa irrigua del Comune di Fortezza (a quota 815 m s.l.m. circa)

La captazione idrica della Cooperativa e la tubazione sono alimentate dalle acque del Rio Riol. Il volume minimo di accumulo di ciascuna vasca è di 100 m<sup>3</sup>. La posizione delle vasche e il percorso delle tubazioni sono indicati nelle planimetrie allegate.

Fino alla Stazione di Fortezza, la posa della condotta antincendio avviene nello scavo della condotta irrigua.

Dalla presa alle vasche la condotta in PEAD PN 16 (per evitare fenomeni di corrosione) è interrata e protetta dal gelo.

### Fensterstollen Klausen

Die Löschwasserleitung wird von einem Staubecken in der Nähe des Tunneleingangs gespeist. Die Befüllung des Staubeckens erfolgt über ein Rohr, das von einer vorhandenen Quelle versorgt wird (bei ca. 692 m ü.d.M.).

Das Mindeststauvolumen des Löschwasserbeckens beträgt 100 m<sup>3</sup>. Die Position des Beckens und der Verlauf der Leitungen werden in beiliegendem Lageplan aufgeführt.

Die Leitung aus PEAD PN 16 (zur Vermeidung von Korrosion) wird ab Fassstelle bis zum Staubecken aus Zwecken des Frostschutzes unterirdisch verlegt.

### Nordeingang Grödner Tunnel

Die Löschwasserleitung wird von einem Staubecken in der Nähe des Tunneleingangs gespeist. Die Befüllung des Staubeckens erfolgt über ein Rohr, das von einer vorhandenen Quelle versorgt wird (bei ca. 682 m ü.d.M.).

Das Mindeststauvolumen des Löschwasserbeckens beträgt 100 m<sup>3</sup>. Die Position des Beckens und der Verlauf der Leitungen werden in beiliegendem Lageplan aufgeführt.

Die Leitung aus PEAD PN 16 (zur Vermeidung von Korrosion) wird ab Fassstelle bis zum Staubecken aus Zwecken des Frostschutzes unterirdisch verlegt.

### Waidbruck

Die Löschwasserleitung wird von einem Staubecken in der Nähe des Tunneleingangs gespeist. Die Befüllung des Staubeckens erfolgt über ein Rohr, das von einer bereits bestehenden Wasserleitung versorgt wird.

Das Mindeststauvolumen des Löschwasserbeckens beträgt 100 m<sup>3</sup>. Die Position des Beckens und der Verlauf der Leitungen werden in beiliegendem Lageplan aufgeführt.

Die Leitung aus PEAD PN 16 (zur Vermeidung von Korrosion) wird ab dem vorhandenen Leitungsnetz bis zum Staubecken aus Zwecken des Frostschutzes unterirdisch verlegt.

### BEMESSUNG

Für die am Eingang Schalderer Nord und Verknüpfung Franzensfeste geplante Maßnahme muss die Wasserversorgung in der Lage sein, das Befüllen des Löschwasserbeckens (mit 100 m<sup>3</sup>) in höchstens 36 h zu garantieren. Berücksichtigt man, dass die neue Leitung zwei Becken speisen muss, entspricht die Bemessung 1,6 l/s.

Bei den anderen Maßnahmen muss die Wasserversorgung in der Lage sein, das Befüllen eines Löschwasserbeckens (mit 100 m<sup>3</sup>) in höchstens 36 h zu garantieren. Berücksichtigt man, dass die neue Leitung nur ein Becken speisen muss, entspricht die Bemessung hier 0,8 l/s.

Die Bemessung der Zuleitungen erfolgte unter Sicherstellung, dass bei Durchsatz nach Plan die Entnahme aus der Leitung nicht so groß sein darf, dass kein angemessener Betriebsdruck für die weiteren angeschlossenen Abnehmer mehr gewährleistet wird.

#### Finestra di Chiusa

La condotta antincendio è alimentata da una vasca di accumulo ubicata in corrispondenza dell'imbocco; al riempimento della vasca di accumulo provvede una tubazione alimentata da una sorgente esistente (a quota 692 m s.l.m. circa)

Il volume minimo di accumulo della vasca antincendio è di 100 m<sup>3</sup>. La posizione della vasca e il percorso delle tubazioni sono indicati nella planimetria allegata.

Dalla presa alla vasca la condotta in PEAD PN 16 (per evitare fenomeni di corrosione) è interrata e protetta dal gelo.

#### Imbocco Nord Galleria Gardena

La condotta antincendio è alimentata da una vasca di accumulo ubicata in corrispondenza dell'imbocco; al riempimento della vasca di accumulo provvede una tubazione alimentata da una sorgente esistente (a quota 682 m s.l.m. circa)

Il volume minimo di accumulo della vasca antincendio è di 100 m<sup>3</sup>. La posizione della vasca e il percorso delle tubazioni sono indicati nella planimetria allegata.

Dalla presa alla vasca la condotta in PEAD PN 16 (per evitare fenomeni di corrosione) è interrata e protetta dal gelo.

#### Ponte Gardena

La condotta antincendio è alimentata da una vasca di accumulo ubicata in corrispondenza dell'imbocco; al riempimento della vasca di accumulo provvede una tubazione alimentata da una condotta idrica esistente.

Il volume minimo di accumulo della vasca antincendio è di 100 m<sup>3</sup>. La posizione della vasca e il percorso delle tubazioni sono indicati nella planimetria allegata.

Dalla rete esistente alla vasca la condotta in PEAD PN 16 (per evitare fenomeni di corrosione) è interrata e protetta dal gelo.

#### CRITERI DIMENSIONALI

Per l'intervento previsto all'Imbocco Scaleres Nord e Interconnessione di Fortezza, l'alimentazione idrica deve essere in grado di garantire il riempimento di una vasca antincendio (da 100 mc) in un tempo non maggiore di 36 h. Considerando che la nuova condotta deve alimentare due vasche, la portata di dimensionamento è pari a 1.6 l/s.

Per i restanti interventi l'alimentazione idrica deve essere in grado di garantire il riempimento di una vasca antincendio (da 100 mc) in un tempo non maggiore di 36 h. Considerando che la nuova condotta deve alimentare una sola vasca, la portata di dimensionamento è pari a 0.8 l/s.

Il dimensionamento delle condotte di adduzione è stato condotto verificando che, con la portata di progetto, le perdite di carico non siano tali da non garantire un'adeguata pressione di esercizio all'utenza servita.

## 17 TECHNOLOGISCHE AUSRÜSTUNG

### 17.1 OBERBAU

Die verwendeten Oberbaukonfigurationen gehören zu zwei Typen: Im Tunnel wird Oberbau ohne Packlage auf Grundplatten aus vorgespanntem Stahlbeton verwendet, während im Freien der Einsatz von traditionellem Oberbau auf Schotterbett vorgesehen ist.

Der Oberbau auf Grundplatte aus vorgespanntem Stahlbeton ist an folgenden Streckenabschnitten geplant:

- von PK 0+487,25 bis PK 21+917 Gleis 1 HL-Strecke; von PK 0+487,75 bis PK 22+492 Gleis 2 HL-Strecke
- Von PK 0+155 bis PK 2+721 Verknüpfung Seite Franzensfeste HG/HL Gleis 1; von PK 0+250 bis PK 2+684 Verknüpfung Seite Franzensfeste HL Gleis 2
- von PK 0+074 bis PK 3+216 Verknüpfung Seite Waidbruck HG/HL Gleis 1; von PK 0+074 bis PK 2+580 Verknüpfung Seite Waidbruck HL Gleis 2

Der traditionelle Oberbau auf Schotterbett ist hingegen auf den Streckenabschnitten vor den Tunnelportalen und im Bahnhof Waidbruck vorgesehen.

Bei den beiden Oberbautypen kommen folgende Materialien zum Einsatz:

- Schienen 60E1 mit Länge 108 m,
- Schwellen aus vorgespanntem Stahlbeton RFI-260/RFI-240, einschließlich Montageteile 1. und 2. Ebene, mit Typenzulassung durch RFI,
- Grundplatten aus vorgespanntem Stahlbeton
- Vorgefertigte geklebte Isolierstöße,
- Weichen vom Typ 60 UNI,
- Schotter Güteklasse 1,
- energieverzehrende Puffer.

Die beim Bau neuer Streckengleise verwendeten Schienen werden elektrogeschweißt.

#### HAUPTMERKMALE DER OBERBAUMATERIALIEN

Die grundlegenden Komponenten des traditionellen Oberbautyps werden allesamt im normalen FS-Katalog geführt, sodass für diese keine Durchführung struktureller und/oder funktioneller Prüfungsberechnungen vorgesehen ist.

Es wird hervorgehoben, dass der Einsatz von ebenerdigen Überwegen aus Gummi vorgesehen ist, welche auf Grundlage des Ministerialdekrets vom 28.10.2005 „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ ausgerichtet werden müssen.

Nachstehend werden die Haupteigenschaften der Oberbaumaterialien und deren Bemessung aufgeführt.

#### Schienen

Die Schienen haben das Profil 60E1 mit Gewicht pro Längeneinheit 60 kg/m, aus Stahl der Güte R260. Es kommen Schienen mit zwei Längen zum Einsatz:

- Die Schienen mit Länge 108 m – zur Verwendung auf Neubau-Streckengleisen – werden mittels Funkenschweißverfahren zu einer einzigen langen Schiene verschweißt.
- Auf Bahnhöfen können hingegen 36 m lange Schienen zur Vereinfachung des Handlings eingesetzt werden.

## 17 ATTREZZAGGIO TECNOLOGICO

### 17.1 ARMAMENTO

La configurazione tipologica dell'armamento da adottare è di due tipologie: in galleria si adotterà l'armamento senza massicciata, su platee in cemento armato precompresso (c.a.p.) mentre all'aperto è previsto l'impiego di armamento di tipo tradizionale su ballast.

L'armamento su platea in c.a.p. è previsto nelle seguenti tratte:

- dalla PK 0+487,25 alla PK 21+917 binario di corsa AC dispari; dalla PK 0+487,75 alla PK 22+492 binario di corsa AC pari
- dalla PK 0+155 alla PK 2+721 interconnessione lato Fortezza AV/AC dispari; dalla PK 0+250 alla PK 2+684 interconnessione lato Fortezza AC pari
- dalla PK 0+074 alla PK 3+216 interconnessione lato Ponte Gardena AV/AC dispari; dalla PK 0+074 alla PK 2+580 interconnessione lato Ponte Gardena AC pari

L'armamento di tipo tradizionale su ballast è invece previsto nelle tratte antistanti gli imbocchi delle gallerie e nella stazione di Ponte Gardena.

Le due soluzioni tipologiche prevedono l'impiego dei seguenti materiali:

- rotaie 60E1, di lunghezza 108 m;
- traverse in cap RFI-260/RFI-240, complete di organi d'attacco di 1° e 2° livello omologati da RFI;
- platea in c.a.p.
- G.I.I. prefabbricate;
- scambi tipo 60 UNI;
- pietrisco di 1<sup>a</sup> categoria;
- paraurti assorbimento energia;

Le rotaie impiegate nella realizzazione dei nuovi binari di corsa saranno saldate elettricamente.

#### **CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI MATERIALI ARMAMENTO**

I componenti elementari della soluzione tipologica dell'armamento tradizionale FS sono tutti materiali ordinari a catalogo FS, per i quali non è prevista l'esecuzione di calcoli di verifica strutturale e/o funzionale d'armamento

Si evidenzia che è previsto l'impiego di attraversamenti a raso in gomma, i quali dovranno essere allineati in base al Decreto Ministeriale del 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie".

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dei materiali d'armamento ed il relativo dimensionamento.

#### Rotaie

Le rotaie sono del profilo 60E1, con massa lineica 60 Kg/m, in acciaio di qualità R260. Le rotaie da impiegare sono di due lunghezze:

- quelle di lunghezza 108 m – da impiegare sui binari di corsa di nuova costruzione - saranno saldate fra loro a formare la lunga rotaia saldata, mediante saldatura elettrica a scintillio;
- potranno essere impiegate rotaie da 36 m nelle stazioni per facilitare la loro movimentazione;



- Aluminothermische Schweißverfahren sind auf Verarbeitungen besonderer Art beschränkt, wie Aktivierung, Einsetzen von Weichen, Regulierung der langen geschweißten Schiene, provisorische Verbindungen usw.

#### Schwellen aus vorgespanntem Stahlbeton und Montageteile

Auf gerader Strecke und in Kurven mit Radius von mindestens 275 m ist der Einsatz von Monoblock-Schwellen aus vorgespanntem Stahlbeton vom Typ RFI 240 und RFI 260 mit Länge 2,40 und 2,60 m und Gewicht nicht unter 300 kg bzw. 350 kg vorgesehen, zum Verlegen im 60cm-Modul (6/10), einschließlich Montageteilen auf 1. und 2. Ebene mit Typenzulassung durch RFI. Es wird festgelegt, dass die Montageteile auf der gesamten Strecke zum gleichen Typ gehören müssen.

#### Grundplatte aus vorgespanntem Stahlbeton

Die im Tunnel verwendete Konfiguration ist Oberbau ohne Packlage.

#### Die Fahrbahnplattform

Die Platten müssen geeignete Länge, Breite und Dicke aufweisen, um den Systemanforderungen zu genügen.

Die Breite muss zwischen 240 und 260 cm liegen und die maximale Höhe zwischen Schienenoberkante und Verlegeebene einschließlich Bettungsmörtel und Aufnahmestruktur darf 63 cm nicht überschreiten, was aus beiliegenden Regelquerschnitten hervorgeht.

Die Platten müssen für das Einsetzen der Weichen ausgelegt und derart bemessen werden, dass auch der Belastung durch die Überfahrt von bereiften Rettungsfahrzeugen standgehalten wird.

#### Bettungsmaterial

Das Bettungsmaterial hat die Aufgabe:

- ein Regelement darzustellen, das in der Lage ist, die Verarbeitungstoleranzen der Bauteile auszugleichen, damit die bei der Gleisverlegung geltenden, engeren Toleranzwerte eingehalten werden können;
- als Sperre für die Plattform zu wirken, sodass einwandfreie Haftung zwischen deren Unterseite und der Aufnahmestruktur gewährleistet sein kann;
- eine möglichst geringe Dicke (max. 30 mm) aufzuweisen.

#### Die Befestigungsteile

Die Befestigungselemente gehören zur elastischen Art, die für HG-/HL-Strecken und Oberbau ohne Packlage geeignet ist.

#### Typenzulassung

Da Gleise ohne Packlage nicht im FS-Katalog aufgeführt sind, müssen sie einer Typenzulassung durch RFI unterzogen werden.

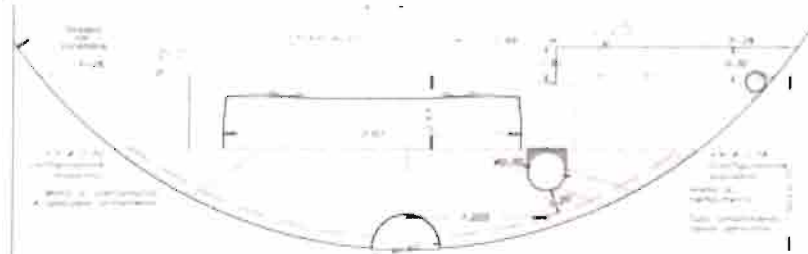


Abbildung 17.1 – Plattform aus vorgespanntem Stahlbeton: beispielhafter Schnitt

- Le saldature alluminotermiche saranno limitate a quelle lavorazioni di particolare natura, tipo attivazioni, inserimento scambi, regolazioni l.r.s. collegamenti provvisori, ecc.

#### Traverse in c.a.p. ed attacchi

E' previsto l'impiego, in rettilineo e nelle curve di raggio non inferiore a 275 m, di traverse in cemento armato precompresso monoblocco tipo RFI 240 e RFI 260 di lunghezza 2.40 m e 2,60 m e di massa non inferiore a kg 300 e Kg 350 da posare a modulo 60 cm (6/10), complete di organi d'attacco di 1° e 2° livello omologati da RFI. Si stabilisce che per l'intera tratta gli organi d'attacco devono essere di una sola tipologia.

#### Platea in c.a.p.

La configurazione tipologica adottata in galleria è quella dell'armamento senza massicciata.

#### La piattaforma

Le piastre devono avere lunghezza, larghezza e spessore idonei a corrispondere alle prestazioni richieste al sistema.

Tuttavia la loro larghezza deve essere compresa tra 240 e 260 cm ed avere una altezza massima di 63 cm tra piano del ferro / piano di regolamento comprensiva di malta di allettamento e manufatto di contenimento, come si evidenzia nella sezione tipologica allegata.

Le piastre dovranno essere predisposte per l'inserimento degli scambi ed essere dimensionate per supportare il carico stradale dei mezzi gommati di soccorso.

#### Il materiale di allettamento

Il materiale di allettamento deve assolvere allo scopo:

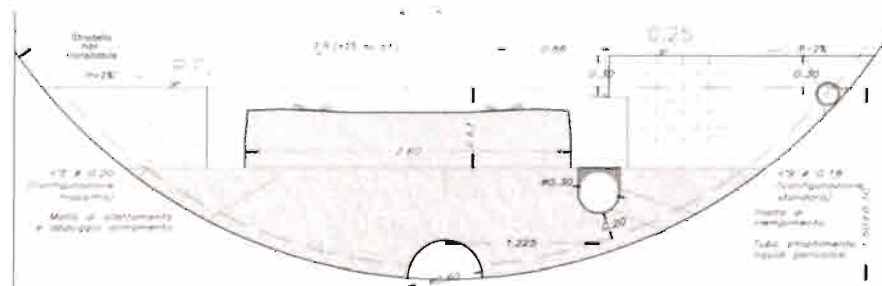
- di costituire un elemento di regolazione capace di assorbire le tolleranze di lavorazione delle opere civili, rendendo possibile la posa del binario entro le più strette tolleranze che gli sono proprie;
- di servire da bloccaggio della piattaforma, garantendo il perfetto incollaggio fra la superficie inferiore della stessa ed il manufatto di contenimento;
- avere uno spessore il più possibile contenuto, e comunque non superiore a 30 mm.

#### Gli organi di attacco

L'organo di attacco sarà di tipo elastico idoneo alle tratte AV/AC per armamento senza massicciata.

#### Omologazione

Il binario senza massicciata, non risultando a catalogo FS, dovrà essere omologato da RFI



**Figura 17.1 – Platea in c.a.p.: sezione tipologica**

### Verklebte Isolierstöße

Zur Herstellung der Trennungen in den elektrischen Schaltungen an Fahrgleis und Weichen werden vorgefertigte geklebte Isolierstöße verwendet.

Im Einzelnen:

- wird für Fahrgleise Typ 60 Uni mit 6 m verwendet.
- für Weichen werden die entsprechenden isolierenden Zwischenschienen geliefert, an denen der Isolierstoß bereits eingesetzt ist.

### Weichen

Die den Leitlinien von RFI entsprechenden Weichen sind vom Typ 60 UNI mit Monoblock-Herzstück aus Mn-Stahlguss mit indirekten Befestigungen, verschweißbaren Enden, Federlagern und Leitschienen UIC 33 zur Verwendung bei der Realisierung von einfachen Abzweigungen der Fahrgleise mit den Überholgleisen oder bei der Realisierung von Verbindungen zwischen Fahrgleisen sowie an Streckengabelungen.

Die Weichen werden auf Schwellen aus vorgespanntem Stahlbeton /Grundplatten verlegt.

Bei fraglichem Projekt sind folgende Weichenarten und Auszugsvorrichtungen (Typenzulassung von RFI) zum Einsetzen an der Eisack-Brücke vorgesehen:

- Weiche S.60 UNI / 1200 / 0.040 c.p.m.
- Weiche S.60 UNI / 400 / 0.074 c.p.m.
- Weiche S.60 UNI / 400 / 0.074 c.p.f.
- Weiche S.60 UNI / 250 / 0.092
- Weiche S.60 UNI / 170 / 0.12
- Auszugsvorrichtung (Typenzulassung durch RFI)

### Packlage

Der Schotter für die vorschriftsmäßige Errichtung der Packlage hat zur Güteklasse 1 entsprechend Technischer Lieferspezifikation „Schotter für Eisenbahnpacklagen“ RFI DTC INC SP IFS 010 B Ausg. Juni 2012 zu gehören.

Die Schnittgeometrie entspricht der von den beispielhaften Gleisschnitten vorgegebenen.

Der Schotter hat am durchgehenden Gleis eine Mindestdicke von 0,35 m unter der Auflageebene der Schwellen an der niedrigsten Schiene, wobei als Mindestdicke der Abstand zwischen Verlegeebene und Unterkante der Schwelle an der Schiene, die am dichtesten an der Verlegeebene anliegt, gilt.

Bei den Bauelementen (Schotterschutzmauer, Bahnsteig im Tunnel, Viadukt usw.) ist darauf zu achten, dass der Mindestabstand zwischen Schwellenende und benachbartem Bauteil mindestens 70 cm beträgt.

### Energieverzehrende Puffer

Es wurden energieverzehrende Puffer vom Typ 1, gemäß S.T. DI TC AR SF AR 01 001 A „Technische Spezifikationen für die Lieferung von Bremspuffern“ vom Juli 1999 eingeplant.

### Giunzioni isolanti incollate

Per la formazione dei sezionamenti, interessanti il binario corrente e i deviatori, dei circuiti elettrici di binario, si impiegheranno le giunzioni isolanti incollate prefabbricate.

In particolare:

- per il binario corrente si impiegherà quella tipo 60 UNI da m 6.
- per gli scambi verranno fornite le corrispettive rotaie intermedie isolanti con già interposta la relativa G.I.I.

### Scambi

Gli scambi, conformi alle Linee Guida RFI, saranno del tipo 60 UNI, con cuore monoblocco d'acciaio fuso al Mn, con attacchi indiretti, estremità saldabili, cuscinetti elastici e controrotaie UIC 33, da utilizzarsi nelle realizzazioni di deviate semplici dei binari di corsa con i binari di precedenza o nelle realizzazioni di comunicazioni fra binari di corsa, nonché dei bivi in piena linea.

Gli scambi saranno posti in opera su traversoni in c.a.p. / platee.

Nel progetto in questione, sono previste le seguenti tipologie di scambi e apparecchi di dilatazione (Omologati da RFI) da inserire sul ponte del fiume Isarco:

- scambio S.60 UNI / 1200 / 0.040 c.p.m.
- scambio S.60 UNI / 400 / 0.074 c.p.m.
- scambio S.60 UNI / 400 / 0.074 c.p.f.
- scambio S.60 UNI / 250 / 0.092
- scambio S.I.60 UNI / 170 / 0.12
- apparecchio di dilatazione (Omologato da RFI)

### Massicciata

Il pietrisco da impiegare, per la formazione regolamentare della massicciata, dovrà essere di 1<sup>a</sup> categoria, conforme alla specifica tecnica di fornitura "Pietrisco per massicciata ferroviaria" RFI DTC INC SP IFS 010 B ed. giugno 2012.

La geometria della sezione sarà quella prevista dalle sezioni tipo del binario.

Il pietrisco avrà, per il binario corrente, uno spessore minimo di 0,35 m sotto il piano di appoggio delle traverse in corrispondenza della rotaia più bassa, spessore minimo inteso come distanza tra piano inferiore della traversa, in corrispondenza della rotaia più vicina al piano di regolamento, ed il piano di regolamento stesso.

In corrispondenza di strutture civili (muro paraballast, marciapiede di gallerie, viadotto ecc.) si dovrà curare che la distanza minima tra l'estremità della traversa e l'adiacente struttura civile sia almeno di 70 cm.

### Paraurti ad assorbimento di energia

Sono stati previsti paraurti ad assorbimento di energia del tipo 1, secondo la S.T. DI TC AR SF AR 01 001 A "Specifiche tecniche di fornitura di paraurti ad azione frenante" del luglio 1999.

## 17.2 STROMVERSORGUNGSSYSTEM

Dieses Kapitel enthält eine Zusammenfassung der Elemente des Stromversorgungssystems für Baulos 1, bestehend aus:

- Unterwerken, Schaltposten, Traktionsstrom-Stationen
- Oberleitung,
- Fernsteuerungssystem Traktionsstromanlagen.
- MS-Versorgungsanlagen und Nebenanlagen

### 17.2.1 Unterwerke / Schaltposten / Traktionsstrom-Stationen

Das Projekt für die Stromversorgung von Baulos 1 wurde mit dem des Brennerbasistunnels integriert, bei dem für den elektrischen Antrieb zwei Unterwerke (SSE), eines in Franzensfeste (italienische Seite) und eines in Arental (österreichische Seite) vorgesehen sind.

Die Hochspannungsversorgung (HS) des Unterwerks Franzensfeste gehört zum Projekt für den Brennerbasistunnel (BBT) und sieht einen Ein-/Ausgangsanschluss (Kabel) an der in der Nähe gelegenen HS-Drehstromleitung vor.

Die Betriebsarchitektur des Versorgungssystems von Baulos 1 umfasst abgesehen von genanntem Unterwerk in Franzensfeste (das auch zur Versorgung des Brennerbasistunnels dient) ein weiteres Unterwerk (Notfall-Unterwerk), Traktionsstrom-Stationen sowie einfache oder doppelte Schaltposten 2x25 kVAC (PPD/PPS).

Die 25 kVAC-Anlagen sind im Einzelnen folgende:

- Unterwerk (SSE) in Franzensfeste,
- Doppelter Schaltposten (PPD) in Albeins,
- Notfall-Unterwerk/einfacher Schaltposten (PPS) in Waidbruck.

In der Nähe der Verknüpfungen der neuen Eisenbahnlinie mit der Bestandsstrecke Franzensfeste – Verona sind folgende Eingriffe an der 3 kVDC-Trasse geplant:

- Umbau Traktionsstrom-Station Franzensfeste (Systemtrennstelle Seite Franzensfeste SÜD),
- Neue Traktionsstrom-Station Waidbruck (Systemtrennstelle Seite Verona),

Beide Traktionsstrom-Stationen liegen in der Nähe der gleichnamigen Bahnhöfe und haben die Aufgabe, die Systemtrennstelle zu schützen und die Verbindung der Anlage zur Bestandsstrecke herzustellen.

Das Projekt für die Stromversorgung von Baulos 1 ist mit dem des Brennerbasistunnels integriert und setzt bezüglich des Unterwerks FRANZENSFESTE (italienische Seite) die Auflage Nr. 23 des CIPE-Beschlusses um.

In Übereinstimmung mit dieser Auflage erfolgt die Realisierung des Hochspannungsteils (HS) in gasisolierter Ausführung mit isolierten Geräten in SF6, um Platzbedarf und Auswirkungen auf die Umwelt der Einrichtungen zu verringern, während der Mittelspannungsbereich als Schalttafel im Innern des Gebäudes geplant ist. Der Platz des Unterwerks wird eine Fläche von ca. 200 m<sup>2</sup> beanspruchen.

Auf Grundlage der vom BBT-Projekt geplanten Architektur des Unterwerks wurden ferner im Einreichprojekt die angemessenen Anpassungen des Unterwerks-Layouts an die Anforderungen von RFI und BBT vorgenommen.

Insbesondere werden für den unabhängigen Betrieb der beiden Seiten des Basistunnels (österreichische und italienische Seite) die beiden für die Traktion bestimmten 60-MVA-Geräte so betrieben werden, dass

## 17.2 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Il presente capitolo riporta una sintesi degli elementi del sistema di alimentazione elettrica del lotto 1, costituiti da:

- Sottostazioni, Posti di Parallelo, Cabine TE
- Linea di Contatto,
- Sistema di telecomando impianti TE.
- Impianti di alimentazione MT e ausiliari

### 17.2.1 Sottostazioni / Posti di Parallelo / Cabine TE

Il progetto di alimentazione del Lotto 1 è integrato con quello della Galleria di Base del Brennero che prevede per la Trazione Elettrica due Sottostazioni Elettriche (SSE) ubicate rispettivamente a Fortezza (versante Italiano) ed ad Arentthal (versante Austriaco).

L'alimentazione alta tensione (AT) della sottostazione di Fortezza, è in carico al progetto della Galleria di Base del Brennero (BBT) e prevede un allaccio in Entra/Esci (in cavo) alla terna AT limitrofa.

L'architettura funzionale del sistema di alimentazione del Lotto 1, oltre citata Sottostazione di Fortezza (funzionale anche all'alimentazione della Galleria di Base del Brennero), prevede un ulteriore Sottostazione Elettrica (SSE di Soccorso), Cabine TE e Posti di Parallelo 2x25kVca Doppio o Semplici (PPD/PPS).

Gli impianti a 25kVca previsti sono in particolare i seguenti:

- Sottostazione elettrica (SSE) di Fortezza;
- Posto di parallelo doppio (PPD) di Albes;
- SSE di soccorso /PPS di Ponte Gardena.

In prossimità delle interconnessioni della nuova linea ferroviaria con la linea storica Fortezza – Verona, saranno previsti i seguenti interventi sulla tratta a 3 kVcc:

- Rifacimento della cabina TE di Fortezza (POC lato Fortezza SUD);
- Nuova cabina TE di Ponte Gardena (POC lato Verona);

Entrambe le Cabine TE sono collocate in prossimità delle omonime stazioni ed hanno la funzione di protezione del POC e di raccordo dell'impianto alla linea storica.

Il progetto di alimentazione del Lotto 1 risulta essere integrato con quello della Galleria di Base del Brennero e, relativamente alla SSE di FORTEZZA (versante Italiano) recepisce la Prescrizione n. 20 della Deliberazione CIPE.

In linea con tale prescrizione, la realizzazione del reparto AT è stato previsto in blindato con apparecchiature isolate in SF6, al fine di ridurre ingombri e impatto ambientale degli stalli, mentre il comparto MT è previsto in quadro all'interno del fabbricato. Il piazzale di SSE occuperà un'area di superficie pari a circa 2000 m<sup>2</sup>.

Inoltre, sulla base dell'architettura della SSE prevista dal progetto BBT, nel progetto definitivo si è proceduto ad operare opportuni adeguamenti del layout di SSE in funzione delle rispettive esigenze di competenza RFI e BBT.

eine für die Versorgung des italienischen Streckenabschnitts und die andere für die des österreichischen Abschnitts bis zum aktiven neutralen Abschnitt dient. Ferner ist geplant, dass ein Abschnitt der 25-KV-Schalttafel als Zähler für die Stromversorgung des österreichischen Streckenabschnitts dienen wird. Die Möglichkeit der gegenseitigen Aushilfe ist auf jeden Fall durch einen Verbindungsschalter auf der 25-KV-Seite gegeben.

Im Detail wird das Unterwerk Franzensfeste dazu bestimmt sein, die Gesamtheit der HS-Geräte, die HS-/MS-Transformatoren und den Gebäudekomplex mit der 25KV MS-Schaltwarte, der Steuer-/Kontroll- und Schutzwarte des Unterwerks, der 20kV MS-Warte für andere Abnehmer, der Akkumulatorenhalle und dem Messraum zu beherbergen.

Am Fensterstollen ALBEINS (der zur Evakuierung des Tunnels im Notfall dient) ist bei km 12+229 HG-Gleis 1 ein mit zwei 15 MW-Autotransformatoren ausgerüsteter doppelter Schaltposten (PPD) geplant.

Zweck dieser Schaltstelle ist der Stromausgleich zwischen dem Feeder mit +25 kV und dem mit - 25 kV sowie die Schließung des 2x25kV-Systems.

Für die Sicherheit im Tunnel und zur Gewährleistung einer alternativen Energiequelle für Beleuchtung, Belüftung, Sicherheit usw. wird die Realisierung eines Notstrom-Schaltunterwerks (Südseite) erforderlich. Dieses Unterwerk namens WAIDBRUCK wird im Bereich des gleichnamigen Bahnhofs auf einem Gelände in der Gemeinde Lajen in der Nähe des Tunnelaustritts von Verknüpfungsgleis 2 Waidbruck untergebracht werden. Der Platz des Unterwerks wird eine Fläche von ca. 3400 m<sup>2</sup> beanspruchen.

Abgesehen von einem HS-/MS-Aggregat mit 15 MVA für die Stromversorgung der Beleuchtungs-, Nutzstrom- und Sicherheitsanlagen im Tunnel, wird dieses Unterwerk mit einem HS-/MS-Aggregat mit 60 MVA für die Notfallversorgung der Traktionsstromanlagen ausgerüstet, sodass die Neuversorgung der Strecke im Falle eines Zugbrands im Tunnel mit Öffnung der Traktionsstromtrennschaltungen gewährleistet ist, damit nicht verunglückte Züge weiter bewegt werden können.

Auch für dieses Unterwerk ist die Realisierung der HS-Abteilung in gasisolierter Ausführung mit in SF6 isolierten Geräten vorgesehen, während die MS-Abteilung als Schalttafel im Innern des Gebäudes angelegt wird.

In der normalen Versorgungskonfiguration für Baulos 1 übt diese Anlage die Funktion eines einfachen Schaltpostens (PPS) am Streckenende aus. Bei der zukünftigen Fortsetzung des 2x25 kV-Systems über Teilstrecke 1 und Teilstrecke 2 (Durchfahrt von Bozen) wird sie die Konfiguration als doppelter Schaltposten (PPD) sowie als Notfall-Unterwerk bei Ausfall des Unterwerks in Franzensfeste übernehmen.

#### Vorrangige Linien

Der Anschluss der neuen Anlage mit Unterwerk / Versorgungsstelle Waidbruck an das HS-Stromnetz wird an der 132 kV-Stromleitung von RFI (Drehstromleitung Nr. VR011 – VAHRN – SCHLERN und Nr. VR015 - KLAUSEN - ENEL CARDANO) in Doppelkonfiguration (Ein-/Ausführung) mit HS-Kabel realisiert werden.

Diese Maßnahme wird jeweils die Abschnitte der Stromleitungen VR011 und VR015 über eine Gesamtlänge von 1732,00 m (von Mast Nr. 25 bis Mast Nr. 33) und ca. 1733,70 m (von Mast Nr. 92 bis Mast Nr. 100) betreffen.



In particolare, al fine di gestire in maniera indipendente i due lati del tunnel di base (lato Austria e lato Italia), le due macchine da 60 MVA, destinate agli impianti di trazione, saranno esercite in modo tale che una risulti dedicata all'alimentazione della tratta italiana e l'altra destinata all'alimentazione della tratta austriaca fino al tratto neutro attivo. È prevista inoltre una sezione del quadro 25 kV destinata alla contabilizzazione dell'energia fornita alla tratta austriaca ed è comunque garantita la possibilità di mutuo soccorso, attraverso un congiuntore di sbarra, su lato 25 kV.

Nel dettaglio la SSE di FORTEZZA sarà destinata ad ospitare l'insieme delle apparecchiature AT, dei trasformatori AT/MT ed il complesso dei fabbricati contenenti la sala quadri MT 25kV, la sala di comando/controllo e protezione della SSE, la sala MT 20 kV per le utenze non ferroviarie, la sala batterie ed il locale misure.

In corrispondenza della Finestra di ALBES (per l'evacuazione di emergenza della galleria), alla progressiva km 12+229 BD AV., è previsto un Posto di Parallelo ed Autotrasformazione (PPD) equipaggiato con due autotrasformatori di potenza 15 MW.

Scopo del posto di parallelo è quello di equilibrare le correnti tra il feeder a +25 kV e quello a -25 kV e di richiudere il sistema 2x25 kV.

Per la sicurezza in galleria, al fine di garantire una fornitura alternativa di energia per illuminazione, ventilazione, sicurezza, ecc., si rende necessaria la realizzazione di una SSE di soccorso (lato Sud). Tale SSE, denominata PONTE GARDENA, sarà ubicata nell'ambito delle pertinenze dell'omonima stazione ferroviaria, in un'area collocata in prossimità futuro sbocco della galleria del binario pari dell'Interconnessione di Ponte Gardena. Il piazzale di SSE occuperà un'area di superficie pari a circa 3400mq.

Oltre un gruppo AT/MT da 15MVA dedicato all'alimentazione degli impianti LFM e sicurezza in galleria, la SSE in questione sarà dotata anche di un gruppo AT/MT da 60MVA dedicato all'alimentazione in emergenza degli impianti TE al fine di garantire la rialimentazione della tratta in caso di treno incidentato in galleria e l'apertura dei sezionamenti TE per consentire la movimentazione dei treni non incidentati.

Anche per tale SSE è prevista la realizzazione del reparto AT in blindato con apparecchiature isolate in SF6, mentre il comparto MT è previsto in quadro all'interno del fabbricato.

Nella normale configurazione di alimentazione del lotto 1, l'impianto in questione avrà funzione di PPS (Posto di Parallelo Semplice) di tratto terminale per poi assumere la configurazione di PPD (Posto di Parallelo Doppio) per il futuro proseguimento del sistema 2x 25 kV tra la tratta 1 e la tratta 2 (passante di Bolzano) e di SSE di Soccorso nel caso di fuori servizio della SSE di Fortezza.

#### Linee primarie

L'allacciamento del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Ponte Gardena alla rete elettrica AT viene previsto agli elettrodotti RFI 132 kV (Terna n. VR011 - VARNA – SCILIAR e Terna n.VR015 - CHIUSA – ENEL CARDANO) tramite collegamento in cavo AT in doppio Entra/Esca.

Tale intervento interesserà rispettivamente i tratti degli elettrodotti VR011 e VR015 per una lunghezza complessiva di 1732,00 metri (da sostegno n.25 e sostegno n.33) e di 1733,70 metri circa(da sostegno n.92 e sostegno n.100).

## 17.2.2 Oberleitung

### BESCHREIBUNG DES STRECKENSCHALTBILDS

Die Architektur des Versorgungssystems der Oberleitung (OL) stützt sich auf die italienischen HG-/HL-Normen, die zur Berücksichtigung der Besonderheiten dieses Streckenabschnitts an das spezifische Projekt angepasst wurden.

Wie bereits bemerkt, stellt das Unterwerk Franzensfeste bei Normalbetrieb die Versorgungsquelle für diesen Streckenabschnitt dar, während das Unterwerk Waidbruck, das die Rolle des Notfall-Unterwerks innehat, bei Komplettausfall des ersteren in Funktion tritt.

Vor dem Tunnelportal der Verknüpfung Franzensfeste befinden sich die einschienigen Trenntransformatoren des gleichnamigen Bahnhofs. Die Trennschalter Nr. 121 und 122 gestatten die Versorgung der Verknüpfungszweige vom Bahnhof aus, falls die für diese zuständige Versorgungsschaltungen Nr. 101 und 102, die von der Traktionsstrom-Station in Franzensfeste kommen, ausfallen sollten. Die Systemtrennstelle bei pk 1+350 ICD und 1+488 ICP sieht ferner die Installation von Filtereinheiten auf der 3 kVDC-Seite sowie eines Trenntransformators auf der 25 kVAC-Seite vor. Die Filtereinheiten werden in der Traktionsstrom-Station auf den Ausgang der Versorgungsleitungen gesetzt, während die Trenntransformatoren in die PSSP eingesetzt werden, die bei pk 2+295 ICD und 2+383 ICP vorgesehen sind.

Der Schalderer Tunnel beherbergt bei pk 0+605 HG-Gleis 1 und 0+789 HG-Gleis 2 die einfachen Trennstellen (PSS), die als Trenntransformatoren für die Schaltwarte Franzensfeste dienen. Um die Aufrechterhaltung der Stromversorgung für die Strecke im Tunnel auch bei Unterbrechung der Stromversorgung durch die Schaltwarte zu gewährleisten, treten die vom 25 kVAC-Unterwerk Franzensfeste kommenden Versorgungsleitungen Nr. 03 und 04 in den Tunnel ein und sind an die einfachen Trennstellen (PSS) angeschlossen. Angesichts der Länge dieser Versorgungsleitungen sind sie an den Kabelenden mit Trennschaltern und Schutzableitern versehen.

Der PC/PJ in Franzensfeste wird durch die Last-Trennschalter Nr. 203, 204, 205 und 206 geschützt, die auch zur Erfüllung von Ministerialdekret 28.10.2005 beitragen, laut welchem die Schaltzonen der Oberleitung im Tunnel nicht länger als 5000m sein dürfen. Aus demselben Grund sind bei pk 8+630 HG-Gleis 1 und 8+624 HG-Gleis 2 auch die einfachen Trennstellen PSS Nr. 207 und 208 vorgesehen.

Bei pk 12+229 HG-Gleis 1 ist beim Fensterstollen Albeins die Installation des doppelten Schaltpostens mit dem Trennstreckenposten vorgesehen. Die Apparaturen des Schaltpostens werden auf dem Platz vor dem Portal zum Fensterstollen installiert, weshalb die Versorgungsleitungen als Kabel bis zur Oberleitung herangeführt werden. Aufgrund der geschätzten Länge von ca. 800 m sind geeignete Trennschalter am Kabelende und Schutzableiter eingeplant.

Die Steuerung des entsprechend CEI EN 50367 konzipierten Trennstrecken-Postens (PTN) stimmt mit der Norm TSI überein und erfolgt über die Last-Trennschalter Nr. 21 und 24 sowie die Trennschalter 322 und 323.

Bei pk 13+480 HG-Gleis 1 und 13+460 HG-Gleis 2 wird die letzte einfache Trennstelle PSS (Last-Trennschalter Nr. 209 und 210) des Schalderer Tunnels platziert, die als Trennstelle der Oberleitung in Übereinstimmung mit den Auflagen des Ministerialdekrets 28.10.2005 dient, da der Trennstrecken-Posten (PTN) zwar faktisch eine Grenze zwischen unterschiedlichen elektrischen Schaltzonen darstellt, jedoch vom Konzept her nicht als Trennelement des Abschnitts angesehen wird.

Die Eisack-Brücke trennt den Schalderer Tunnel vom Grödner Tunnel und weist auf der Südseite ein ebenes Gelände auf gleicher Höhe mit Notfallplatz auf. An dieser Stelle werden die Geräte des Sicherheitserdungssystems (MATS) untergebracht, jedoch keine Einrichtungen für den normalen Streckenbetrieb.

## 17.2.2 Linea di contatto

### DESCRIZIONE DELLO SCHEMA ELETTRICO DI TRATTA

L'architettura del sistema di alimentazione della linea di contatto (LdC) si basa sugli standard AV/AC italiani, adeguati al progetto specifico per tenere conto della peculiarità della tratta.

Come abbiamo visto, dal punto di vista funzionale la SSE di Fortezza costituisce la fonte di alimentazione in normale esercizio per la tratta in oggetto, mentre la SSE di Ponte Gardena, che svolge funzione di sottostazione di soccorso, entrerà in esercizio in caso di completo fuori servizio della prima.

In posizione antistante all'imbocco delle gallerie dell'Interconnessione Fortezza sono posti i Trasformatori Separatori (TS) a singolo binario della stazione omonima. I sezionatori n°121 e 122 consentono l'alimentazione dei rami di interconnessione dalla stazione nel caso in cui siano posti fuori servizio gli alimentatori dedicati n°101 e 102 provenienti dalla Cabina TE di Fortezza. Il POC, posto alle pk 1+350 ICD e 1+488 ICP, prevede anche l'installazione di Unità di Filtri sul lato 3 kVcc e del Trasformatore Separatore lato 25 kVca. Le Unità Filtri saranno poste in Cabina TE sulla partenza degli alimentatori, mentre i Trasformatori Separatori saranno posti nei PSSP previsti alle pk 2+295 ICD e 2+383 ICP.

La galleria Scaleres ospita, alle pk 0+605 BD AV e 0+789 BP AV, i PSS che fungono da TS per il PM Fortezza. Per consentire il mantenimento dell'alimentazione della piena linea in galleria anche in caso di disalimentazione del PM, gli alimentatori n°03 e 04, provenienti dalla SSE 25 kVac di Fortezza, entrano in galleria e si attestano su tali PSS lato piena linea. Gli alimentatori, data la loro estensione, sono dotati di sezionatori di fine cavo e scaricatori di protezione.

Il PC/PJ di Fortezza è protetto dai sezionatori sotto carico n°203, 204, 205 e 206 e contribuiscono anche ad ottemperare alle richieste del DM 28/10/2005 secondo il quale le zone elettriche della LdC in galleria non devono avere estensione maggiore di 5000 m. Per lo stesso fine vengono previsti, alle pk 8+630 BD AV e 8+624 BP AV, anche i PSS n°207 e 208.

Alla pk 12+229 BD AV, in corrispondenza della Finestra di Albes, si prevede l'installazione del PPD con il Posto di Tratto Neutro. Le apparecchiature del PPD saranno installate nel piazzale antistante l'imbocco della finestra, pertanto si prevede la discesa degli alimentatori in cavo fino a raggiungere la LdC. A causa dell'estensione stimata di circa 800 m degli stessi, si prevedono opportuni sezionatori di fine cavo e scaricatori di protezione.

La gestione del PTN, concepito secondo la norma CEI EN 50367 e conforme alle norme STI, è consentito dai sezionatori sotto carico n°21 e 24 e dai sezionatori n°322 e 323.

Alle pk 13+480 BD AV e 13+460 BP AV viene posto l'ultimo PSS (sezionatori sotto carico n°209 e 210) della galleria Scaleres, che funge da punto di sezionamento della LdC di tratta in ottemperanza alle prescrizioni del DM 28/10/2005, poiché il PTN, nonostante costituisca di fatto un punto di confine tra zone elettriche differenti, non è stato concettualmente considerato come funzionale al sezionamento della tratta.

Il ponte sul fiume Isarco separa la galleria Scalers dalla galleria Ponte Gardena e vede sul lato sud il piano a raso con il relativo piazzale di emergenza.

In tale sito sono previsti gli apparati del sistema MATS, ma non enti funzionali al normale esercizio della linea.

Bei pk 16+500 HG-Gleis 1 und 16+480 HG-Gleis 2 wird die erste einfache Trennstelle (PSS) des Grödner Tunnels installiert, die zur Unterteilung in Teilabschnitte mithilfe der Last-Trennschalter Nr. 211 und 212 dient. Letztere wurden gemeinsam mit den Trennschaltern Nr. 209 und 210 dafür ausgelegt, bei Auslösung des Sicherheitserdungssystems (MATS) in einem der beiden Tunnel den Betrieb im größt möglichen Streckenbereich des nicht vom Unfall betroffenen Tunnels aufrecht zu erhalten.

Der PC/PJ von Waidbruck wird durch die Last-Trennschalter Nr. 213, 214, 216 jeweils bei pk 21+013 HG-Gleis 1, 20+675 und 21+327 HG-Gleis 2 geschützt. Da die HG-/HL-Strecke in der momentanen Projektphase unterbrochen ist, ist keine weitere einfache Trennstelle (PSS) vorgesehen. Diese wird bei der Fortsetzung der HG-/HL-Strecke später installiert werden müssen.

Bei pk 21+633 HG-Gleis 1 und 2+167 HG-Gleis 2 befindet sich die Weichenspitze der Gleisverbindungsstellen, von wo die Verknüpfungszweige Waidbruck abzweigen, die als pk 0+000 für beide Zweige gilt.

Bei pk 0+126 ICD und 0+234 ICP werden die Anschlüsse der vom 25 kVAC-Unterwerk in Waidbruck kommenden Versorgungsleitungen Nr. 01 und 02 an die Oberleitung vorgenommen, die auch hier mit Ableitungen und Kabelend-Trennschaltern ausgestattet sind.

Die Systemtrennstelle (POC) bei pk 1+443 ICP und 1+590 ICD wird laut RFI-Spezifikation TE-SSE.POC1 Ausg. 2007 ausgeführt, d.h. mit Installation von Filtereinheiten auf der 3 kVDC-Seite sowie eines Trenntransformators auf der 25 kVAC-Seite. Die Filtereinheiten werden in der Traktionsstrom-Station Waidbruck auf den Ausgang der Versorgungsleitungen gesetzt, während die Trenntransformatoren in die Trennstellen PSSP eingesetzt werden, die bei pk 0+265 ICD und 0+395 ICP vorgesehen sind.

Die Verknüpfungszweige schließen an den Bahnhof Waidbruck an, dessen Grenze aus den Trenntransformatoren bei pk 2+686 ICP und 3+050 ICD besteht. Die Versorgung dieser Zweige, die normalerweise von den hierfür vorgesehenen Leitungen geliefert wird, kann bei Bedarf auch von der Oberleitung der Streckengleise im Bahnhof über die Trennschalter Nr. 519 und 520 abgezweigt werden. Zur Ermöglichung eines korrekten Handlings der Verbindungen von Gleis 2/1 im Bahnhof ist ein Halbierungsabschnitt vorgesehen, der mit den Trennschaltern Nr. 13 und 24 ausgerüstet ist, die normal offen betrieben werden, da bei Normalbetrieb die Versorgung von den Versorgungsleitungen Nr. 9, 10, 19 und 20 geliefert wird, die aus der Traktionsstrom-Station Waidbruck kommen.

### **ANWENDUNGSNORMEN FÜR DIE OBERLEITUNG**

Das für die neue HG-Strecke vorgesehene Versorgungssystem ist 2x25 kVAC. Laut Projekt ist die Realisierung einer Stromversorgung geplant, welche die normale Abnahme für die HL-Strecke bis zur Geschwindigkeit von 250 km/h und für die Verknüpfungstrecken bis zu 200 km/h zulässt.

Die Grenzlinie des Zugumrisses zur Durchfahrt ist PMO Nr. 5, die als Gabarit „C“ bezeichnet wird.

#### **25 kVAC-Oberleitung**

Die Oberleitung wird gemäß derzeit geltenden Standards für Hochleistungsbahnstrecken mit 2x25kV-System realisiert.

Auf der Strecke wird eine Seillinie (Tragseil + Fahrdrabt) mit Gesamtquerschnitt der Leitungen von 270 mm<sup>2</sup> zuzüglich Rückleitung -25 kV (Feeder) aus Aluminium-Stahl mit Gesamtschnitt 207,7 mm<sup>2</sup> verwendet.

Die HL-/HG-Seillinie besteht im Einzelnen aus einem, mit 1625 dN gespannten Kupfer-Magnesium Tragseil mit 150 mm<sup>2</sup> und einem, mit 2000 dN gespannten Fahrdrabt aus Kupfer mit 120 mm<sup>2</sup> mit geeignetem Durchhang für die Abnahme durch zwei Pantographen.

Alla pk 16+500 BD AV e 16+480 BP AV viene installato il primo PSS della galleria Ponte Gardena, funzionale al sezionamento in tratte della linea, per mezzo dei sezionatori sotto carico n°211 e 212. Questi ultimi, insieme ai sezionatori n°209 e 210, sono stati pensati per consentire, in caso di intervento del sistema MATS in una delle due gallerie, il mantenimento in servizio della più ampia porzione possibile di linea nella galleria non coinvolta nell'incidente.

IL PC/PJ di Ponte Gardena è protetto dai sezionatori sotto carico n°213, 214, 216 rispettivamente alle pk 21+013 BD aV, 20+675 e 21+327 BP AV. Essendo la piena linea AV/AC interrotta alla attuale fase progettuale, non è previsto un ulteriore PSS che dovrà essere installato in occasione della futura prosecuzione della linea AV/AC.

Alle pk 21+633 BD AV e 22+167 BP AV si trova la punta scambi delle comunicazioni dove originano i rami dell'Interconnessione Ponte Gardena, che viene presa come pk 0+000 per i due rami.

Alle pk 0+126 ICD e 0+234 ICP vengono realizzate le discese sulla LdC degli alimentatori n°01 e 02 provenienti dalla SSE 25 kVac di Ponte Gardena, dotati anche in questo caso da scaricatori e sezionatori di fine cavo.

Il POC, posto alle pk 1+443 ICP e 1+590 ICD, è realizzato secondo la specifica RFI/TC.TE-SSE.POC1 – ed 2007 che prescrive anche l'installazione di Unità di Filtri sul lato 3 kVcc e del Trasformatore Separatore lato 25 kVca. Le Unità Filtri saranno poste in Cabina TE di Ponte Gardena sulla partenza degli alimentatori dedicati, mentre i Trasformatori Separatori saranno posti nei PSSP previsti alle pk 0+265 ICD e 0+395 ICP.

I rami di Interconnessione si collegano alla Stazione di Ponte Gardena il cui limite è costituito dai TS posti alle pk 2+686 ICP e 3+050 ICD. L'alimentazione di tali rami, che normalmente viene fornita dagli alimentatori dedicati, può essere all'occorrenza derivata anche dalla LdC dei binari di corsa di stazione grazie ai sezionatori n°519 e 520. Per consentire la corretta gestione delle comunicazioni pari/dispari di stazione si prevede un Tronco di Emisezionamento equipaggiato dei sezionatori n°13 e 24, eserciti normalmente aperti, poiché l'alimentazione in normale esercizio è fornita dagli alimentatori n°9, 10, 19 e 20 provenienti dalla Cabina TE di Ponte Gardena

#### **STANDARD APPLICATIVI PER LA LINEA DI CONTATTO**

Il sistema di alimentazione previsto per la nuova linea AC è 2x25 kV c.a.; il progetto prevede la realizzazione di un'elettrificazione che consenta la regolare captazione per la linea A.C. fino alla velocità di 250 km/h e per le linee di interconnessione fino a 200 km/h.

Il profilo minimo della sagoma ammessa al transito è il PMO n° 5, definito Gabarit "C".

#### **Linea di contatto 25 kVca**

La linea di contatto sarà realizzata secondo gli standard attualmente in vigore nelle linee ferroviarie ad alta capacità elettrificate con il sistema 2x25 kV.

In piena linea verrà impiegata una catenaria (corda portante + filo di contatto) di sezione complessiva delle condutture pari a 270 mm<sup>2</sup> più il conduttore di ritorno -25 kV (feeder) in alluminio - acciaio di sezione complessiva pari a 307,7 mm<sup>2</sup>.

La catenaria AC/AV sarà costituita in particolare da una corda portante di rame-magnesio da 150mm<sup>2</sup>, tirata a 1625dN, e da un filo di contatto di rame da 120 mm<sup>2</sup>, tirato a 2000 dN, con una pendinatura idonea per la captazione con due pantografi.

Sämtliche Leitungen werden durch Halterungsvorrichtungen ergänzt und mit automatischer Zugspannungsregelung anhand von Vorrichtungen, die dem Standard Bo-Fi entsprechen, vertäut. Insbesondere im Tunnel werden, um die Anlage von Nischen zur Unterbringung der Gegengewichte zu vermeiden, kompakte Vorrichtungen zur Regelung der Zugspannung mit Reduktionsverhältnis 1:3 verwendet.

Auf den Abschnitten im Freien ist die Verwendung von Aufhängungen laut HG-Standard aus Aluminiumlegierung mit 25 kVAC-Isolator vorgesehen, die auf Abschnitten der HG-/HL-Strecken mit einer Seil-Draht-Höhe zwischen 1,25 und 1,40 m zum Einsatz kommen. Im Tunnel ist der Einsatz von reduzierten Aufhängungen mit Seil-Draht-Höhe gleich 0,75 m vorgesehen, die bereits für die Modernisierung der Oberleitung auf der Strecke Rom-Florenz zugelassen und verwendet worden sind und auch für andere Anwendungen vorgesehen sind.

Zur Halterung der Aufhängungen im Tunnel werden Gittermast-Pendellager verwendet, die von Krampen aus nichtrostendem Stahl gehalten werden, die mittels chemischer Verankerung am Tunnelgewölbe befestigt sind. In den Abschnitten im Freien werden Gittermasten vom Typ LS mit geflanschtem Unterteil verwendet, die mit eigenen Zugankern an Fundamentblöcken aus Stahlbeton befestigt sind.

Die Mindesthöhe der Kontaktebene (hfc) im Verhältnis zur Schienenoberkante entspricht 5300 mm.

Die Schutzerdung besteht aus zwei Aluminiumseilen mit Schnitt je 147,1 mm<sup>2</sup>, die ca. alle 1500 m durch die Drosselstöße an die Schienen angeschlossen sind.

Die Schutzerdungsschaltung muss durch einen linearen Erder für jedes Gleis ergänzt werden, der aus einem Seil mit 95 mm<sup>2</sup> aus Cu oder Stahl mit äquivalentem Schnitt besteht und ungefähr unter dem Fußweg unterirdisch verlegt werden muss. An diesen Erder sind sämtliche Masten und Stützen der Oberleitung sowie die metallischen Massen entlang des Gleisbetts anzuschließen. Der Erder wird ca. alle 1500 m durch Drosselstöße mit den Schienen verbunden.

Die Schutzerdung wird durch die Verlegung einer Verbindung zwischen den linearen Erdern der beiden Gleise über ein Seil mit 95 mm<sup>2</sup> aus Cu oder Stahl mit äquivalentem Durchmesser ergänzt. Zur Realisierung der Querverbindung zwischen den Tunnelröhren werden die Bypass-Querschläge verwendet.

Im Tunnel bestehen die Kabel der Versorgungsleitungen aus zwei 1x400 mm<sup>2</sup> Leitern des Typs RG7H1M1 38/66 kV mit 50 mm<sup>2</sup> Abschirmung.

### 3 kVDC-Oberleitung

Auf den Verknüpfungsstrecken zwischen Hochgeschwindigkeitslinien und den bereits vorhandenen „langsamen“ Strecken wird die Oberleitung mit Gesamtdurchmesser 440 mm<sup>2</sup> vom Typ „konventionelle Seillinie“ verwendet, die aus zwei Tragseilen mit 120 mm<sup>2</sup> mit Zugspannung je 1125 daN und zwei 100 mm<sup>2</sup> Drähten mit Zugspannung je 1000 daN bestehen, welche von den Tragseilen mithilfe von Aufhängvorrichtungen getragen werden.

Sämtliche Leitungen werden durch Halterungsvorrichtungen ergänzt und mit automatischer Zugspannungsregelung anhand von Vorrichtungen mit Blöcken und Gegengewichten mit Reduktionsverhältnis 1:5 im Freien aufgehängt. Im Tunnel werden Vorrichtungen zur Zugspannungsregelung mit Reduktionsverhältnis 1:3 mit flachen Gegengewichten des Typs, der bei HG-/HL-Strecken zum Einsatz kommt, verwendet.

Die geplante Seillinie gehört zum Standardtyp und ist für Strecken mit max. 200 km/h Geschwindigkeit geeignet.

Alle Leitungen der Streckengleise sind mit automatischen Zugspannungsregelungsvorrichtungen sowohl für die Tragseile als auch für die Fahrdrähte der Oberleitung ausgerüstet.

Tutte le condutture saranno integrate di dispositivi di ripresa dei conduttori all'ormeggio ed ormeggiate con regolazione automatica del tiro per mezzo di dispositivi uniformi allo standard adottato per la linea Bo-Fi. In particolare in galleria, al fine di evitare la realizzazione di nicchie per alloggiare il sistema di contrappesatura, verranno utilizzati dispositivi di regolazione del tiro con rapporto di riduzione 1/3 di tipo compatto.

Nelle tratte allo scoperto si prevede di utilizzare le sospensioni a standard AV in lega di Alluminio con isolatore a 25 kVca impiegate nei tratti delle linee AV/AC aventi una altezza fune – filo variabile tra 1,25 e 1,4 metri. Nelle gallerie si prevederà di utilizzare sospensioni ridotte con altezza filo-funi pari a 0,75 m, già omologate ed impiegate nel rinnovo della Linea di Contatto della Direttissima Roma-Firenze nonché previste in altre applicazioni.

Per sostenere le sospensioni di galleria vengono adottati supporti penduli tralicciati sostenuti da grappe di acciaio inox fissate al volto della galleria con ancoraggio chimico. Nei tratti all'aperto saranno utilizzati pali tralicciati tipo LS a base flangiata, installati con appositi tirafondi a blocchi di fondazione in c.a.

La quota minima del piano di contatto (hfc) rispetto al piano ferro sarà pari a 5300 mm.

Il circuito di terra di protezione sarà formato da due corde in alluminio di sezione pari a 147,1 mm<sup>2</sup> ciascuno e saranno collegati alle rotaie ogni 1500 metri circa attraverso le casse induttive.

Il circuito di terra di protezione dovrà essere integrato con un dispersore lineare per ciascun binario formato da una corda di 95 mm<sup>2</sup> di Cu o Acciaio con sezione equivalente, posata in posizione interrata all'incirca sotto il camminamento, a cui collegare tutte le palificate e sostegni della linea di contatto nonché le masse metalliche esistenti lungo la sede ferroviaria; tale dispersore sarà collegato alle rotaie ogni 1500 metri circa attraverso le casse induttive.

Il circuito di terra di protezione sarà completato posando un collegamento tra i dispersori lineari dei due binari tramite una corda di 95 mm<sup>2</sup> di Cu o Acciaio con sezione equivalente. Per realizzare l'attraversamento trasversale da una canna all'altra saranno sfruttati i collegamenti di by-pass.

In galleria gli alimentatori saranno realizzati in cavo mediante due conduttori 1x400 mm<sup>2</sup> del tipo RG7H1M1 38/66kV con schermo da 50 mm<sup>2</sup>.

#### Linea di Contatto 3 kVcc

Nelle linee di interconnessione tra l'alta velocità e le linee "lente" già esistenti si impiega la linea di contatto con sezione complessiva da 440 mm<sup>2</sup> del tipo "a catenaria tradizionale" e costituita da due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, tesate al tiro di 1125 daN ciascuna, e due fili sagomati da 100 mm<sup>2</sup>, tesati al tiro di 1000 daN ciascuno, sostenuti dalle corde a mezzo di pendini conduttori.

Tutte le condutture saranno integrate di dispositivi di ripresa dei conduttori all'ormeggio ed ormeggiate con regolazione automatica del tiro per mezzo di dispositivi a taglie e contrappesi con rapporto di riduzione 1/5 allo scoperto. In galleria verranno utilizzati dispositivi di regolazione del tiro con rapporto di riduzione 1/3 con contrappesature a "sogliola" del tipo usato nelle linee AV/AC

La catenaria prevista sarà di tipologia standard e idonea per le linee con velocità minore o uguale a 200 Km/h.

Tutte le condutture dei binari di corsa saranno dotate di dispositivi di regolazione automatica del tiro sia per le corde portanti che per i fili di contatto.



Die Aufhängungen gehören zum normalen Typ mit horizontaler Konsole entsprechend Norm für Traktionsstrom TE 118 und den UNI-Normen, auf welche dort verwiesen wird. Diese Aufhängungen haben normalerweise einen Abstand zwischen Seil und Draht von 1400 mm. Im Tunnel werden reduzierte Aufhängungen mit Abstand Draht-Seil 0,9 m verwendet.

Zur Halterung der Aufhängungen im Tunnel werden Gittermast-Pendellager verwendet, die von Krampen aus nichtrostendem Stahl gehalten werden, die mittels chemischer Verankerung am Tunnelgewölbe befestigt sind. In den Abschnitten im Freien werden Gittermasten vom Typ LS mit geflanschtem Unterteil verwendet, die mit eigenen Zugankern an Fundamentblöcken aus Stahlbeton befestigt sind.

Die Drähte der Oberleitung werden hängend normalerweise in einer Höhe von 5,20 m von der Schienenoberkante verlegt, während auf den Bögen in Annäherung an eine Systemtrennstelle die Höhe schrittweise auf 5,30 gesteigert wird.

Die Schutzerdung wird entsprechend derzeitiger RFI-Standards ausgeführt. In den Abschnitten im Freien werden einzelne Pflock-Erder für jeden Mast verwendet. Alle metallischen Stützen werden untereinander durch ein doppeltes Aluminium-Stahlseil mit Durchmesser 15,85 mm verbunden, sodass für jedes Gleis Erdungsabschnitte mit einer Länge von normalerweise max. 3000 m geschaffen werden.

An den Enden jedes Abschnitts werden anhand einer bidirektionalen Spannungsbegrenzungsvorrichtung Verbindungen zum Gleis hergestellt.

Im Tunnel werden alle Aufhängungen untereinander mit gleichen Aluminium-Stahlseilen verbunden, sodass ein Kreis geschaffen wird, der dem im Freien vorhandenen entspricht.

Die Versorgungsleitungen der Streckengleise mit Querschnitt 440 mm<sup>2</sup> werden im Freien unter Einsatz von zwei Kupferseilen mit je 230 mm<sup>2</sup> geschaffen (insg. 460 mm<sup>2</sup>). Im Tunnel bestehen die Kabel der Versorgungsleitungen aus drei Leitern mit je 500 mm<sup>2</sup> vom Typ RG7H1R 8,7/15 kV mit 95 mm<sup>2</sup> Schirm.

Die Maßnahmen an der Bestandsstrecke (Erneuerung Gleise im Bahnhof, Abbruch und Neubau von Streckenabschnitten nebeneinander usw.) werden unter Einsatz der Oberleitungstypen erfolgen, welche vor den Maßnahmen vorhanden waren und die den RFI-Standards entsprechen.

#### Unterbrechungs- und Erdungssystem der Oberleitung

Bezüglich des Unterbrechungs- und Erdungssystems für die Oberleitung liegen zwei Tunnelsysteme vor, von denen jedes von einem eigenen Sicherheitserdungssystem (MATS) geschützt wird. Das erste Tunnelsystem besteht aus dem Schalderer Tunnel und der Verknüpfung Franzensfeste. Das zweite Tunnelsystem besteht hingegen aus dem Grödner Tunnel und der Verknüpfung Waidbruck.

Jeder Zugang sowohl über den normalen Portal als auch über Fensterstollen muss mit einer angemessenen Zahl an Erdungstrennschalter (MATS) und den dazu gehörenden Schalttafeln (QMAT und QPLC) ausgerüstet sein. Pro Tunnelsystem wird eine Schalttafel vom Typ QGPLC in den peripheren Leitstellen für Notfallmanagement (PGEP) in den Bahnhöfen Franzensfeste und Waidbruck in der Nähe der Portalen der Verknüpfungstunnel installiert werden.

- Belüftungs- und Überdruckanlagen in den Querschlägen.
- Unterbrechungs- und Erdungsschalttafeln der Oberleitung QMATS.
- Notfall-Schaltschränke.

Le sospensioni saranno del tipo normale a mensola orizzontale conforme alla norma T.E. 118 ed alle norme UNI in essa richiamate. Dette sospensioni realizzano normalmente una distanza corda-filo di 1400 mm. Nelle gallerie si prevederà di utilizzare sospensioni ridotte con altezza filo-fune pari a 0,9 m.

Per sostenere le sospensioni di galleria vengono adottati supporti penduli tralicciati sostenuti da grappe di acciaio inox fissate al volto della galleria con ancoraggio chimico. Nei tratti all'aperto saranno utilizzati pali tralicciati tipo LS a base flangiata, installati con appositi tirafondi a blocchi di fondazione in c.a.

I fili di contatto saranno posati sotto sospensione, di norma ad una quota pari a 5,20 m dal piano del ferro, mentre nelle campate di approccio al POC la quota sarà progressivamente portata a 5,3 m.

Il circuito di protezione e messa a terra sarà realizzato secondo gli attuali standard RFI. Nei tratti allo scoperto saranno impiegati singoli dispersori a picchetto per ciascun palo; tutti i sostegni metallici saranno poi collegati tra loro mediante doppia corda di alluminio – acciaio diametro 15,85 mm in modo da realizzare sezioni di circuito di terra per ciascun binario normalmente non più lunghe di 3000 m.

Ad entrambi gli estremi di ciascuna sezione verranno poi realizzati collegamenti al binario per il tramite di un dispositivo limitatore di tensione bidirezionale.

In galleria tutte le sospensioni saranno collegate tra loro con identiche corde di alluminio-acciaio in modo da realizzare un circuito analogo a quello allo scoperto.

Le linee di alimentazione dei binari di corsa di sezione 440 mm<sup>2</sup> saranno realizzate allo scoperto utilizzando due corde in rame da 230 mm<sup>2</sup> ciascuno (per un totale di 460 mm<sup>2</sup>). In galleria gli alimentatori saranno realizzati in cavo mediante tre conduttori da 500 mm<sup>2</sup> ciascuno, del tipo RG7H1R 8,7/15 kV con schermo da 95 mm<sup>2</sup>.

Gli interventi sulla linea storica (rifacimento di binari in stazione, demolizione e ricostruzione in affiancamento di tratti in piena linea, etc) saranno realizzati utilizzando le tipologie di linea di contatto presenti precedentemente agli interventi ed in linea con gli standard RFI.

#### Sistema di interruzione e messa a terra della linea di contatto

Per quanto riguarda il sistema di interruzione e messa a terra della LdC, si individuano due sistemi galleria, ciascuno dei quali protetti da un sistema MATS dedicato. Il primo sistema galleria è costituito dalla galleria Scaleres e dall'Interconnessione Fortezza. Il secondo sistema galleria è invece costituito dalla galleria Ponte Gardena e dall'Interconnessione omonima.

Ciascun accesso, che sia tramite normale imbocco o tramite finestra, dovrà essere dotato di congruo numero di sezionatori di messa a terra MATS e dai relativi quadri QMAT e QPLC. I QGPLC, uno per ciascun sistema galleria, saranno installati nei PGEP previsti nelle stazioni di Fortezza e Ponte Gardena in prossimità degli imbocchi delle gallerie di interconnessione.

- Impianti di ventilazione e pressurizzazione nei by-pass;
- Quadri di sezionamento e messa a terra della linea di contatto QMATS;
- Armadi di soccorso.

### 17.2.3 Fernsteuerungssystem für Traktionsstromanlagen

Die festen Stromversorgungs- und Traktionsstromanlagen werden durch die derzeitige Traktionsstrom-Betriebsleitung (DOTE) in Verona ferngesteuert, welche für die Strecke Verona-Brenner zuständig ist und die entsprechend zu implementieren und anzupassen ist.

Die neuen Festanlagen für den Traktionsstrom, die Gegenstand der Fernsteuerung sein werden, sind folgende:

- kVDC-Trennschalter (Verknüpfungen Bestandsstrecke)
- 2x25 kVAC-Trennschalter (Vervierfachung)
- Unterwerke/Traktionsstrom-Stationen/Schaltposten
- MS-Netz
- Sicherheitserdungssystem (MATS)

Die betreffenden peripheren Leitstellen werden aus Apparaten bestehen, die untereinander koordiniert folgende Funktionen erfüllen:

- Verteilung der von der zentralen Traktionsstrom-Betriebsstelle (DOTE) ankommenden Befehle auf die eigenen Traktionsstromanlagen,
- Senden der aus den Traktionsstromanlagen erfassten Signale an die Betriebszentrale (DOTE),
- Erfassung der Diagnosedaten für die Einrichtungen des Traktionsstroms, einschließlich der Daten der Schutzeinrichtung mit Entfernungsmessung. Die Daten werden vom Untersystem für Diagnose und Wartung „D&M“, das der Betriebsleitung DOTE beigeordnet ist, übermittelt und verwaltet.

Für die zentrale Leitstelle wird das ehemalige SIA-Gebäude in Verona verwendet, das neben der derzeitigen Zentralen Leitstelle (SCC) der Bestandsstrecke Verona-Brenner liegt und damit in Verbindung steht.

Das Gebäude wird umgebaut und die derzeit vorhandenen Geräte der Betriebsleitstelle werden vom Erdgeschoss in den ersten Stock verlagert, während im zweiten Stock eine neue Kontrollwarte eingerichtet wird.

Für die zentrale Betriebsleitstelle (DOTE) sind folgende Aktivitäten geplant:

- Anlage der Stromversorgung für die neuen Warten und die umgelagerten elektrischen und elektronischen Geräte,
- Realisierung des Datennetzes für die neuen Warten,
- Realisierung der Erdungsanlage für die neuen Warten,
- Lieferung von 4 Schaltpulten für den zweiten Stock;
- Umzug der elektrischen/elektronischen Geräte in den ersten Stock des Gebäudes,
- Implementierung der typischen Anwendungen des 2x25 kVAC-Systems,
- Systemmanagementtätigkeit zur Überprüfung der Konfiguration der Datenbank, zur Parametrisierung, Punktbestimmung, Prüfung, Abnahmetest und Inbetriebnahme des gesamten Systems einschließlich Übersicht und Drucksystem sowie Neuanlage der Anlagenkartographie zur Eingliederung folgender Anlagen:

Die Geräte der peripheren und der zentralen Leitstelle haben den Auflagen der Technischen Normen RFI TC TE ST SSE DOTE 1 Ausg. 2001 zu entsprechen.

### 17.2.3 Sistema di Telecomando impianti TE

Gli impianti fissi di energia e di trazione elettrica saranno telecomandati dall'attuale DOTE di Verona che ha giurisdizione sulla Linea Verona – Brennero, e che sarà da implementare e appositamente adeguato.

I nuovi impianti fissi per la trazione elettrica che sono oggetto di telecomando, sono i seguenti

- sezionatori 3kVcc (interconnessioni della Linea storica)
- sezionatori 2x25kVca (quaduplicamento)
- Sottostazioni/Cabine TE/Posti di parallelo
- Rete MT
- Sistema Mats

I Posti Periferici in oggetto saranno composti dagli apparati che svolgeranno in modo coordinato le seguenti funzioni

- smistare sugli impianti di Trazione Elettrica di propria competenza i comandi provenienti dal Posto Centrale DOTE;
- inviare al Posto Centrale DOTE i segnali acquisiti dagli impianti di Trazione Elettrica;
- Acquisire i dati diagnostici relativi agli enti di Trazione Elettrica, compresi i dati della protezione distanziometrica. I dati sono inviati e gestiti dal Sottosistema di Diagnostica e Manutenzione "D&M" associato al sistema DOTE .

Per quanto riguarda il Posto centrale si utilizzerà il fabbricato ex-SIA di Verona adiacente e comunicante con l'attuale Posto Centrale SCC Linea Storica Verona/Brennero.

Il fabbricato sarà oggetto di ristrutturazione e prevedendo lo spostamento degli attuali apparati DOTE dal piano terra al primo piano e la realizzazione di una nuova sala supervisione al secondo piano.

Per il Posto Centrale DOTE pertanto si prevede di fare le seguenti attività

- Realizzazione della rete di alimentazione delle nuove postazioni e delle apparecchiature elettriche/elettroniche traslocate;
- Realizzazione della Rete Dati per le nuove postazioni;
- Realizzazione dell'impianto di Terra per le nuove postazioni;
- Fornitura n°4 Pulpiti da porre al piano secondo dell'edificio;
- Attività di trasloco delle apparecchiature elettriche/elettroniche al piano primo dell'edificio;
- Attività di implementazione delle applicazioni tipiche del sistema 2x25kVca;
- Attività sistemistica relativa alla verifica della configurazione del data-base, parametrizzazione, battitura punti, verifica, collaudo e messa in servizio dell'intero sistema comprensivo del sinottico e del sistema di stampa e rifacimento della cartografia d'impianto, per l'inserzione del sistema dei seguenti impianti:

Le apparecchiature dei posti periferici e del Posto Centrale dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute Norme Tecniche RFI TC TE ST SSE DOTE 1 Ed. 2001.

#### 17.2.4 MS-Versorgungsanlagen und Nebenanlagen

Es werden die wichtigsten technischen Entscheidungen erläutert, die bei der Entwicklung der endgültigen Planung der Stromversorgungs-, Beleuchtungs- und Betätigungsanlagen des Tunnelsystems von Baulos 1 getroffen worden sind.

Hinsichtlich der Stromversorgung der elektrischen Nebenanlagen (Beleuchtung, Antriebe, Belüftung, Wasserpumpen, Klimatisierung, Telekommunikation, Brandschutz usw.) sieht das Projekt die Realisierung eines offenen Rings von MS-/NS-Umspannstationen entlang des Streckenverlaufs vor.

Die Enden dieses Rings werden entweder von zwei primären 132/20kV-Umspannstationen gespeist, die sich in den Unterwerken Franzensfeste und Waidbruck befinden. Andere (unabhängige) Versorgungsquellen für den Notstrom werden entlang des Ringverlaufs verfügbar gemacht.

Die Maßnahme besteht hauptsächlich in der Planung folgender Anlagen:

- Stromversorgung und –verteilung,
- Sicherheitsbeleuchtung im Tunnel,
- Beleuchtung und Antrieb für die Technikräume,
- Beleuchtung der Notfallplätze und Fluchtwege,
- Überwachung und Kontrolle.

#### **17.2.4 Impianti di alimentazione MT e ausiliari**

Si illustrano le principali scelte tecniche effettuate nello sviluppo della progettazione definitiva degli impianti di alimentazione elettrica, di illuminazione e forza motrice afferenti al sistema gallerie ferroviarie relative al Lotto 1.

Per quanto riguarda l'alimentazione degli impianti elettrici ausiliari (illuminazione, forza motrice, ventilazione, movimentazione acque, condizionamento, telecomunicazioni, antincendio, ecc.) il progetto prevede la realizzazione di un anello aperto di cabine di trasformazione MT/bt disposte lungo il tracciato di linea.

Gli estremi di tale anello potranno essere alimentati alternativamente da due cabine di trasformazione primarie 132/20kV disposte rispettivamente nelle SSE di Fortezza e di Ponte Gardena; altre fonti (indipendenti) di alimentazione di emergenza saranno disponibili lungo lo sviluppo dell'anello.

L'intervento consiste essenzialmente nella progettazione dei seguenti impianti:

- alimentazione e distribuzione dell'energia elettrica;
- illuminazione di sicurezza in galleria;
- illuminazione e forza motrice dei locali tecnologici;
- illuminazione dei piazzali di emergenza e dei percorsi di esodo;
- Supervisione e Controllo.

### Mittelspannungsverteilungsnetz

Das Projekt sieht die Realisierung eines Mittelspannungsverteilungsnetzes zur Versorgung der zehn MS-NS-Umspannstationen für die Sicherheitsanlagen in den Streckentunneln vor, im Einzelnen:

- HG-Tunnel „Schalderer“ eingleisige Doppelröhre, L = ca. 15,390 km,
- Verknüpfungstunnel „Franzensfeste“ eingleisige Doppelröhre, L = ca. 2,510 km,
- HG-Tunnel „Grödner“ eingleisige Doppelröhre, L = ca. 6,350 km,
- Verknüpfungstunnel „Waidbruck“ eingleisige Doppelröhre, L = ca. 3.000 km.

Das Mittelspannungsverteilungsnetz der einzelnen Tunnel wird von zwei Versorgungsstellen (PdA) an den Enden gespeist, von denen jede einzelne eine für die gesamte Anlage ausreichende Leistung liefert, sodass sie alternativ verwendet werden können. Beide der RFI gehörenden Versorgungsstellen werden von Hochspannungsleitungen des Typs AT RFI 132 kV in Doppelkonfiguration (Ein-/Ausführung) gespeist und weisen folgende Haupteigenschaften auf:

- Versorgungsstelle Unterwerk Franzensfeste in der Nähe des Schalderer Tunneleingangs, ausgerüstet mit 2 HS-/MS-Transformatoren 132/20 kV 15 MVA, deren Neutralleitung über Petersen-Spulen geerdet ist;
- Versorgungsstelle Unterwerk Waidbruck im gleichnamigen Bahnhof, ausgerüstet mit 1 HS-/MS-Transformator 132/20 kV 15 MVA, dessen Neutralleitung über Petersen-Spulen geerdet ist.

Unter normalen Betriebsbedingungen wird die gesamte Anlage von der Versorgungsstelle im Unterwerk Franzensfeste gespeist, das dank des doppelten Transformators in der Lage ist, auch einen Teil der für die Anlagen auf österreichischer Seite (nicht Teil dieses Projekts) benötigten Energie zu liefern.

Bei Netzpannen oder dem Ausfall beider Transformatoren der Versorgungsstelle Franzensfeste wird die Versorgung der gesamten Anlage durch den Transformator der Versorgungsstelle Waidbruck gewährleistet, der jedoch bei Volllast nur die Anlagen des italienischen Streckenabschnitts versorgen kann.

Eine weitere Versorgungsquelle (für den Notfall) besteht aus einer MS-Übergabestelle des Stromversorgers ENEL, die derzeit am Bahnhof Franzensfeste im ehemaligen Zollgebäude verfügbar ist. Alle oben genannten Versorgungsquellen sind untereinander vollständig unabhängig.

Darüber hinaus ist in der Nähe der Räumlichkeiten der peripheren Leitstelle des Notfallmanagements am Nordportal des Verknüpfungstunnels mit dem Bahnhof Franzensfeste auch die Installation eines Notstromaggregats mit Transformator 0,4/20 kV, 1250 kVA, vorgesehen, das beim Ausfall aller Versorgungsquellen in der Lage ist, die minimal erforderliche Energie für den Betrieb der „intelligenten“ Anlagenteile zu gewährleisten, d.h. all jener Komponenten – insbesondere diejenigen der Sicherheitsanlagen (IS), für welche ein totaler Blackout zur Notwendigkeit einer Neuprogrammierung der Steuerlogik führen würde. Abgesehen davon, ist das Notstromaggregat in der Lage, den erforderlichen Strom für 80% der Last sämtlicher in den MS-/NS-Kabinen verteilten USV zu liefern und allein die Anlage der Sicherheitsbeleuchtung im Tunnel zu 50% in Betrieb zu halten.

Das MS-Netz wird verschiedene MS-/NS-Umspannstationen entlang der Strecke versorgen, die Niederspannungsstrom an die verschiedenen Abnehmer weiterverteilen. Im Innern jeder MS-/NS-Umspannstation werden die NS-Apparate zur Stromversorgung für die lokalen Licht- und Antriebsstromabnehmer sowie für die auf den benachbarten Plätzen untergebracht. Ferner werden dort die Geräte (Transformatoren und Schalttafeln) zur 1 kV-Stromverteilung untergebracht, die für die Versorgung der Sicherheitsanlagen im Tunnel dient.

Rete di distribuzione in media tensione

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di distribuzione in media tensione per l'alimentazione delle dieci cabine di trasformazione MT/bt a servizio degli impianti di sicurezza delle gallerie comprese nella tratta ed in particolare:

- Galleria AV "Scaleres" semplice binario - doppia canna, l=15,390 km circa;
- Galleria "Interconnessione Fortezza" semplice binario – doppia canna, l=2,510 km circa;
- Galleria AV "Gardena" semplice binario - doppia canna, l=6,350 km circa;
- Galleria "Interconnessione Gardena" semplice binario – doppia canna, l=3,000 km circa.

La rete di distribuzione in media tensione delle singole gallerie sarà alimentata da due Posti di Alimentazione (PdA) estremi, ciascuno di potenza tale da poter alimentare l'intero impianto e da utilizzare l'uno in alternativa all'altro. Entrambi i PdA, di proprietà di RFI, saranno alimentati da elettrodotti AT RFI 132kV in configurazione di entra-esci doppio ed avranno le seguenti caratteristiche principali:

- PdA SSE Fortezza, disposto in prossimità dell'imbocco galleria Scaleres e dotato di n.2 Trasformatori AT/MT 132/20kV 15MVA con neutro collegato a terra tramite bobine di Petersen;
- PdA SSE Ponte Gardena, disposto nell'ambito della omonima Stazione e dotato di n.1 Trasformatore AT/MT 132/20kV 15MVA con neutro collegato a terra tramite bobine di Petersen.

In condizioni di normale esercizio l'alimentazione dell'intero impianto sarà fornita dal PdA di SSE Fortezza, il quale, grazie al doppio trasformatore, sarà in grado di fornire anche parte dell'energia richiesta dagli impianti lato Austria (non compresi nel presente progetto).

In caso di guasto di rete o di guasto di entrambe le macchine del PdA di Fortezza l'alimentazione dell'intero impianto sarà garantita dal trasformatore del PdA di Ponte Gardena che però sarà in grado di alimentare, a pieno carico, solo gli impianti della tratta Italiana.

Una ulteriore fonte di alimentazione (da utilizzare in caso di emergenza) sarà costituita da un punto di consegna di energia in MT ENEL attualmente disponibile nella stazione di Fortezza Ex-Dogana; tutte le suddette fonti di alimentazione risultano completamente indipendenti tra loro.

Oltre a ciò è prevista anche l'installazione, in prossimità dei locali del PGEP disposto all'imbocco Nord della galleria di interconnessione con la stazione di Fortezza, un Gruppo Elettrogeno con apposito trasformatore 0,4/20kV 1250kVA che, in caso di mancanza di tutte le fonti di alimentazione, sarà in grado di fornire l'energia minima necessaria per mantenere attive le parti 'intelligenti' degli impianti, ossia tutti i componenti, in particolare quelli relativi agli impianti IS, per i quali un black-out totale comporterebbe la necessità di rieseguire le operazioni di programmazione delle logiche; oltre a ciò il GE sarà in grado di fornire energia per tenere alimentati all'80% del carico tutti gli UPS distribuiti nelle cabine MT/BT e per tenere in funzione al 50% il solo impianto di illuminazione di sicurezza in galleria.

La rete MT alimenterà le diverse cabine MT/BT da realizzare nella tratta, che distribuiranno l'energia in bassa tensione alle varie utenze. All'interno di ogni cabina MT/BT saranno alloggiati delle apparecchiature di bassa tensione per l'alimentazione delle utenze luce e forza motrice locali e dei piazzali limitrofi; inoltre saranno alloggiati le apparecchiature (trasformatori e quadri) per la distribuzione dell'energia ad 1kV necessaria per l'alimentazione degli impianti per la sicurezza in galleria, come previsto dalla citata.



An den Tunnelportalen und Plätzen sind folgende Anlagen vorhanden:

- Beleuchtung der Plätze,
- Beleuchtung der Fußwege,
- Brandschutz,
- Wasserpumpen,
- Versorgung der Unterbrechungs- und Erdungsschalttafeln der Oberleitung QMATS.

Die Versorgung der QMATS wird an der Hauptschiene der QGBT-Schalttafel in der MS-/NS-Station durch geeignete Isolationstransformatoren abgezweigt

Das Stromversorgungssystem der Tunnel garantiert zuverlässig und kontinuierlich den Bedarf der verschiedenen Abnehmer. Für diesen Zweck sind ausgehend von den MS-/NS-Stationen 1kV-Kreisläufe vorgesehen, die den Strom an alle 250 m für jede Tunnelröhre angebrachte Unterbrechungs- und Schutzschalttafeln verteilen, die ihrerseits anhand von Transformatoren die Spannung auf 400/230V senken und die einzelnen Abnehmer in den Tunneln speisen.

Die Hauptabnehmer in den Tunneln sind folgende:

- Beleuchtungsanlage Fußwege,
- Beleuchtungsanlage Fluchtwege,
- Beleuchtungsanlage Querschläge,
- Basis-GSM-Funkanlage,
- Telekommunikationsanlagen, Help Point und Beschallung.

In corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e dei piazzali saranno previsti gli impianti in elenco:

- illuminazione dei piazzali;
- illuminazione dei camminamenti;
- antincendio;
- pompaggio acque;
- alimentazione dei quadri per il sezionamento e messa a terra della linea di contatto (QMATS).

L'alimentazione dedicata ai QMATS sarà prelevata dalla sbarra essenziale del quadro QGBT di cabina MT/BT attraverso opportuno trasformatore d'isolamento.

Il sistema di alimentazione elettrica di galleria garantisce la richiesta, in affidabilità e continuità, alle varie utenze presenti. Per tale scopo a partire dalle cabine MT/BT vengono previsti circuiti a 1 kV che distribuiscono l'energia elettrica a quadri di sezionamento e protezione ogni 250 m per ogni foro di galleria, i quali a loro volta, abbassando la tensione a 400/230V con appositi trasformatori, alimentano le singole utenze installate nelle gallerie.

Le principali utenze da alimentare per le gallerie sono di seguito elencate:

- Impianti illuminazione camminamenti;
- Impianti illuminazione vie di esodo;
- Impianti illuminazione by-pass;
- Impianto radio base GSM;
- Impianti TLC, Help Point e diffusione sonora;

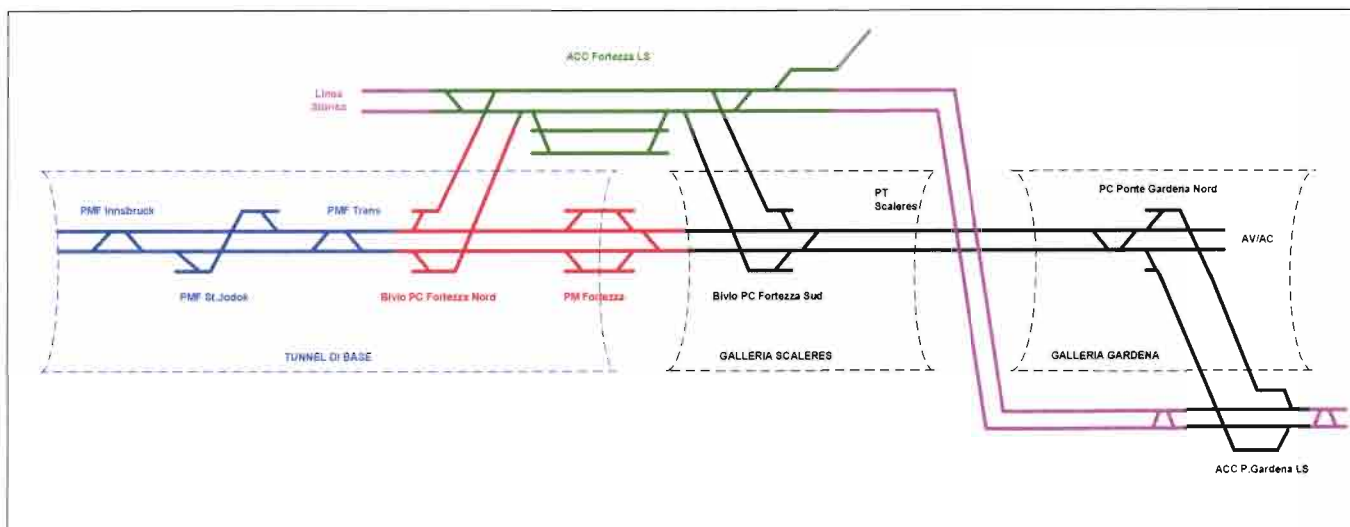
### 17.3 SIGNALISIERUNGS- UND TELEKOMMUNIKATIONSSYSTEM

Nachstehend werden die Maßnahmen zur Ausrüstung des Signalisierungs- und Telekommunikationssystems der Teilstrecke von der Verbindungsstelle (PC) Waidbruck Nord (i) und der Gabelung/Verbindungsstelle Franzensfeste Süd (i) erläutert, die erforderlich sind für:

- die unterbrechungsfreie Führung von PC Waidbruck Nord bis Innsbruck auf HG-Strecke in ERTMS Level 2,
- die Übergänge von/zur Bestandsstrecke an den Verknüpfungen Waidbruck und Franzensfeste (Südseite),
- den sicheren Tunnelbetrieb.

Das ganze System wird von der neuen zentralen HL-/HG-Leitstelle in Verona gesteuert, die sich im ehemaligen SIA-Gebäude neben dem Gebäude der Leitstelle PCS SCC der Bestandsstrecke befindet.

Im Rahmen des Korridors Verona-Brenner sind weitere Eingriffe vorgesehen, die nicht zu diesem Projekt gehören, aber zur konkreten Gestaltung der Rahmensituation beitragen, in der die Eingliederung dieses Bauloses in den Zusammenhang der Bestandsstrecke erfolgen soll.



Insbesondere sind folgende, in der Abbildung schematisch dargestellte Maßnahmen geplant:

	<u>an der HL-/HG-Strecke:</u> Realisierung von Streckenmanagementsystem und ERTMS Level 2 von Innsbruck (e) bis PMF Trens (i) durch BBT (Bez. Projekt D118);
	<u>an der HL-/HG-Strecke:</u> Realisierung von Streckenmanagementsystem und ERTMS Level 2 vom PMF Trens (e) bis PM Franzensfeste (i) durch BBT/RFI (Bez. Projekt D150);
	<u>an der Bestandsstrecke:</u> Realisierung des Zentralen Computersystems (ACC) Franzensfeste und Vorbereitung für zukünftige Verknüpfungen auf der Seite der Bestandsstrecke Nord und Süd (Bez. Projekt D150);
	<u>an der HL-/HG-Strecke im Rahmen von Baulos 1:</u> Arbeiten für Bauarbeiten, Eisenbahnstrukturen, Oberbau, Traktionsstromsystem, Signalisierung und Telekommunikation mit Technikgebäuden und Zusatzanlagen ab Gabelung/Verbindung Franzensfeste Süd (i) bis Gabelung/Verbindung Waidbruck Nord (i).

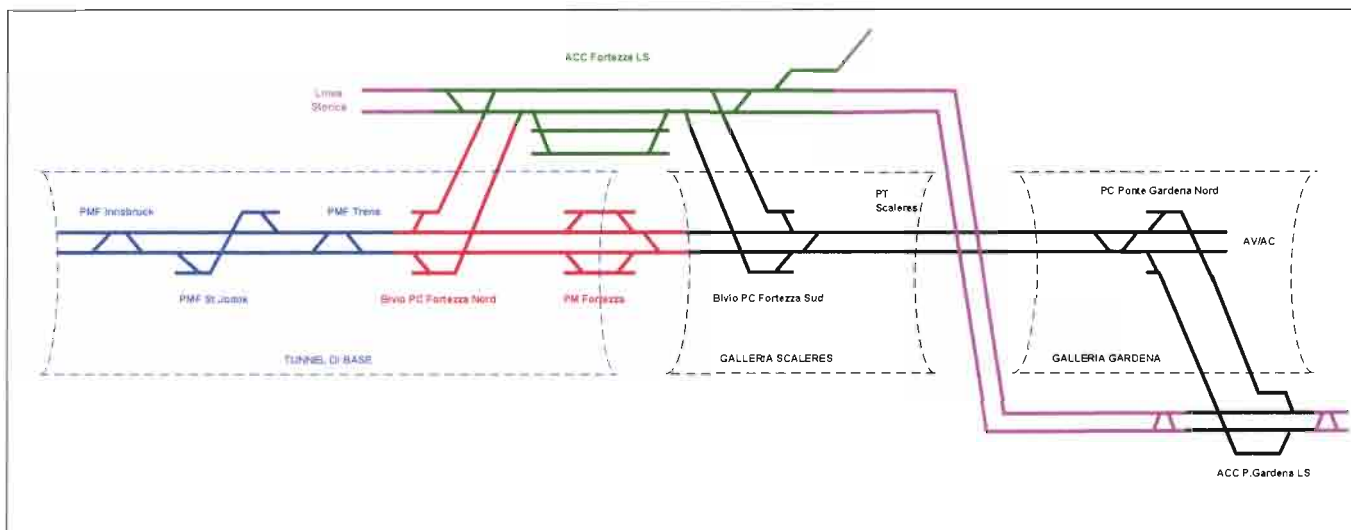
### 17.3 SISTEMA DI SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI

Si illustrano di seguito gli interventi per l'attrezzaggio del sistema di segnalamento e telecomunicazioni della tratta Posto Comunicazione (PC) Ponte Gardena Nord (i) e Bivio/PC Fortezza Sud (i) per consentire:





- il percorso da PC Ponte Gardena Nord sino a Innsbruck in linea AV in ERTMS livello 2, senza soluzione di continuità;
- le transizioni da e per la linea storica in corrispondenza delle interconnessioni di Ponte Gardena e Fortezza (lato Sud).
- La gestione in sicurezza delle gallerie costituenti l'infrastruttura.

Il tutto gestito da un nuovo Posto Centrale AC/AV ubicato a Verona nei locali del fabbricato ex-Sia adiacente al fabbricato PCS SCC line storica.

Nell'ambito del corridoio Verona-Brennero sono previsti altri interventi non a carico del presente progetto, che contribuiscono alla concretizzazione dello scenario previsto per l'inserimento del Lotto nel contesto della rete storica.



In particolare, sono previsti i seguenti interventi:, schematizzati in figura:

	sulla linea AC/AV: realizzazione del sistema GDV ed ERTMS Livello 2 da Innsbruck(e) a PMF Trens (i) a cura di BBT (rif. progetto D118);
	sulla linea AC/AV: realizzazione del sistema GDV ed ERTMS Livello 2 da PMF Trens (e) a PM Fortezza(i) a cura di BBT/RFI (rif. progetto D150);
	sulla Linea Storica: realizzazione dell'ACC di Fortezza e la predisposizione per le future interconnessioni lato linea Storica Nord e Sud (rif. progetto D150);
	sulla linea AC/AV a carico del Lotto 1: lavori relativi a OOCC, sovrastruttura ferroviaria, armamento, sistema di elettrificazione, segnalamento e telecomunicazioni coi relativi fabbricati tecnologici e impianti accessori da Bivio/PC Fortezza sud (i) a Bivio/PC Gardena Nord (i).

Dieses Projekt bezieht sich nur auf Baulos 1, es werden jedoch vor allem für den architektonischen Teil des Systems die Durchführbarkeit der anderen Baulose der neuen HL-/HG-Strecke Franzensfeste –Verona (Umfahrungen von Bozen und Trient sowie Einfahrt nach Verona) berücksichtigt.

Baulos 1 umfasst auch Eingriffe an der allgemeinen Bauregelung im Bahnhof Waidbruck an der Bestandsstrecke zur Ermöglichung des Anschlusses der HL-/HG-Strecke an die Bestandsstrecke.

### 17.3.1 Netzwerkarchitektur

Obwohl im Rahmen der Zufahrtsstrecke Süd zum Brennerbasistunnel nur das Projekt für den ersten Teilabschnitt Franzensfeste – Waidbruck (Baulos 1) entwickelt wird, berücksichtigt die erarbeitete Architektur die Realisierung der weiteren Baulose und Ergänzungen.

Es ist jedoch hervorzuheben, dass die auf Baulos 1 folgenden weiteren Baulose topographisch nicht direkt an Baulos 1 anschließen, da sie mit dem Zweck geplant worden sind, den neuen Brennerbasistunnel funktionell anzuschließen, indem der Bypass der Güterzüge an den wichtigsten Ortschaften der Bestandsstrecke (Bozen und Trient) und deren Anschluss an den Portal zum Knoten Verona garantiert werden.

Laut der vom Vorprojekt geplanten Architektur sollte die zentrale Leitstelle (PC) sowohl für das Signalisierungssystem (Vitaler Zentralkern von ACCM und RBC-Geräte) als auch für das Automatisierungssystem (SCC/M) in der zentralen Steuerungs- und Kontrollstelle in Verona untergebracht werden.

Die bis heute auf der HG-Strecke implementierte Architektur sieht vor, dass die zentrale Leitstelle und insbesondere der Vitale Zentralkern des Untersystems für das Streckenmanagement über ein Langstrecken-Telekommunikationsnetz mit doppeltem Hauptnetz aus Glasfaserkabel an die peripheren Dienststellen angeschlossen werden.

Die Anwendung dieser Architektur auf diese Maßnahme, die Zeitplanung der Realisierungsmaßnahmen für die verschiedenen Baulose und die anfängliche Unvollständigkeit des HL-/HG-Streckenabschnitts zwischen der Zentrale in Verona und dem Anfang von Baulos 1 (Waidbruck) führen zu problematischen Situationen im Hinblick auf die Verbindung zwischen Zentrale und Peripheren Dienststellen.

Der nachstehende Absatz erläutert die Lösung dieser Problematik.

#### Kabelnetz – doppeltes Glasfaserkabel-Hauptnetz auf Bestandsstrecke

Um von der Zentrale in Verona aus die erste Ortschaft an der HL-/HG-Strecke zu erreichen, die auch zur peripheren Dienststelle wird, wird angenommen, dass RFI entlang des Verlaufs der Bestandsstrecke (nicht neben der zukünftigen HL-/HG-Strecke) die erforderlichen Glasfaserkabel für das vitale Sicherheitsanlagensystem (IS) und die Langstrecken-Telekommunikationsgeräte auf einem neuen doppelten Glasfaserhauptnetz zur Verfügung stellen wird, sodass von der Zentrale in Verona die erste Servicestelle von Baulos 1 (PJ2 Waidbruck, ca. 172 km entfernt) erreicht wird, um mit dem von Baulos 1 vorgesehenen doppelten Hauptnetz entsprechend der Schilderung in den Architekturschemen fortzufahren.

Insbesondere wird angenommen, dass RFI im Voraus folgende Maßnahmen leisten wird:

- Realisierung des ersten Hauptnetzes durch Öffnen des vorhandenen Kabelkanals an der Bestandsstrecke, Lieferung und Verlegen des ersten Glasfaserkabels sowie anschließendes Wiederverschließen;
- Realisierung des zweiten Hauptnetzes durch Liefern und Verlegen auf der andere Seite der Bestandsstrecke von neuer Kabelführung mit Glasfaserkabel (als Alternative möglicherweise Luftkabel).

Il presente progetto è relativo al solo Lotto 1, ma considera in ogni caso, soprattutto per la parte architettonica del sistema, la realizzabilità degli altri Lotti della nuova linea AC/AV Fortezza – Verona (Circonvallazioni di Bolzano, di Trento e Ingresso a Verona).

Il Lotto 1 comprende anche gli interventi di PRG nella stazione di Ponte Gardena sulla Linea Storica per consentire il collegamento della linea AC/AV alla linea storica.

### **17.3.1 Architettura della rete**

Sebbene nell'ambito della linea di accesso Sud della Galleria di Base del Brennero, si stia sviluppando solo il progetto inerente alla prima tratta Fortezza – Ponte Gardena (Lotto 1), l'architettura sviluppata contempla la realizzazione dei successivi Lotti costruttivi e di completamento.

Si evidenzia però che i Lotti costruttivi successivi al Lotto 1 sono localizzati topograficamente in maniera non contigua al lotto 1, in quanto progettati con lo scopo di collegare funzionalmente la nuova galleria di Base del Brennero, garantendo il bypass dei treni merci delle principali località della Direttrice Storica (Bolzano e Trento) per poi collegarsi all'ingresso del Nodo di Verona.

L'architettura prevista nel progetto preliminare prevedeva di ubicare il Posto Centrale sia per il sistema di segnalamento (Nucleo Vitale Centrale (NVC) di ACCM e apparati RBC) sia il sistema di Automazione (SCC/M) presso il Posto Centrale Comando e Controllo di Verona.

L'architettura ad oggi implementata sulle linee AC prevede che il Posto Centrale, e in particolare il NVC del sottosistema di Gestione della Via, sia collegato ai Posti di Servizio Periferici tramite una rete TLC a Lunga Distanza realizzata con doppia dorsale in cavo a Fibre Ottiche.

L'applicazione di tale architettura al presente intervento, la pianificazione temporale degli interventi di realizzazione dei diversi Lotti costruttivi e l'iniziale incompletezza del tratto di linea AC/AV tra il Posto Centrale di Verona e l'inizio del Lotto 1 (Ponte Gardena), comportano una forte criticità dal punto di vista del collegamento tra il Posto Centrale e i Posti di Servizio Periferici.

Il successivo paragrafo illustra la soluzione adottata per risolvere tale criticità.

#### *Rete cavi – doppia dorsale fibra ottica su linea storica*

Al fine di raggiungere dal Posto Centrale di Verona, la prima località della tratta AC/AV che diventerà anche Posto di Servizio Periferico oggetto, si assume che lungo il tracciato della linea storica esistente (non affiancata alla futura AC/AV), RFI metterà a disposizione le necessarie fibre ottiche per la rete vitale IS e per gli apparati Lunga Distanza TLC su una nuova doppia dorsale in Fibra Ottica, in modo da raggiungere dal Posto Centrale di Verona il primo Posto di Servizio del Lotto 1 (PJ2 Ponte Gardena, situato a circa 172 Km) e proseguire quindi con la doppia dorsale prevista dal progetto del Lotto 1, come illustrato negli schemi di architettura:

In particolare, si assume che saranno propedeuticamente realizzati da RFI i seguenti interventi:

- Realizzazione della prima dorsale mediante scopertura della canalizzazione esistente sulla Linea Storica, fornitura e posa del primo cavo a F.O. e successiva ricopertura;
- Realizzazione della seconda dorsale mediante fornitura e posa, sull'altro lato del tracciato della Linea Storica, di nuove canalizzazioni e cavo a F.O. (eventuale alternativa: posa aerea);

Das Projekt für Baulos 1 umfasst hingegen:

- Einhaltung der bis heute implementierten Architekturaufgaben an der HL-/HG-Strecke, welche die Verbindung zwischen Zentrale (NVC und RBC) und Peripheren Dienststellen über ein Langstrecken-Telekommunikationsnetz mit doppeltem Glasfaserkabel-Hauptnetz vorsehen;
- Betrieb der HL-/HG-Strecke von der Zentrale in Verona, an der sich alle Geräte und Bedienerarbeitsplätze für die Systeme NVC, RBC und SCC/M befinden.

### 17.3.2 Signalisierungsanlagen: Art der Maßnahmen

Die Planung der Signalisierungs- und Automatisierungssysteme für den Betrieb der Anlagen auf der HL-/HG-Strecke von Gabelung/Verbindung Franzensfeste Süd bis Gabelung/Verbindung Waidbruck Nord einschließlich PT Schalderer und dazu gehörende Verknüpfungen mit der Bestandsstrecke umfasst folgende Maßnahmen:

- Neues Streckenmanagementsystem (GDV) mit neuem Zentralem Computersystem ACC-Multistation einschließlich drei neuer Peripherer Stellen (PP);
- Neues Zug-Distanzierungssystem (SDT) ERTMS Level 2 entsprechend den neuesten europäischen Normen UNISIG 3.0.0.
- Realisierung der ERTMS-Antennenabschnitte an den Verknüpfungen mit der Bestandsstrecke Verona-Brenner. Für diese Verknüpfungen muss die Gesamtheit der technologischen Maßnahmen den Übergang L0-L2 gemäß RFI-Standard garantieren und zugleich die Funkdeckung und Integration mit dem vorhandenen System CMT gewährleisten.
- Realisierung der ERTMS-Antennenabschnitte an der Fortsetzung mit der HG-Strecke im Norden (dieser Abschnitt ist nicht Gegenstand der vorliegenden Planung). Für diese Verknüpfungen muss die Gesamtheit der technologischen Maßnahmen die unterbrechungsfreie Fahrt der HG-Züge im ERTMS L2-System gemäß europäischem Standard garantieren und die Funktionstüchtigkeit des Handovers gewährleisten.
- Neues System zur Temperaturerfassung der Achslager (RTB);
- Neues Verkehrsautomatisierungssystem.

Planung und Realisierung des Signalisierungs- und Distanzhaltungssystems haben anhand der von den Spezifikationen aufgestellten Kriterien sowie auf Grundlage oben aufgeführter Standards zu erfolgen.

Die Maßnahme sieht den Anschluss von Baulos 1 an die weiterführende, von dieser Planung ausgeschlossene HL-/HG-Strecke vor: Dies macht die Aktivierung von benachbarten SDT und ACC-M AV erforderlich.

Im Detail besteht das neue Verkehrsautomatisierungssystem aus einer Zentralstelle (PCS) und mehreren Peripheren Stellen (PPF), die über eine Reihe von Kommunikationswegen untereinander verbunden sind, welche vom Langstrecken-Telekommunikationssystem (TLC/LD) verfügbar gemacht werden.

Die Architektur der Zentrale (PCS) vom Typ Client-Server stützt sich auf Computer mit einer Software-Plattform vom offenen Typ und handelsüblicher Hardware, wobei Datenbank-Server mit besonderer Hardware- und Softwaregestaltung verwendet werden, sodass einer Reihe von Funktionen für Umgebungen garantiert werden, die als „mission critical“ (Cluster-Systeme) gelten.

#### Merkmale der Zentrale

Die Zentrale ist durch die Präsenz von unterschiedlichen Verarbeitungsuntersystemen gekennzeichnet, für:

- Verkehr,
- Traktionsstrom,

mentre nel Progetto del Lotto 1 si provvede al:

- rispetto dei vincoli di architettura ad oggi implementati sulle linee AC/AV che prevedono il collegamento tra Posto Centrale (NVC e RBC) e Posti di Servizio Periferici tramite una rete TLC a Lunga Distanza realizzata con doppia dorsale in cavo a Fibre Ottiche.
- esercizio della tratta AC/AV dal Posto Centrale di Verona, sede di tutte le apparecchiature e tutte le postazioni operatore NVC, RBC e SCC/M.

### 17.3.2 Impianti di Segnalamento: Tipologie di interventi

La progettazione dei sistemi di segnalamento e automazione per la gestione degli impianti della tratta AC/AV da Bivio/PC Fortezza Sud a Bivio/PC Ponte Gardena Nord, compreso il PT Scaleres e le relative interconnessioni con la linea storica, comprende i seguenti interventi:

- nuovo sistema GDV (Gestione Della Via), con un nuovo ACC Multistazione comprendente tre nuovi Posti Periferici (PP);
- nuovo Sistema di Distanziamento Treni (SDT) ERTMS Livello2 allineato con le recenti normative europee UNISIG 3.0.0.
- realizzazione dei tratti antenna ERTMS sulle Interconnessioni con la linea storica Verona Brennero. Per tali interconnessioni il complesso dei lavori tecnologici deve garantire la transizione L0-L2 secondo gli standard RFI garantendo la necessaria copertura radio e l'integrazione con il sistema CMT esistente;
- realizzazione dei tratti antenna ERTMS sulla prosecuzione con il tratto AV a Nord (tale tratto non è oggetto della presente progettazione). Per tale interconnessioni il complesso dei lavori tecnologici deve garantire la percorrenza dei treni AV in sistema ERTMS L2 senza soluzione di continuità secondo gli standard Europei, garantendo la funzionalità di Hand Over;
- nuovo Sistema RTB;
- nuovo Sistema di Automazione della Circolazione.

La progettazione e realizzazione del sistema di segnalamento e distanziamento dovranno essere svolte con i criteri specificatamente richiesti dalle specifiche e secondo gli standard sopra riportati.

L'intervento prevede il collegamento del Lotto 1 ad un successivo tratto AC/AV, escluso dalla presente progettazione: ciò implicherà l'attivazione di SDT contigui e ACC-M AV contigui.

In dettaglio il nuovo sistema di automazione della circolazione è costituito da un Posto Centrale (PCS) e da Posti Periferici (PPF), collegati tra loro da una serie di flussi di comunicazione, messi a disposizione dal sottosistema TLC Lunga Distanza (TLC/LD).

L'architettura di PCS, di tipo Client-Server, utilizza elaboratori che hanno una piattaforma software di tipo aperto e hardware di tipo commerciale con l'utilizzo di Data Base server dotati di particolari accorgimenti hardware e software tali da garantire una serie di funzionalità studiate per ambienti "mission critical" (sistemi cluster);

#### Caratteristiche del PCS

Il Posto Centrale è caratterizzato dalla presenza di sottosistemi di elaborazione distinti, dedicati a:

- Circolazione,
- Trazione Elettrica,
- Diagnostica e Manutenzione,



- Diagnose und Wartung,
- Fernüberwachung und Sicherheit,
- Überwachung der Notfallanlagen im Tunnel.

Jedes Untersystem besteht aus einer Reihe von Computern, die über ein lokales Hochgeschwindigkeitsnetz miteinander verbunden sind. Die verschiedenen Unternetze der Untersysteme stehen über Standardkommunikationsprotokolle in Dialog miteinander, wodurch der korrekte Informationsaustausch zwischen den Untersystemen gewährleistet wird.

#### Räumlichkeiten der Zentrale

Die Geräte der Zentrale befinden sich in folgenden Räumen, die entsprechend der Bezeichnung auf anderen HG-Strecken folgendermaßen gekennzeichnet sind:

- Kontrollwarte, geplant im zweiten Stock des Gebäudes, das die Bedienerarbeitsplätze für Verkehr, Traktionsstrom, Diagnose und Wartung, Fernüberwachung und Sicherheit, Notfallmanagement im Tunnel beherbergt: Dabei handelt es sich um den Angelpunkt des SCC-M-Systems, an dem der Eisenbahnverkehr des gesamten Streckenabschnitts organisiert wird.
- Gerätesaal, geplant im ersten Stock mit den Verarbeitungsgeräten (Data Base und Kommunikationsserver), Konzentratoren, Datenübertragungsgeräten usw.
- Konsolen- und Diagnosewarte, geplant im Erdgeschoss, mit den Konsolen der Geräte, Bedienerarbeitsplätzen für Diagnose und Wartung für HW/SW sowie APC-Posten für Tests und Neukonfigurationen.
- Stromversorgungs- und SIAP-Warte, geplant im Keller, mit den Geräten der Stromversorgung.

### **17.3.3 Telekommunikationsanlagen: Art der Maßnahmen**

Die geplanten Maßnahmen für die Telekommunikationsanlagen bestehen in der Realisierung eines Netzes von Telekommunikationssystemen für HL-/HG-Strecken mit Eignung für die Interoperabilität nach UIC Standard (International Union of Railways) und Übereinstimmung mit den Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI).

Die vorgesehenen Typen sind folgende:

- Realisierung der Streckenausrüstung mit Kabelnetz und Datenübertragungsgeräten, unterteilt in die beiden Untersysteme:
- Langstrecken (LD) Datenübertragungssystem
- Träger (Glasfaser- und Kupferkabel)
- Realisierung der selektiven Telefonanlagen STSI und Service-Beschallung
- Realisierung des Integrierten Telekommunikationssystems der Zentralstelle STI
- Realisierung des GSM-R-Funkssystems für die Sprechkommunikation, für Notfälle und für das ERTMS/ETCS-System Boden-Zug
- Realisierung der Funkausstrahlungsanlage, öffentliches GSM-System
- Notfallanlagen im Tunnel (IEG): Notfalltelefon und Beschallung
- Integriertes Überwachungssystem (SPVI) der Anlagen für Notfälle im Tunnel

Die Maßnahmen werden derart strukturiert, dass die Kontinuität mit der Bestandsstrecke und der HL-/HG-Strecke gewährleistet wird, die an der Brennerstrecke ansetzen.

Die geplanten Telekommunikationsmaßnahmen sind folgende:

- Hauptkabelanlagen mit 32 Glasfasern und 40 Kupferpaaren.

- Telesorveglianza e Sicurezza,
- Supervisione impianti di Emergenza in Galleria

Ogni sottosistema è costituito da una serie di elaboratori connessi in rete locale ad alta velocità; le varie sottoreti dei sottosistemi dialogano fra loro secondo protocolli di comunicazione standard, garantendo lo scambio corretto di informazioni fra i sottosistemi stessi.

#### Locali del PCS

Le apparecchiature che costituiscono il PCS sono collocate nei seguenti locali, identificati in analogia a quanto realizzato su altre tratte AC come di seguito indicato:

- Sala Controllo, ipotizzata al secondo piano del fabbricato, che ospita le postazioni degli operatori di Circolazione, Trazione Elettrica, Diagnostica e Manutenzione, Telesorveglianza e Sicurezza, Gestione Emergenza in galleria: è il punto nevralgico del Sistema SCC-M, nel quale si organizza la circolazione ferroviaria dell'intera tratta;
- Sala Apparati, ipotizzata al primo piano, che ospita le apparecchiature di elaborazione (Data Base e Communication Server), concentratori di rete, apparecchiature di trasmissione dati, ecc.;
- Sale consolle e operatori di Diagnostica, ipotizzate al Piano Terra, che ospitano le consolle degli apparati, le postazioni degli operatori di Diagnostica e Manutenzione HW/SW, e le postazioni APC per le prove e riconfigurazioni;
- Sala Alimentazione e SIAP, ipotizzata al piano interrato, che ospita le apparecchiature di alimentazione.

### **17.3.3 Impianti di telecomunicazione: Tipologie di interventi**

Gli interventi previsti relativi agli impianti di telecomunicazioni consistono nella realizzazione di una rete di sistemi di telecomunicazioni per linee AC/AV adatti all'interoperabilità a standard UIC (International Union of Railways) e rispondente alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI).

Le tipologie previste sono le seguenti:

- Realizzazione dell'attrezzaggio della tratta con rete cavi ed apparati di trasmissione dati suddiviso nei due sottosistemi:
- Sistema di trasmissione dati Lunga Distanza (LD)
- Supporti trasmissivi (Cavi fibra Ottica e Rame)
- Realizzazione degli impianti di telefonia selettiva STSI e diffusione sonora di servizio
- Realizzazione del sistema di Telecomunicazioni Integrato di Posto Centrale STI
- Realizzazione del sistema radio GSM-R per le comunicazioni voce, di emergenza e per il sistema ERTMS/ETCS Terra-Treno
- Realizzazione dell'impianto di propagazione radio, sistema GSM pubblico
- Impianti Emergenza Galleria: IEG Telefonia di Emergenza e Diffusione Sonora
- Sistema di Supervisione Integrata (SPVI) degli impianti relativi alla Emergenza Gallerie

Gli interventi saranno strutturati in modo da assicurare la continuità con le linee storiche ed AC/AV che afferiscono alla Direttrice Brennero.

Gli interventi di telecomunicazioni che si prevedono di realizzare sono i seguenti:

- Impianti cavi principali a 32 fibre ottiche ed a 40 coppie in rame;

- Hauptkabelanlagen mit 32 Glasfasern für Telekommunikationssysteme für die Sicherheit im Tunnel und die Funkausstrahlung des öffentlichen GSM-Signals im Tunnel.
- Netz für sekundäre Telefonkabel
- SDH-Langstrecken-Übertragungssystem auf mehreren hierarchischen Ebenen implementiert.
- Selektive integrierte Telefonsysteme (STSI) und Servicebeschallung.
- Realisierung eines Integrierten Telekommunikationssystems (STI) für die geplante HL-/HG-Zentrale in Verona.
- Boden-Zug-Funksystem über mobiles Funknetz GSM-R mit UIC/FS-Standard.
- Realisierung der Übermittlungs- und Datentransportträger aus Fasermaterial für das Signalisierungs- und Sicherheitssystem ACCM AV (Streckenmanagement) für die Verbindung zwischen den Geräten von Zentrale (NVC/RBC) und peripheren Stellen des Multistation-Systems (PPM). Realisierung der Informationstransportstruktur für das HG-Automatisierungssystem (SCC-AV) und für den Datenaustausch mit der Kontroll- und Steuerungszentrale des Brennerbasistunnels (BBT) in der ÖBB-Zentrale in Innsbruck sowohl für die Signalisierungs- und Sicherheitsanlagen als auch für die Betriebs-, Sicherheits- und Notfallanlagen der Infrastruktur des Basistunnels.
- Realisierung der Datenübermittlungsträger aus Fasermaterial für das System DOTE AV der Strecke Franzensfeste-Waidbruck, der Wahl- und Diagnosesysteme für Beleuchtungs- und Nutzstrom für die MS-/NS-Umspannstationen und die Beleuchtungs-/Nutzstrom-Schalttafeln.
- Funkausstrahlung/Funkverbreitung im Tunnel und entlang der Fluchtwege der öffentlichen Funknetze (GSM-P).
- Telekommunikationssysteme für die Sicherheit in Eisenbahntunneln (Gegensprechanlagen und Beschallung für den Notfall) mit Eingliederung in das integrierte Überwachungssystem SPVI, das für die HL-/HG-Strecke vorgesehen ist.

Schnittstelle zu vorhandenen Telekommunikationssystemen und Wartungszentren,

Stromversorgungssystem der Anlagen.

- Die Telekommunikationssysteme für die Sicherheit im Tunnel sind ferner in folgende Untersysteme gegliedert:
  - Glasfaserkabelanlage,
  - Datenübertragungssystem (Datennetz Gigabit Ethernet),
  - Gegensprech- und Beschallungsanlage für Notfall (IEG),
  - Integriertes Überwachungssystem (SPVI),
  - Stromversorgungssystem der Telekommunikations- und Überwachungsanlagen.

Angesichts der Entwicklung über mehrere funktionelle Teilabschnitte und die starken Überkreuzungen mit Stellen der Bestandsstrecke wird im Projekt der Schnittstellengestaltung mit den Bestandssystemen in Bahnhöfen und aneinander grenzenden Haltestellen besonderes Augenmerk verliehen.

- Impianti cavi principali a 32 fibre ottiche per i sistemi di telecomunicazione per la sicurezza nelle gallerie e per la radiopropagazione del segnale GSM Pubblico in galleria
- Rete cavi telefonici secondari;
- Sistema trasmissivi SDH a lunga distanza implementati su più livelli gerarchici;
- Sistemi di telefonia selettiva integrata (STSI) e diffusione sonora di servizio;
- Realizzazione di un Sistema di Telecomunicazioni Integrato (STI) per il previsto Posto Centrale AC/AV di Verona;
- Sistema radio Terra - Treno tramite rete radiomobile GSM-R a standard UIC/FS;
- Realizzazione dei supporti trasmissivi in fibra e per trasporto dati per il sistema di segnalamento e sicurezza ACCM AV (Gestione della Via) per i collegamenti tra gli apparati di posto centrale (NVC/RBC) ed i posti periferici del multistazione (PPM); realizzazione della struttura di trasporto delle informazioni per il sistema di Automazione AV (SCC-AV), e per lo scambio dati con il Posto Centrale di controllo e gestione del Tunnel di Base del Brennero (BBT) ubicato nel Posto Centrale OBB di Innsbruck, sia per gli impianti di Segnalamento e Sicurezza, sia per gli impianti di gestione, sicurezza ed emergenza dell'infrastruttura del Tunnel di Base;
- Realizzazione dei supporti trasmissivi in fibra e per trasporto dati per il sistema DOTE AV della tratta Fortezza-Ponte Gardena, dei sistemi Selettività e Diagnostica LFM relativi alle cabine MT/BT ed ai quadri LFM;  
Radiopropagazione/radioestensione in galleria e lungo le vie di fuga delle reti radiomobili pubbliche (GSM-P);
- Sistemi di telecomunicazioni per la sicurezza nelle gallerie ferroviarie (telefonia a viva-voce e diffusione sonora di emergenza) con integrazione nel sistema di supervisione integrata SPVI previsto a copertura della tratta AC/AV:
  - Interfacciamento con gli esistenti sistemi TLC e centri di manutenzione;
  - Sistema di alimentazione impianti.
  - Sistemi TLC per la sicurezza in galleria sono inoltre distinti nei seguenti sottosistemi:
    - Impianto di cavi in fibra ottica;
    - Sistema di trasmissione dati (Rete Dati Gigabit Ethernet);
    - Impianto di telefonia e diffusione sonora di emergenza (IEG);
    - Sistema di Supervisione Integrata (SPVI);
    - Sistema di alimentazione impianti TLC e SPVI

Dato lo sviluppo su più Lotti funzionali e la forte commistione con stazioni della linea storica, nel progetto si è prestata particolare attenzione agli interfacciamenti con i sistemi esistenti nelle stazioni e scali limitrofi.

### TELEKOMMUNIKATIONSANLAGEN FÜR DIE SICHERHEIT IM TUNNEL

Die Telekommunikationsmaßnahmen für die Sicherheit im Tunnel entsprechen den Vorgaben von Ministerialdekret 28.10.05 und den einschlägigen technischen Spezifikationen.

Die Anlagen sind für das Tunnelsystem der Strecke, die Fensterstollen und Notfallplätze ausgelegt.

Die Geräte werden von der Zentrale in Verona diagnostiziert und überwacht und entsprechen den geltenden Normen im Bereich der Tunnelsicherheit.

#### Funktionen der Notfalleinrichtung

Die Funktion der Telekommunikationssysteme für die Sicherheit im Tunnel besteht darin, grundlegende Sprechkommunikationsdienste mit einem hohen Maß an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zu gewährleisten:

- zwischen Boden- und Bordpersonal,
- zwischen den Angehörigen der Rettungskräfte sowie zwischen diesen und der Koordinierungszentrale,
- zwischen Bodenpersonal und Fahrgästen,

sowie Bereitstellung von erforderlichen Übermittlungsträgern und -ressourcen für Management, Kontrolle und Überwachung der anderen technologischen Anlagen, die im Zusammenhang mit den Maßnahmen zur Sicherung des Tunnels realisiert werden.

Einfachheit von Anwendung und Wartung stellen unverzichtbare Faktoren für die Annahme der fraglichen Anlagen dar, wobei besonders deren Nutzbarkeit für Dienste im Rahmen des Notfallmanagements und die Umstände, die ihren Anwendungsbereich kennzeichnen, berücksichtigt werden.

Die Geräte werden mit allen erforderlichen, physikalischen und logischen Schnittstellen ausgerüstet, um den technischen und funktionellen Anforderungen der Technischen Spezifikationen (TSI für Eisenbahntunnel und Technische Normen TT 597) zu entsprechen.

Die Anlage stellt sowohl den Fahrgästen als auch dem Personal die Telefonverbindung vom Tunnel zu einem oder mehreren externen Stellen (Zentrale oder Periphere Servicestellen) zur Verfügung.

Diese Verbindung sieht Freisprechstellen mit Mikrofon in Innern des Tunnels, an den Portalen/Plätzen, in der Nähe der Erdungsschalttafeln Q.MAT und auf den Notfallplätzen vor.

Die Anlage gestattet es ferner (bei Notfällen oder Betriebsstörungen während des Eisenbahnverkehrs), den Fahrgästen die erforderlichen Anweisungen für das rasche Verlassen des Tunnels und die erforderlichen Hinweise zur Unterstützung und Erleichterung etwaiger Rettungsmaßnahmen zu erteilen.

Grundlegend ist die Anlage in der Lage, entlang des ganzen Tunnels oder an Teilen davon direkte Durchsagen an die Fahrgäste sowie Dienstdurchsagen über die gesamte Tunnellänge hin zu erteilen.

Die Ausgabe der Durchsagen kann sowohl von den Mikrofonstellen im Tunnel als auch von einer externen Stelle erfolgen (Zentrale und/oder periphere Notfallmanagementstelle).

Insbesondere kann die Anlage von der Zentrale bzw. den peripheren Koordinierungsstellen aus, mittels Setzung von Prioritäten und Ausschlusslogik die Funktion der Programmierung und Verbreitung von Durchsagen und die Aktivierung der Mikrofone im Tunnel vornehmen. Im Einzelnen:

- Herstellung einer selektiven Verbindung (Signalisierung und Sprachkommunikation) zwischen Zentrale und Mikrofonstellen im Tunnel;
- Durchsagen, einschl. aufgezeichneter Meldungen, für das Dienstpersonal oder die Fahrgäste im Innern des Tunnels;

### IMPIANTI TLC PER LA SICUREZZA IN GALLERIA

Gli interventi di telecomunicazioni per la messa in sicurezza delle gallerie, rispettano quanto previsto dal DM 28/10/05 e dalle specifiche tecniche vigenti in materia.

L'impiantistica è prevista per il sistema di gallerie della tratta, le finestre di accesso ed i piazzali di emergenza.

Le apparecchiature saranno diagnosticate e supervisionate dal Posto Centrale di Verona e rispondono alla normativa vigente in ambito sicurezza in galleria.

#### Funzioni dell'impianto di emergenza

La funzione dei sistemi TLC per la sicurezza in galleria è quella di assicurare, con elevati livelli di affidabilità e disponibilità, servizi essenziali di comunicazione voce:

- tra gli operatori di terra e di bordo della circolazione treni;
- tra gli operatori delle squadre di soccorso e tra questi e il centro operativo di coordinamento dell'emergenza,
- tra gli operatori di terra e i viaggiatori;

nonché di rendere disponibili i supporti e le risorse di trasmissione necessarie per la gestione, controllo e supervisione degli altri impianti tecnologici che vengono realizzati nel contesto degli interventi per la messa in sicurezza della galleria.

La facilità d'uso e di manutenzione costituiscono fattori indispensabili per l'accettazione degli impianti in questione, tenuto conto dell'importanza della fruibilità dei servizi ad essi associati nella gestione delle emergenze ferroviarie e delle circostanze che ne caratterizzano l'ambito di impiego.

Gli apparati saranno dotati di tutte le interfacce fisiche e logiche necessarie per il soddisfacimento dei requisiti tecnici e funzionali richiesti nelle specifiche tecniche (STI per le gallerie ferroviarie e Norme Tecniche TT597).

L'impianto rende disponibile sia ai passeggeri che al personale di servizio il collegamento telefonico dalla galleria ad uno o più posti remoti (Posto Centrale e Posti Periferici).

Tale collegamento prevede delle postazioni microfoniche "viva – voce" dislocate all'interno della galleria, ai relativi imbocchi/piazzale, in prossimità dei quadri di messa a terra Q.MAT e nei Piazzali Emergenza.

L'impianto inoltre consente, in caso di emergenze o di anomalie che si dovessero verificare durante l'esercizio ferroviario, di comunicare ai viaggiatori le istruzioni per l'evacuazione della galleria e di fornire le indicazioni necessarie a supportare e facilitare le eventuali operazioni di soccorso.

In sostanza, l'impianto, è in grado di effettuare comunicazioni dirette ai viaggiatori su tutta o parte della galleria e comunicazioni di servizio su tutta l'estensione della galleria.

La diffusione delle comunicazioni può essere effettuata sia da posti microfoniche in galleria, sia da un punto remoto (Posto Centrale e/o PGEP).

In particolare, l'impianto risulta in grado di eseguire dal Posto Centrale e/o dalle postazioni di coordinamento remote (PGEP) con gestione delle priorità e delle logiche di esclusione, le funzioni di programmazione, di diffusione degli annunci e di abilitazione dei posti microfoniche in galleria per la diffusione degli annunci stessi, in particolare:

- Realizzare un collegamento selettivo (segnalazione e fonia) tra Posto Centrale ed i Posti microfoniche in galleria;
- Diffondere comunicazioni, complete di messaggi pre-registrati, di servizio o per il pubblico, all'interno della galleria;

- Belegung der gesamten Beschallungsanlage im Tunnel oder in Teilabschnitten von der Zentrale aus;
- Ferndiagnose und Fernkontrolle der Geräte im Tunnel durch die Zentrale.

Die ca. alle 250 m an der Wand montierten (Nische) Freisprechanlagen sind zur ausschließlichen Verwendung bei Notfällen bestimmt und umfassen abgesehen von der Freisprechkommunikation das Senden eines Notrufs durch Betätigen eines „Pilz“-Tasters wie im Industriebereich.

Das System ist in der Lage, die Position des Tasters zu bestimmen, mit dem der Alarm ausgelöst worden ist.

Unter dem Taster bzw. in dessen Nähe befindet sich ein Wechselschalter, der mit einem Dreifachschlüssel betätigt wird, der es dem FS-Personal gestattet, Einzelrufe an den Bedienplatz zu tätigen oder Durchsagen in bereits vom Bedienplatz aus programmierten oder aktivierten Zonen vorzunehmen.

Von diesen Geräten aus kann das zuständige Personal nach Vornahme der Aktivierungsprozedur Durchsagen in den betroffenen Zonen über angemessen verteilte Lautsprecher tätigen (ca. alle 30 m).

Die Telefonapparate befinden sich in wasserdichtem Gehäuse (IP65) mit gepresster Kabeldurchführung und sind vor Staub und Feuchtigkeit geschützt.

Die Kanäle für die Kabel dieser Anlagen werden geschützt ausgeführt, und die Kabel selbst entsprechen, unbeschadet anderer gesonderter Hinweise, dem FS-Standard (nicht brandausbreitend/brandhemmend).

- Impegnare, dal Posto Centrale, l'intero impianto di diffusione sonora in galleria o in zone di essa;
- telediagnosticare e telecontrollare le apparecchiature in galleria da parte del posto Centrale.

I dispositivi telefonici viva - voce da posizionarsi addossati alla parete ("nicchia") ogni 250 m. circa sono destinati ad uso esclusivo per emergenza e prevedono, oltre la conversazione a viva – voce, l'invio della chiamata di soccorso tramite azionamento di un pulsante a pressione, "fungo" simile a quelli utilizzati in ambiente industriale.

Il sistema è in grado di individuare l'ubicazione del pulsante che ha generato l'allarme.

Sotto il pulsante o nelle immediate vicinanze sarà posizionato un commutatore, da azionare con chiave tripla che permetterà all'agente F.S. di effettuare chiamate singole al P.O. o annunci di diffusione sonora su zone già programmate o attivate dal P.O..

Dagli stessi dispositivi, una volta attuata la procedura per l'attivazione, il personale a ciò preposto potrà emettere messaggi di diffusione sonora sulle zone interessate tramite diffusori sonori opportunamente dislocati (ogni 30 metri circa).

Gli apparecchi telefonici saranno in contenitore stagno (IP65), pressa cavo, protetto da polveri ed umidità.

Le canalizzazioni per i cavi di tali impianti saranno protette e gli stessi cavi, salvo particolari altre indicazioni, saranno a standard FS (non propaganti incendio/antincendio).



## 17.4 MECHANISCHE ANLAGEN

Die Planung der mechanischen Anlagen zielt auf die Ausarbeitung technischer Lösungen zur Eindämmung der Risiken, die bei einer Zugevakuierung im Tunnel allgemein bei Unfällen bzw. beim Entstehen von Bränden mit Rauchentwicklung auftreten.

Diese Ausstattungen sind eines der Untersysteme der Sicherheitsausrüstung für Tunnel, Portalen, Querschläge zwischen den Tunnelröhren, auf der Strecke ansetzende Fensterstollen, Verbindungen Gleis 2/1 im Tunnel und Technikräume und bestehen konkret aus folgenden Anlagen:

- Lösch-/Brandschutzanlage;
- Entsorgung gefährlicher Flüssigkeiten;
- Überdruck und Belüftung;
- Rauchkontrolle an den Verbindungen Gleis 2/1 im Tunnel;
- Schutz vor unbefugtem Zutritt und Kontrolle der Zugänge;
- Videoüberwachungsanlage (TVCC)
- Brandmeldesystem;
- automatisches Gaslöschesystem.

Die Faktoren, die zu den Planungsentscheidungen geführt haben, bestehen aus:

- Einfachheit der Anwendung, um erhebliche Zuverlässigkeit des Systems und seiner Komponenten zu erzielen;
- Maximale Standardisierung der Komponenten, damit diese in Zukunft sowohl bei Veränderungen als auch beim Ersatz bei der Wartung oder wegen Alterung problemlos ausgetauscht werden können;
- Unterteilbarkeit jedes Systemabschnitts, damit ein flexibles, wirtschaftliches und einfach kontrollierbares Management erzielt wird;
- Anpassbarkeit der Anlagen an die Strukturen des Komplexes, vor allem im Hinblick auf die Gewährleistung einer einfachen Zugänglichkeit während der Wartungs- und Kontrollvorgänge;
- Sicherheit der Anlagen hinsichtlich der Benutzer und der Nutzungsbedingungen.

Insbesondere wurden die Anlagen, die dazu bestimmt sind, die Sicherheit der Fahrgäste zu garantieren, so ausgelegt, dass sie bei einzelnen Pannen dennoch maximale Verfügbarkeit in ihrer Funktionalität gewährleisten. Die Wahl der Materialien und deren Einbau erfolgten unter Berücksichtigung ihres grundlegenden Zwecks der Eindämmung des Entstehens, der Ausbreitung und der Auswirkungen von Feuer und Rauch.

Zusammenfassend ist die Endkonfiguration der Bauwerke von Baulos 1 folgendermaßen gekennzeichnet:

- mit Lösch-/Brandschutzanlage ausgestattete Tunnel
- mit Anlagen für die Entsorgung gefährlicher Flüssigkeiten ausgestattete Tunnel
- mit Videoüberwachungsanlagen (TVCC) ausgestattete Tunnel/Portalen
- Verbindungsquerschläge zwischen den Tunnelröhren, die mit Überdruck- und Luftaustauschanlagen, Anlagen zum Schutz vor unbefugtem Zutritt und Zugangskontrolle sowie Brandmeldeanlage ausgestattet sind;
- Fensterstollen, die mit Anlagen zum Schutz vor unbefugtem Zutritt und Zugangskontrolle, Videoüberwachungsanlage, Überdruck-, Luftaustausch- und Rauchabzugsanlagen für die Abgase der Rettungsfahrzeuge ausgerüstet sind;
- Verbindungen zwischen Gleis 2/1 im Tunnel, die mit Systemen zur Unterbrechung der Rauchausbreitung ausgestattet sind;
- Technikräume, die mit Anlagen zum Schutz vor unbefugtem Zutritt und Zugangskontrolle, Videoüberwachungsanlage, Brandmeldeanlage und, wo erforderlich, mit automatischer Inertgas-Löschanlage ausgestattet sind.

## 17.4 IMPIANTI MECCANICI

La progettazione degli impianti meccanici è mirata ad individuare le soluzioni tecniche per mitigare i rischi ai quali si va incontro durante l'evacuazione di un treno in galleria, nell'ipotesi di incidente in generale e/o di sviluppo incendio con sprigionamento di fumi.

Tali dotazioni costituiscono uno dei sottosistemi degli equipaggiamenti di sicurezza a servizio di gallerie, imbocchi, bypass di collegamento trasversale tra le canne, finestre di accesso intermedio, collegamenti pari/dispari in galleria e locali tecnologici, che si concretizza nella realizzazione dei seguenti impianti:

- o idrici-antincendio
- o smaltimento dei liquidi pericolosi.
- o pressurizzazione e ricambio aria
- o controllo fumi in corrispondenza dei collegamenti pari/dispari in galleria
- o antintrusione e controllo accessi
- o TeleVisione a Circuito Chiuso (TVCC)
- o rivelazione incendi
- o spegnimenti automatico a gas

I fattori che hanno guidato le scelte progettuali sono costituiti da:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

In particolare gli impianti destinati a garantire la sicurezza dei passeggeri, sono stati progettati in modo da assicurare, in presenza di singoli guasti, la massima disponibilità nella loro funzionalità. La scelta dei materiali e le modalità della loro posa in opera, pertanto, sono state fatte tenendo presente lo scopo fondamentale di limitare la produzione, la propagazione e gli effetti del fuoco e dei fumi.

Sinteticamente la configurazione finale delle opere costituenti il lotto 1 sarà caratterizzata da :

- Gallerie equipaggiate con impianto idrico-antincendio
- Gallerie equipaggiate con impianti di smaltimento liquidi pericolosi
- Imbocchi alle gallerie equipaggiati con impianto TVCC
- Bypass di collegamento trasversale tra le canne equipaggiati con impianto di pressurizzazione e ricambio aria, impianto antintrusione e controllo accessi e impianto di rivelazione incendi
- Finestre di accesso intermedio equipaggiate con impianto antintrusione e controllo accessi, impianto TVCC, impianto di pressurizzazione e ricambio aria e impianto di espulsione dei fumi prodotti dai veicoli dei mezzi di soccorso
- Collegamenti pari/dispari in galleria equipaggiati con sistema di disconnessione fumi
- Locali tecnologici equipaggiati con impianto antintrusione e controllo accessi, impianto TVCC, impianto di rivelazione incendi e impianto di spegnimento automatico a gas inerte ove necessario.

## 18 ORGANISATION DER BAUSTELLEN

In diesem Projekt wurden die allgemeinen Kriterien des Baustellensystems definiert, indem die mögliche Organisation und etwaige kritische Punkte aufgezeigt werden: Die dargestellte Baustellenoption ist nicht bindend gegenüber etwaigen anderen Lösungen, die im Laufe der Realisierung auf Grundlage der Eigenorganisation des bauausführenden Unternehmens ausgemacht werden mögen.

Die Logistikmöglichkeiten betreffen die Merkmale der Baustellengelände, bei denen versucht werden muss, allgemein bestimmte Anforderungen, wie die ausreichende Größe des Geländes und die Nähe zum geplanten Bauwerk, zu erfüllen. Die Nähe zu großen Verbindungswegen und das Vorhandensein kleinerer Zufahrtsstraßen, um die Notwendigkeit des Baus neuer Straßen weitmöglichst zu umgehen; ausreichende Verfügbarkeit von Wasser und Strom, geringer Umwelt- und Landschaftswert des Geländes, möglichst weite Entfernung von Wohngebieten und empfindlichen Strukturen (Schulen, Krankenhäuser usw.).

Zur Gewährleistung der Umweltkompatibilität der Maßnahmen wurden ferner folgende Faktoren berücksichtigt:

- Nutzungsaufgaben für das Gebiet ( allgemeine Bauregelung, Regelungen für Landschaft, Archäologie, Natur, Hydrogeologie usw.);
- Morphologie (so weit wie möglich, sind Böschungen oder komplizierte Geländegestaltungen zu vermeiden, bei denen erhebliche Abtrags- oder Anhäufungsarbeiten vorgenommen werden müssen);
- Nähe zu Wasserläufen (in diesem Fall sind Schutzmaßnahmen für Gewässer und Flussbett zu treffen);
- Nähe zu Gebieten mit großer Bedeutung für die Umwelt;
- Versorgungsmöglichkeit mit Zuschlagsmaterial und zur Entsorgung des Ausbruchsmaterials.

Diese Faktoren führten dazu, dass bei der Auswahl der Baustellengelände überall ökologisch bereits beeinträchtigte Gebiete, Orte, an denen bleibende Stützstrukturen der Strecke vorgesehen sind, sowie Gebiete, in denen in der örtlichen Raumplanung vorübergehend belegbare Industrie- oder Dienstleistungsgelände bereit standen, bevorzugt ausgewählt worden sind.

Ferner wurden die Bedürfnisse der Bauarbeiten selbst berücksichtigt, damit für jedes Gebiet/jede Funktionseinheit allgemein, die zumeist mit den Fensterportalen der Tunnel übereinstimmen, eine komplette Baustellenorganisation gesichert wird, wobei für jede einzelne eine eigene, von den anderen unabhängige Baustellenorganisation geplant wurde.

Die vorgesehenen Baustellentypen sind folgende:

- **Basisbaustelle als ein Bereich mit Logistikfunktion**, der für die Unterbringung von Facharbeitern und Angestellten, die bei der Realisierung des Bauwerks beschäftigt sind, bestimmt ist;
- **Betriebsbaustelle/Industrieraum als Bereich**, der durch das Vorhandensein der für die Durchführung der Baumaßnahmen erforderlichen Ausrüstung/Anlagen gekennzeichnet ist;
- **Zwischenlager/Depot als ein Gelände**, das für die Zwischenlagerung von Erdreich/Ausbruchmaterial der Arbeitsvorgänge bestimmt ist zum Zwecke der umweltrelevanten Einstufung und Ansammlung bis zur Verbringung an endgültige Zielorte;
- **Enddeponie** als Gelände, das für die endgültige Lagerung von Erdreich/Ausbruchmaterialien bestimmt ist, die nicht im Rahmen des Bauauftrags wiederverwendet werden können (die im vorliegenden Nutzungsplan als Deponie bestimmten Gelände werden bereits leer erworben, d.h. mit dem Gesamtaufnahmevermögen, das für die Einbringung des Ausbruchmaterials erforderlich ist);
- **Technisches Gelände** als Bereich, der als „Unterstützung“ für Betriebsbaustelle/Industrieraum durch eine Art von Ausrüstung und Anlagen bestimmt ist, die nicht direkt an die Aktivitäten gebunden sind, wie z.B. die Zerkleinerungsanlage für die Herstellung von Zuschlag aus den

## 18 ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI

Nel presente progetto sono stati definiti i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando una possibile organizzazione e le eventuali criticità: l'ipotesi di cantierizzazione che è rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che potranno essere individuate nella fase realizzativa sulla base dell'organizzazione propria della ditta esecutrice dei lavori.

Le ipotesi logistiche riguardano le caratteristiche delle aree da destinare ai cantieri, che devono cercare di soddisfare in linea generale a determinati requisiti, quali dimensioni areali sufficientemente vaste e l'adiacenza alle opere da realizzare; la prossimità a vie di comunicazioni importanti e la preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitarne il più possibile l'apertura di nuove; una buona disponibilità idrica ed energetica, lo scarso pregio ambientale e paesaggistico, la lontananza da zone residenziali e da ricettori critici (scuole, ospedali, ecc.);

Inoltre, affinché gli interventi risultino compatibili con l'ambiente, sono stati considerati i seguenti fattori:

- vincoli sull'uso del territorio (P.R.G., Paesistici, Archeologici, naturalistici, idrogeologici, ecc.);
- morfologia (occorrerà evitare, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente articolati in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- prossimità a corsi d'acqua (occorrerà in tali casi adottare misure di protezione delle acque e dell'alveo);
- presenza di aree di rilevante interesse ambientale;
- possibilità di approvvigionamento di inerti e di smaltimento dei materiali di scavo.

Tali indicazioni hanno fatto sì che nella scelta delle aree da destinare ai cantieri si siano privilegiate, ovunque possibile aree già degradate; aree in cui siano previste opere di supporto permanente alla linea; aree in cui siano previste, in ambito di pianificazione locale, zone industriali o per servizi occupabili temporaneamente.

Inoltre si è tenuto conto della necessità propria delle opere previste in questo progetto, di assicurare per ogni area territoriale/funzionale, in genere corrispondente con gli imbocchi delle finestree delle gallerie, una completa organizzazione del cantiere, per ciascuna delle quali è stata ipotizzata una propria organizzazione della cantierizzazione indipendente dalle altre.

Le tipologie di cantieri previste sono le seguenti:

- **Cantiere base**, area con funzione logistica attrezzata per alloggiare le maestranze e gli impiegati che saranno impegnati nella realizzazione delle opere;
- **Cantiere operativo/industriale**, area caratterizzata dalla presenza delle attrezzature/impianti necessari allo svolgimento del lavoro;
- **Area di deposito/stoccaggio temporanea**, area dedicata al deposito delle terre/materiali di risulta delle lavorazioni per le relative caratterizzazioni ambientali e successivo accumulo in attesa di destinazione definitiva;
- **Area di deposito definitiva**, area dedicata al deposito definitivo delle terre/materiali di risulta delle lavorazioni non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto (le aree di deposito definitivo individuate nel presente Piano di Utilizzo saranno acquisite già vuote, ovvero della capacità volumetrica totale necessaria per il conferimento dei materiali di scavo in esubero);
- **Area tecnica**, area dedicata a "fornire supporto" ai cantieri operativi/industriali mediante le attrezzature e gli impianti non strettamente legati all'attività, come ad esempio l'impianto di frantumazione per la realizzazione degli aggregati dal materiale di risulta dagli scavi di galleria, ecc.;
- **Area di cantiere armamento/attrezzaggio tecnologico**, area attrezzata e finalizzata alla realizzazione dell'armamento e dell'impiantistica tecnologica (IS, TLC, etc) in corrispondenza di

Ausbruchsmaterialien der Tunnel, und ähnliche Anlagen;

- **Baustellengelände für Oberbau/technologische Ausrüstung**, als Gelände das für die Realisierung von Oberbau und technologischen Anlagen (Sicherheitsanlagen, Telekommunikation usw.) in Übereinstimmung mit den Eisenbahnanschlüssen (Gleisabschnitte, Linien) sowie für Auf- und Abladen von Oberbau- und technologischem Material für die zukünftige Eisenbahnlinie bestimmt ist.

In nachstehender Tabelle sind sämtliche mit den Projektmaßnahmen zusammenhängenden Baustellenbereiche aufgeführt:

**Tabelle 18.1 - Haupteigenschaften der Baustellenbereiche Baulos 1 - Franzensfeste - Waidbruck**

GEMEINDE	TYP	CODE	OBERFLÄCHE
Franzensfeste	Zwischenlager	A.S.01	1.600 m <sup>2</sup>
Franzensfeste	Betriebsbaustelle	C.O.01A	1.500 m <sup>2</sup>
Franzensfeste	Betriebsbaustelle	C.O.01B	3.900 m <sup>2</sup>
Franzensfeste	Technisches Gelände	A.T.01	2.800 m <sup>2</sup>
Vahrn	Basisbaustelle	C.B.01	20.000 m <sup>2</sup>
Vahrn	Zwischenlager	A.S.02A	28.900 m <sup>2</sup>
Vahrn	Zwischenlager	A.S.02B	49.200 m <sup>2</sup>
Vahrn	Zwischenlager	A.S.02C	21.400 m <sup>2</sup>
Vahrn	Zwischenlager	A.S.02D	10.300 m <sup>2</sup>
Vahrn	Zwischenlager	A.S.02E	35.200 m <sup>2</sup>
Vahrn	Zwischenlager	A.S.02F	54.200 m <sup>2</sup>
Vahrn	Enddeponie	A.S.D.01	161.500 m <sup>2</sup>
Vahrn	Enddeponie	A.S.D.02	43.000 m <sup>2</sup>
Vahrn	Enddeponie	A.S.D.03	66.300 m <sup>2</sup>
Vahrn	Enddeponie	A.S.D.04	36.600 m <sup>2</sup>
Vahrn	Betriebsbaustelle	C.O.02A	4.800 m <sup>2</sup>
Vahrn	Betriebsbaustelle	C.O.02B	6.000 m <sup>2</sup>
Vahrn	Technisches Gelände	A.T.02A	4.000 m <sup>2</sup>
Vahrn	Technisches Gelände	A.T.02B	15.000 m <sup>2</sup>
Vahrn	Technisches Gelände	A.T.02C	16.100 m <sup>2</sup>
Brixen	Baustelle Oberbau	A.T.ARM.01	11.400 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Basisbaustelle	C.B.02	10.000 m <sup>2</sup>
Brixen	Zwischenlager	A.S.03	12.200 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Betriebsbaustelle	C.O.03	7.200 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Technisches Gelände	A.T.03	1.500 m <sup>2</sup>
Klausen	Basisbaustelle	C.B.03	9.700 m <sup>2</sup>
Villnöß	Zwischenlager	A.S.04	2.000 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Betriebsbaustelle	C.O.04A	3.500 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Betriebsbaustelle	C.O.04B	2.900 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Betriebsbaustelle	C.O.04C	4.500 m <sup>2</sup>
Feldthurns	Technisches Gelände	A.T.04A	3.700 m <sup>2</sup>
Villnöß	Technisches Gelände	A.T.04B	650 m <sup>2</sup>
Villnöß	Technisches Gelände	A.T.04C	1.400 m <sup>2</sup>
Villnöß	Technisches Gelände	A.T.04D	3.000 m <sup>2</sup>
Lajen	Basisbaustelle	C.B.04	13.700 m <sup>2</sup>
Lajen	Zwischenlager	A.S.05	3.600 m <sup>2</sup>
Lajen	Betriebsbaustelle	C.O.05	5.300 m <sup>2</sup>
Lajen	Basisbaustelle	C.B.05	2.150 m <sup>2</sup>
Lajen	Zwischenlager	A.S.06A	9.100 m <sup>2</sup>
Lajen	Zwischenlager	A.S.06B	1.750 m <sup>2</sup>
Lajen	Betriebsbaustelle	C.O.06A	10.400 m <sup>2</sup>
Lajen	Betriebsbaustelle	C.O.06B	2.500 m <sup>2</sup>
Lajen	Betriebsbaustelle	C.O.06C	3.060 m <sup>2</sup>
Lajen	Technisches Gelände	A.T.06A	2.900 m <sup>2</sup>
Lajen	Technisches Gelände	A.T.06B	1.680 m <sup>2</sup>
Blumau Tiers	Baustelle Oberbau	A.T.ARM.02	2.400 m <sup>2</sup>

collegamenti ferroviari (tronchini, linee) per il carico e scarico del materiale di armamento e tecnologico da porre sulla futura linea ferroviaria.

Nella tabella seguente sono riepilogate tutte le aree di cantiere funzionali agli interventi in progetto:

**Tabella 18.1– principali aree di cantiere Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena**

COMUNE	TIPOLOGIA	CODICE	SUPERFICIE
Fortezza	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.01	1.600 mq
Fortezza	Cantiere Operativo	C.O.01A	1.500 mq
Fortezza	Cantiere Operativo	C.O.01B	3.900 mq
Fortezza	Area Tecnica	A.T.01	2.800 mq
Varna	Cantiere base	C.B.01	20.000 mq
Varna	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.02A	28.900 mq
Varna	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.02B	49.200 mq
Varna	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.02C	21.400 mq
Varna	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.02D	10.300 mq
Varna	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.02E	35.200 mq
Varna	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.02F	54.200 mq
Varna	Area di Stoccaggio Defin.	A.S.D.01	161.500 mq
Varna	Area di Stoccaggio Defin.	A.S.D.02	43.000 mq
Varna	Area di Stoccaggio Defin.	A.S.D.03	66.300 mq
Varna	Area di Stoccaggio Defin.	A.S.D.04	36.600 mq
Varna	Cantiere Operativo	C.O.02A	4.800 mq
Varna	Cantiere Operativo	C.O.02B	6.000 mq
Varna	Area Tecnica	A.T.02A	4.000 mq
Varna	Area Tecnica	A.T.02B	15.000 mq
Varna	Area Tecnica	A.T.02C	16.100 mq
Bressanone	Cantiere Armamento	A.T.ARM.01	11.400 mq
Velturmo	Cantiere base	C.B.02	10.000 mq
Bressanone	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.03	12.200 mq
Velturmo	Cantiere Operativo	C.O.03	7.200 mq
Velturmo	Area Tecnica	A.T.03	1.500 mq
Chiusa	Cantiere base	C.B.03	9.700 mq
Funes	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.04	2.000 mq
Velturmo	Cantiere Operativo	C.O.04A	3.500 mq
Velturmo	Cantiere Operativo	C.O.04B	2.900 mq
Velturmo	Cantiere Operativo	C.O.04C	4.500 mq
Velturmo	Area Tecnica	A.T.04A	3.700 mq
Funes	Area Tecnica	A.T.04B	650 mq
Funes	Area Tecnica	A.T.04C	1.400 mq
Funes	Area Tecnica	A.T.04D	3.000 mq
Laion	Cantiere base	C.B.04	13.700 mq
Laion	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.05	3.600 mq
Laion	Cantiere Operativo	C.O.05	5.300 mq
Laion	Cantiere base	C.B.05	2.150 mq
Laion	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.06A	9.100 mq
Laion	Area di Stoccaggio Temp.	A.S.06B	1.750 mq
Laion	Cantiere Operativo	C.O.06A	10.400 mq
Laion	Cantiere Operativo	C.O.06B	2.500 mq
Laion	Cantiere Operativo	C.O.06C	3.060 mq
Laion	Area Tecnica	A.T.06A	2.900 mq
Laion	Area Tecnica	A.T.06B	1.680 mq
Prato Tires	Cantiere Armamento	A.T.ARM.02	2.400 mq

### VERKEHRSWEGE

Ein bedeutender Aspekt des Baustellenplans besteht in der Studie der Verkehrswege, die von den Baufahrzeugen benutzt werden. Diese bestehen aus Baustellenpisten, die speziell für die Zufahrt oder den Verkehr zwischen Arbeitsbereichen und dem vorhandenen Straßennetz angelegt werden. Es wird geplant, das vorhandene Straßennetz für die Versorgung mit Baumaterial und den Abtransport des Ausbruchsmaterials direkt zu den Entsorgungszentren zu verwenden.

Die Wahl der Straßen, die zur Material-, Fahrzeug- und Personenbeförderung verwendet werden, erfolgte auf Grundlage folgender Kriterien:

- Minimierung der Länge von Fahrstrecken durch Wohngebiete oder auf kritischen Verkehrswegen (Engpässe, Ampeln, Bahnüberfahrten usw.);
- Auswahl der Straßen mit dem größten Aufnahmevermögen;
- Auswahl der raschesten Verbindungswege zwischen Baustelle/Bearbeitungsgebiet und Langstreckenstraßen.

Die primär für den Materialtransport bestimmten Verkehrswege sind die Brennerautobahn A22 und die Brennerstaatsstraße SS 12.

### VIABILITÀ

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione consiste nello studio della viabilità che sarà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione nelle aree di lavoro e dalla rete stradale esistente. Si prevede di utilizzare la rete stradale esistente per l'approvvigionamento dei materiali da costruzione ed il trasporto dei materiali scavati, diretti ai centri di smaltimento.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi in aree residenziali o lungo viabilità con elementi di criticità (strettezze, semafori, passaggi a livello, ecc.);
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra il cantiere/area di lavoro e la viabilità a lunga percorrenza.

Le viabilità primarie identificate per il trasporto dei materiali sono costituite dall'autostrada A22 "del Brennero" e dalla Strada Statale n.12 dell'Abetone e del Brennero.



## 19 UMWELTPLANUNG

Die Planung der Maßnahme wurde gemäß dem grundlegenden Prinzip des Umweltschutzes und unter Berücksichtigung der betroffenen Gebiets- und Umweltaspekte ausgearbeitet.

Die Planungstätigkeiten für Umwelt und Archäologie sehen eine Anfangsphase vor, in der die mit der Bauplanung und der Baustelleneinrichtung verbundenen Umweltaspekte herausgearbeitet werden, sowie anschließend die Bewertung von deren Bedeutung.

Die formelle Gestaltung von Arbeit, Methoden der Baustelleneinrichtung in der betroffenen Umwelt- und Sozialumgebung, die Art der Bewertung von Störwirkungen an vorhandenen Bauwerken sowie die Kontrollmaßnahmen für Risiken und Auswirkungen entsprechen der geltenden Umweltschutzgesetzgebung.

### 19.1 UMWELTPROJEKT DER BAUSTELLENEINRICHTUNG

Die Analyse der Umweltaspekte, die mit der Bauphase verbunden sind, wird im Rahmen des Umweltprojekts der Baustelleneinrichtung vorgenommen. Dieses enthält eine Bewertung der Bedeutung der Umweltaspekte und die entsprechende Bemessung der während der Ausführungsphase zu treffenden Minderungsmaßnahmen.

In den stärker urbanisierten Gebieten wurden der Standort für die Baustellengelände, die Störwirkung der dortigen Arbeiten auf den lokalen Verkehrsfluss, die etwaige Präsenz empfindlicher Rezeptoren sowie die Eingliederung von Baustelleneinrichtung und vorübergehenden Minderungsmaßnahmen in Umwelt und Landschaft untersucht.

Die Analyse der Auswirkungen auf die Umweltkomponenten wurde in Abhängigkeit vom Standort des Baustellengeländes, von den dort durchgeführten Verarbeitungen, der Art von beteiligten Maschinen und der Mengen von beförderten Materialien vorgenommen.

Insbesondere wurden folgende Umweltaspekte untersucht:

- Rohstoffe;
- Oberflächengewässer und Grundwasser;
- Luftverschmutzung;
- Abfälle und Ausbruchsmaterial;
- Boden und Untergrund;
- Lärm;
- Vibrationen;
- gefährliche Stoffe;
- Vegetation, Flora, Fauna, Ökosysteme und Schutzgebiete.

Für einige Komponenten wurden detaillierte Zahlensimulationen durchgeführt, welche die Definition von erwartbaren Belastungsniveaus für bestimmte Rezeptoren in der Nähe der Baustellen, der Vortriebsfronten und der betroffenen Verkehrswege gestatten. Zum Abschluss der Analysen wurden für die betroffenen Umweltkomponenten die Minderungsmaßnahmen und/oder Auflagen definiert, welche zur Einhaltung der geltenden Grenzwerte während der Baudurchführung dienen.

## 19 PROGETTAZIONE AMBIENTALE

La progettazione dell'intervento è stata elaborata secondo il principio fondamentale di tutela dell'ambiente e nel rispetto degli ambiti territoriali ed ambientali interferiti.

Le attività di progettazione ambientale e archeologica prevedono una fase iniziale in cui si procede all'individuazione degli aspetti ambientali legati alla progettazione dell'opera e della sua cantierizzazione ed alla successiva valutazione della relativa significatività.

L'articolazione formale del lavoro, le metodologie di caratterizzazione del contesto ambientale e sociale interessato, le modalità di valutazione delle interferenze con le opere esistenti e delle misure di controllo dei rischi e degli impatti, sono rispondenti alle norme vigenti in materia ambientale.

### 19.1 PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

L'analisi degli aspetti ambientali connessi alla fase costruttiva delle opere è affrontata nell'ambito del Progetto Ambientale della Cantierizzazione il quale contiene la valutazione della significatività degli stessi e il conseguente dimensionamento degli interventi di mitigazione da adottare in fase di realizzazione.

Nelle zone maggiormente urbanizzate è stata studiata l'ubicazione delle aree di cantiere, l'interferenza delle lavorazioni con i flussi di traffico locali, l'eventuale presenza di ricettori sensibili e l'inserimento ambientale e paesaggistico della cantierizzazione e delle opere di mitigazione temporanee.

L'analisi degli impatti sulle componenti ambientali è stata condotta in funzione dell'ubicazione delle aree di cantiere, delle lavorazioni condotte al loro interno, delle tipologie di macchinari coinvolti e dei quantitativi di materiali movimentati per la realizzazione delle opere.

In particolare, sono state analizzati i seguenti aspetti ambientali:

- materie prime;
- acque superficiali e sotterranee;
- emissioni in atmosfera;
- rifiuti e materiali di risulta;
- suolo e sottosuolo;
- rumore;
- vibrazioni;
- sostanze pericolose;
- vegetazione, flora, fauna, ecosistemi e aree protette.

Per alcune componenti sono state prodotte delle simulazioni numeriche di dettaglio che consentono di definire i livelli attesi ai ricettori, in corrispondenza dei cantieri, dei fronti avanzamento lavori e della viabilità afferente. A conclusione dell'analisi sono stati definiti, per le componenti ambientali impattanti, gli interventi di mitigazione e/o prescrizioni operative finalizzate a garantire il rispetto dei limiti/soglie di riferimento durante l'avanzamento dei lavori.

## 19.2 MANAGEMENT DES AUSBRUCHSMATERIALS

Die Umweltplanung umfasst eine spezifische Studie zur Ausarbeitung der Methode für den Umgang mit dem Ausbruchsmaterial.

Die zur Realisierung von Baulos 1 Franzensfeste – Waidbruck erforderlichen Maßnahmen sind durch folgende Ströme von Ausbruchsmaterial gekennzeichnet (die unten aufgeführten Mengen gelten als bereits wieder für die Endverwendung verdichtetes Materialvolumen):

Ausbruchsmaterial zur Wiederverwendung im Rahmen des Auftrags: diese werden in Erwartung der Wiederverwendung von den Förderstätten zu den Zwischenlagern transportiert und am Ende über die internen Baustellenwege oder die öffentlichen Verkehrswege zu den Einsatzorten/Bauteilen in der Baustelle befördert. Dieses Material wird gemäß Ministerialdekret 161/2012 gehandhabt und weist eine Menge von 1.331.962 m<sup>3</sup> auf, unterteilt in:

- 763.750 m<sup>3</sup> Material der Klasse A aus den unterirdischen Ausbruchsarbeiten, zur Wiederverwendung als Zuschlag für die Betonproduktion für den beim Tunnelbau anfallenden Bedarf;
- 568.212 m<sup>3</sup> Material der Klasse C aus den Aushubmaßnahmen im Freien, die zum Verfüllen/ Verschütten für den Bedarf bei der Realisierung von Bauteilen verwendet werden;

Ausbruchsmaterial zur Wiederverwendung im Rahmen des Auftrags in seinem natürlichen Zustand: an derselben Stelle, an der es gefördert wurde, ohne Einsatz von externen Verkehrswegen für den Transport (z.B. Humusschicht): Diese betragen ca. 2.000 m<sup>3</sup> und werden gemäß Art. 185 von Gesetzesverordnung 152/06 i.d.g.F. gehandhabt.

Ausbruchsmaterial aus Produktionsstätten zu den Zwischenlagerstätten in Erwartung der Wiederverwendung und am Ende Beförderung zur Enddeponie im Riggertal A.S.D.01 „Forch“, A.S.D.02 „A-Vorderrigger“, A.S.D.03 „B-Plakner“ und A.S.D.04 „C-Plattner“): Diese Materialien werden gemäß Ministerialdekret 161/2012 gehandhabt und betragen 5.316.000 m<sup>3</sup>, folgendermaßen unterteilt:

- 244.926 m<sup>3</sup> Material Klasse B aus den unterirdischen Ausbruchsarbeiten;
- 4.758.000 m<sup>3</sup> Material Klasse C aus den unterirdischen Ausbruchsarbeiten;
- 313.074 m<sup>3</sup> Material Klasse C aus den Aushubarbeiten im Freien.

Überschüssiges Aushubmaterial, das von den Produktionsstätten zu den Zwischenlagerstätten im Riggertal befördert wird (A.S.02A, A.S.02B, A.S.02C, A.S.02D, A.S.02E, A.S.02F bei Aicha), in Erwartung der Endverwendung durch die Autonome Provinz Bozen: Diese Materialien werden gemäß Ministerialdekret 161/2012 gehandhabt und betragen 1.205.074 m<sup>3</sup> an Material der Klasse B aus unterirdischen Ausbruchsmaßnahmen; hinsichtlich des Aufnahmevermögens o.a. Zwischenlager von 965.000 m<sup>3</sup> und in Bezugnahme auf die Gesteinsarten des Materials wird geplant, im Laufe der Baudurchführung einen Anteil von 240-300.000 m<sup>3</sup> des Materials Klasse B aus dem unterirdischen Ausbruch für den lokalen Markt zu bestimmen.

Überschüssiges, weder im Rahmen der Verarbeitungen noch als Unterprodukte wiederverwendbares Ausbruchsmaterial gemäß Ministerialdekret 161/2012, daher als Abfall behandelt: Dieses umfasst 70.000 m<sup>3</sup> und wird gemäß Teil IV der Gesetzesverordnung 152/06 i.d.g.F. gehandhabt, indem es an eine geeignete Recycling- oder Entsorgungsanlage überführt wird.

## 19.2 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

Nella progettazione ambientale è incluso uno studio specifico volto all'individuazione delle modalità di gestione dei materiali di risulta delle opere in progetto.

Gli interventi necessari alla realizzazione del Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena” saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiali di risulta delle lavorazioni (i quantitativi sotto riportati si intendono come volumi di materiale già ricompattato in relazione all'utilizzo finale):

materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo ed infine conferiti ai siti di utilizzo/parti d'opera interne al cantiere mediante l'impiego di viabilità interna o viabilità pubblica; tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.M. 161/2012 ed ammontano a 1.331.962 m<sup>3</sup> così suddivisi:

- 763.750 m<sup>3</sup> di materiali di classe A provenienti dalle opere in sotterraneo che saranno riutilizzati come inerti per la produzione di calcestruzzi per sopperire ai fabbisogni necessari alla realizzazione delle gallerie;
- 568.212 m<sup>3</sup> di materiali di classe C provenienti dalle opere all'aperto che saranno riutilizzati per riinterri/riempimenti per sopperire ai fabbisogni necessari alla realizzazione delle opere civili;

materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, allo stato naturale, nello stesso sito in cui sono stati prodotti e senza l'impiego di viabilità esterna al cantiere per il trasporto (es. terreno vegetale); tali materiali ammontano a circa 2.000 m<sup>3</sup> e saranno gestiti ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;

materiali da scavo trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo ed infine conferiti ai siti di deposito definitivo ubicati in Val Riga (A.S.D.01 “Forch”, A.S.D.02 “A-Vorderrigger”, A.S.D.03 “B-Plakner” e A.S.D.04 “C-Plattner”); tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.M. 161/2012 ed ammontano a 5.316.000 m<sup>3</sup> così suddivisi:

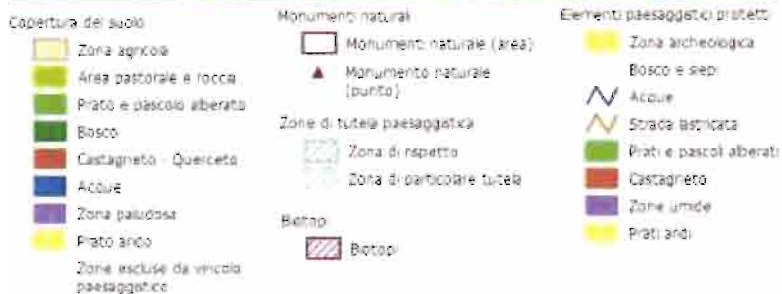
- 244.926 m<sup>3</sup> di materiali di classe B provenienti dalle opere in sotterraneo;
- 4.758.000 m<sup>3</sup> di materiali di classe C provenienti dalle opere in sotterraneo;
- 313.074 m<sup>3</sup> di materiali di classe C provenienti dalle opere all'aperto;

materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo ubicati in Val Riga (A.S.02A, A.S.02B, A.S.02C, A.S.02D, A.S.02E, A.S.02F presso Aica) in attesa di utilizzo finale da parte della Provincia Autonoma di Bolzano: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.M. 161/2012 ed ammontano a 1.205.074 m<sup>3</sup> di materiali di classe B provenienti dalle opere in sotterraneo; in riferimento alla capacità dei suddetti siti di deposito temporaneo, pari a 965.000 m<sup>3</sup>, ed in riferimento alle caratteristiche geolitologiche dei materiali si prevede di destinare al mercato locale, nel corso di realizzazione delle opere in progetto, un quantitativo di materiali dell'ordine dei 240-300.000 m<sup>3</sup> di materiali di classe B provenienti dalle opere in sotterraneo;

materiali di risulta in esubero non riutilizzabili nell'ambito delle lavorazioni né come sottoprodotti ai sensi del D.M. 161/2012 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a circa 70.000 m<sup>3</sup> e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con conferimento ad idoneo impianto di recupero o smaltimento finale.

### 19.3 BEGRÜNUNGSMASSNAHMEN

Die Landschafts- und Naturaspekte, welche derzeit das von den geplanten Baumaßnahmen betroffene Gebiet kennzeichnen, wurden analysiert und im Innern des eigens erstellten Landschaftsberichts ausgewertet. Die Gebietsanalyse, die entlang der gesamten Strecke durchgeführt worden ist, hat die Auffindung und Aufzeichnung der landschaftlichen Auflagen ermöglicht, welche in dem von den geplanten Bauarbeiten betroffenen Gebiet gelten.



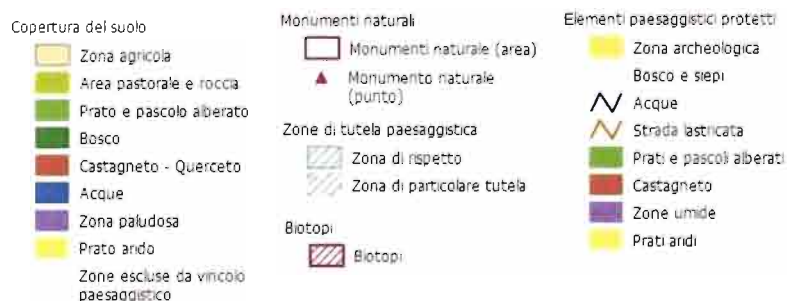
**Abbildung 19.1 – Auszug aus dem Landschaftsplan der Gemeinde Vahrn mit Einzeichnung der Baustellen und Deponien. Quelle: Geobrowser Provinz Bozen**

Der im Landschaftsbericht sorgfältig erfasste Zustand vor Baubeginn war der Ausgangspunkt für die Bewertung der landschaftlichen Eingliederung der geplanten Baumaßnahmen, die anhand einer gründlichen Landschaftsanalyse erfolgte, welche sich auf eine in folgende Phasen unterteilte Methodik stützte:



### 19.3 OPERE A VERDE

Gli aspetti paesaggistici e naturalistici che caratterizzano attualmente il territorio interessato dall'intervento in progetto sono stati analizzati e valutati all'interno dello studio paesaggistico. L'analisi territoriale condotta lungo tutta la linea ha consentito l'individuazione e la mappatura dei vincoli paesaggistici che gravano nell'area vasta interessata dal sistema di opere in progetto.



**Figura 19.1 - Stralcio del Piano Paesaggistico del comune di Varna, con l'individuazione delle aree di cantiere e siti di deposito definitivi. Fonte: Geobrowser Provincia di Bolzano**

Lo stato ante operam, accuratamente descritto nella relazione paesaggistica, è stato il punto di partenza per valutare l'inserimento paesaggistico delle opere previste dal progetto in esame, attraverso un'approfondita analisi paesaggistica, basata su un approccio metodologico ripartito nelle fasi seguenti:

- Kohärenz und Konformität des geplanten Eingriffs mit den Auflagen der geltenden Landschaftspläne der Gemeinden;
- Erfassung und Zusammenführung von aus anderen Themenbereichen stammenden Elementen, welche strukturierend auf die Landschaft wirken (Geologie und Geomorphologie, naturalistische Notstände, Kultur- und Archäologiegüter;
- Kontrollen vor Ort mit bodengestützten Fotoaufnahmen (vgl. fotografisches Dossier) und Herausarbeitung der Wahrnehmung und der visuellen Merkmale der Landschaft sowie der Schlüsselaussichten, die für die fotografische Eingliederung zu Kontrollzwecken verwendet werden können;
- Vergleich der Empfindlichkeit der Landschaft mit vorhandenen Belastungsfaktoren, und Herausarbeitung der Auswirkungen struktureller, visueller und perzeptiver Art .

Diese Analyse diente dort, wo die Auswirkungen auf die Landschaft am bedeutendsten waren, zur Herausarbeitung der geeignetsten Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen.

Die Studie der Landschaftssensibilität stützt sich auf die E nukleation von Landschaftsumgebungen mit gleichmäßigen Merkmalen (Landschaftseinheit). Die Eigenschaften der so aufgezeichneten Landschaftseinheiten werden durch verschiedene Strukturelemente des Gebiets bestimmt (z. B. Anhöhen, Gewässer, Bewuchs, Formen der Deckung/Mosaik verschiedener Bodennutzungsarten, Gebäude und Infrastrukturen), die in variablen Mengen und Formen vorhanden sind. Die Bewertung der Empfindlichkeit einer Landschaft hat sich auf folgende Kriterien gestützt:

- Vielfältigkeit der Formen und Verwendungen;
- Auswirkungen auf Gebiet und Aussicht;
- Einzigartigkeit und Natürlichkeit;
- Landschaftsschutznormen.

Die durchgeführten Untersuchungen haben auch eine genaue naturalistische Charakterisierung der Baustellengelände und Deponiestandorte im Hinblick auf Flora und Fauna ermöglicht.

Die geplanten Maßnahmen zur Umweltsanierung und Renaturierung sehen den Einsatz einheimischer Pflanzenarten vor. Die Wahl der Baum- und Buscharten erfolgte auf Grundlage von Ortsbegehungen und Information über die im Gebiet der Autonomen Provinz Bozen einheimischen Waldtypen.

Bezüglich der Morphologie der Enddeponien im Riggertal wird die künstliche Formgebung der Deponien, welche auf die Notwendigkeit zurückreicht, die Stabilität der Hänge zu gewährleisten, durch die geplanten Renaturierungsmaßnahmen gemildert werden. In einigen Fällen (z.B. Lager Plaikner und Plattner) war zur Gewährleistung der Hangstabilität und einwandfreien Regenwasserableitung die Einplanung leichter Gefälle an der Hügelspitze der Deponien erforderlich. Diese Form verhindert die Rückführung zu einer ausschließlich landwirtschaftlichen Nutzung der Gelände. Dank einer sorgfältigen Auswahl der Bepflanzung entsteht jedoch die Möglichkeit, die Flächen mit Baum- und Buschbestand zu vergrößern und die Sanierungsmaßnahme in die Naturlandschaft der Umgebung einzugliedern, wodurch in einigen Fällen ein Kontinuum der Waldfläche wiederhergestellt wird, das einer Sanierung vorhandener Lebensräume und den ökologischen Verbindungsflächen zuträglich ist.

Nachstehend werden die wichtigsten Maßnahmen kurz zusammengefasst:

- coerenza e conformità dell'intervento proposto con le prescrizioni contenute nei piani paesaggistici comunali vigenti;
- lettura ed aggregazione degli elementi derivati da altri tematismi e costituenti elementi strutturanti il paesaggio (geologia e geomorfologia, emergenze naturalistiche, beni culturali ed archeologici);
- verifiche sul campo con riprese fotografiche da terra ed individuazione della percezione e caratteristiche visuali del paesaggio e delle viste chiave da usare per i fotoinserti di verifica;
- incrocio delle sensibilità del paesaggio con i fattori di impatto e individuazione degli impatti di tipo strutturale e visuale/percettivo;

Tale analisi è stata funzionale all'individuazione dei più opportuni interventi di mitigazione e compensazione laddove l'impatto sul paesaggio è risultato maggiormente significativo.

Lo studio sulla sensibilità del paesaggio si è basato sull'enucleazione di ambiti paesaggistici aventi caratteristiche uniformi (unità di paesaggio). Le caratteristiche delle unità di paesaggio così delineate sono determinate dai diversi elementi strutturali del territorio (es: rilievi, acque, vegetazione, forme di copertura/mosaico dei diversi usi del suolo, costruzioni e infrastrutture) presenti in quantità e forme variabili. La valutazione della sensibilità di un paesaggio si è basata pertanto sui seguenti criteri:

- molteplicità delle forme e degli impieghi;
- effetti sul territorio e sulla visuale;
- unicità e naturalità;
- normativa sulla tutela del paesaggio.

Le analisi svolte hanno permesso anche una puntuale caratterizzazione dal punto di vista naturalistico delle aree di cantiere e dei siti di deposito, sia sotto l'aspetto faunistico che vegetazionale.

Gli interventi di ripristino ambientale e rinaturazione proposti prevedono l'impiego di specie vegetali autoctone; la scelta delle specie arboree ed arbustive è stata condotta sulla base di quanto osservato nel corso dei sopralluoghi svolti e in funzione delle informazioni relative alle tipologie forestali presenti nel territorio della Provincia Autonoma di Bolzano.

Per quanto riguarda la morfologia finale dei depositi definitivi in Val Riga, la conformazione artificiale dei depositi, legata alla necessità di garantire la stabilità dei versanti, sarà mitigata mediante gli interventi di rinaturalizzazione previsti a progetto. In alcuni casi (cfr. depositi Plaikner e Plattner), per garantire la stabilità dei versanti e per permettere il corretto deflusso delle acque meteoriche, è stato necessario prevedere delle leggere pendenze in corrispondenza della sommità dei depositi. Tale conformazione impedisce il ripristino all'uso agricolo esclusivo delle aree ma, grazie ad un'oculata scelta delle specie da impiantare, permette di aumentare la superficie arboreo-arbustiva, integrando l'intervento di ripristino nel contesto naturale circostante e ricreando, in taluni casi, un continuum della superficie boscata favorevole al ripristino degli habitat presenti e della connettività ecologica.

Di seguito si sintetizzano i principali interventi:



### UMGEBUNG FRANZENSFESTE

Die Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen der Bauarbeiten in der Umgebung von Franzensfeste richten sich vor allem an den Prinzipien „Eingliederung“ und „Verhüllung“ aus.

Am orographisch rechten Talhang wurden die geschädigten Waldflächen durch die Einpflanzung verschiedener Arten saniert, bei denen buschartige Elemente, wie Kornelkirsche (*Cornus mas*) und Steinweichsel (*Prunus mahaleb*), vorherrschen. Die Pflanzung von Kieferarten ist wegen der starken Gefälle an der Endkonfiguration des Abhangs auf einen Baumstreifen oberhalb des Eingangs (Gleis 2) des bergmännisch vorgetriebenen Tunnels und auf die Setzung weniger Exemplare in der Nähe des Eingangs von Gleis 1 beschränkt.

Diese Maßnahmen zielen darauf, die Sichtbarkeit der Bauwerke von den Siedlungsgebieten und der Franzensfeste aus zu beschränken.

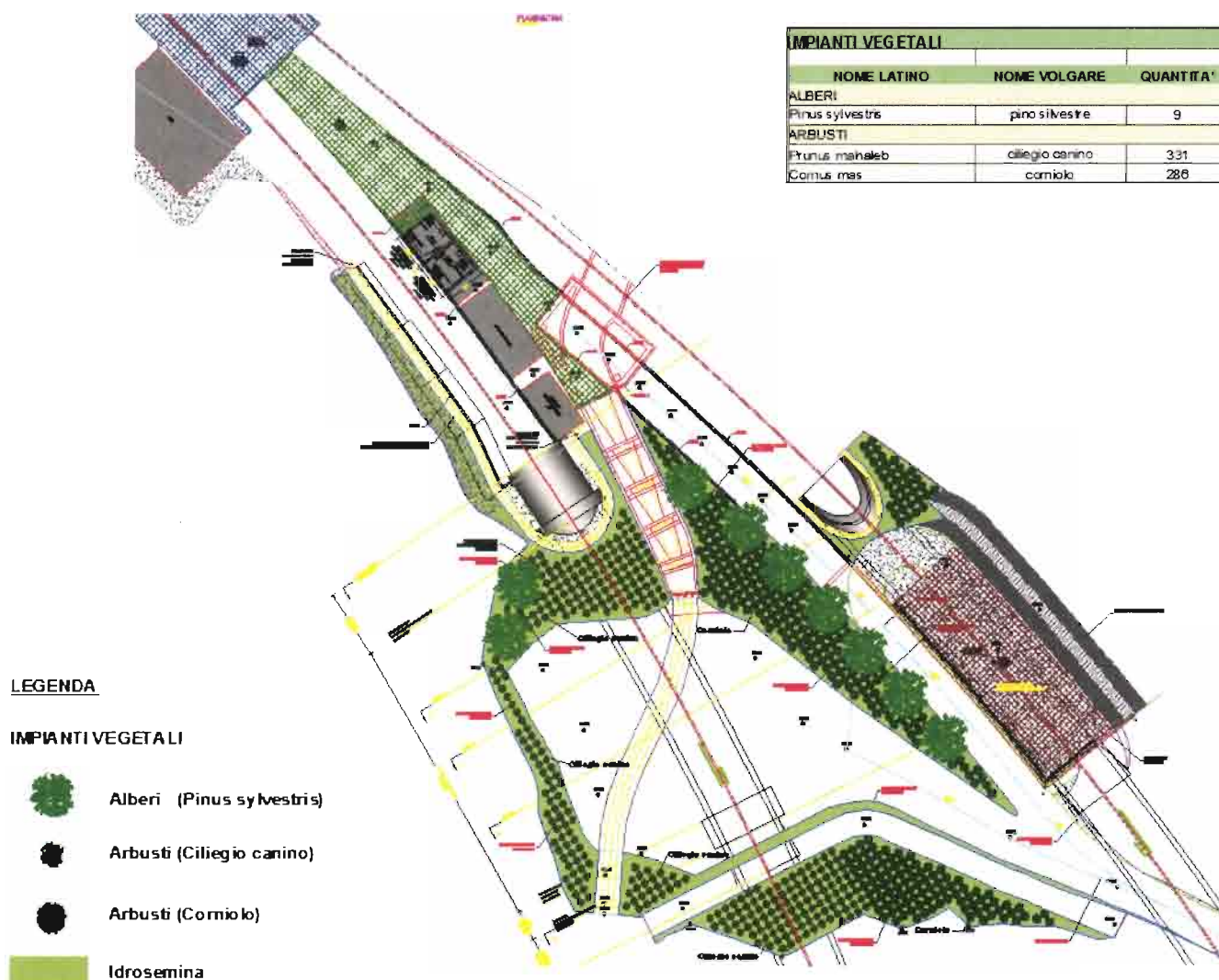


Abbildung 19.2– Begrünungsmaßnahmen an den Tunnelportalen der Verknüpfungstunnel bei Franzensfeste

### AMBITO FORTEZZA

Le misure di mitigazione degli effetti dei lavori nell'area di Fortezza si sono orientati ai principi di conformazione dell'“integrazione” e del “mascheramento”.

Sul versante in destra orografica della valle le aree boschive danneggiate, sono state ripristinate, attraverso la piantumazione di specie in cui predominano elementi arbustivi con Corniolo (*Cornus mas*) e Ciliegio canino (*Prunus mahaleb*); la piantumazione di specie arboree a pino silvestre, a causa delle elevate pendenze risultanti dalla configurazione finale del versante, è limitata ad una fascia alberata a monte dell'imbocco della galleria artificiale (binario pari) e all'inserimento di pochi esemplari in prossimità dell'imbocco del binario dispari.

Questi interventi mirano a limitare la visibilità delle opere dall'insediamento urbano e dalla Fortezza.

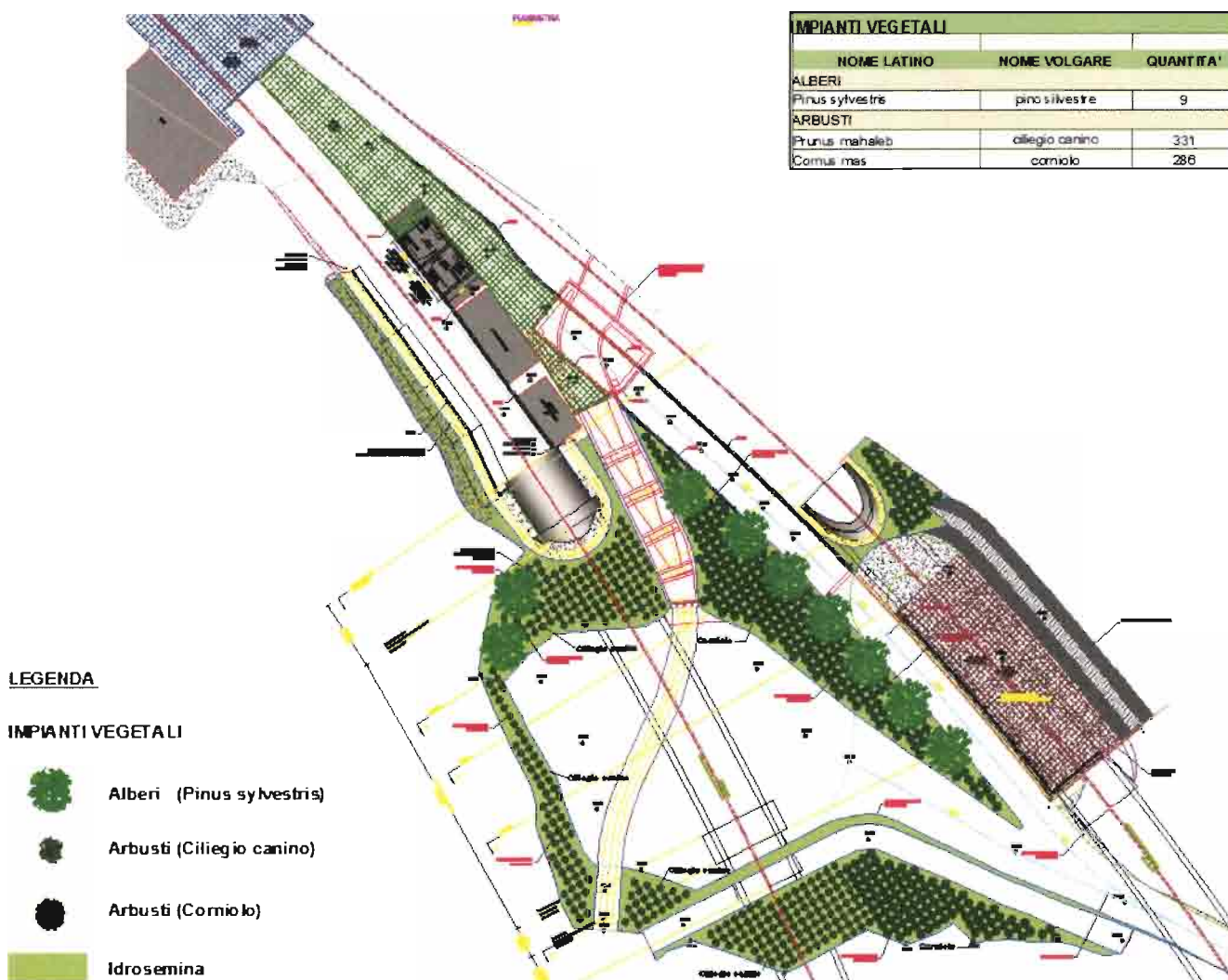


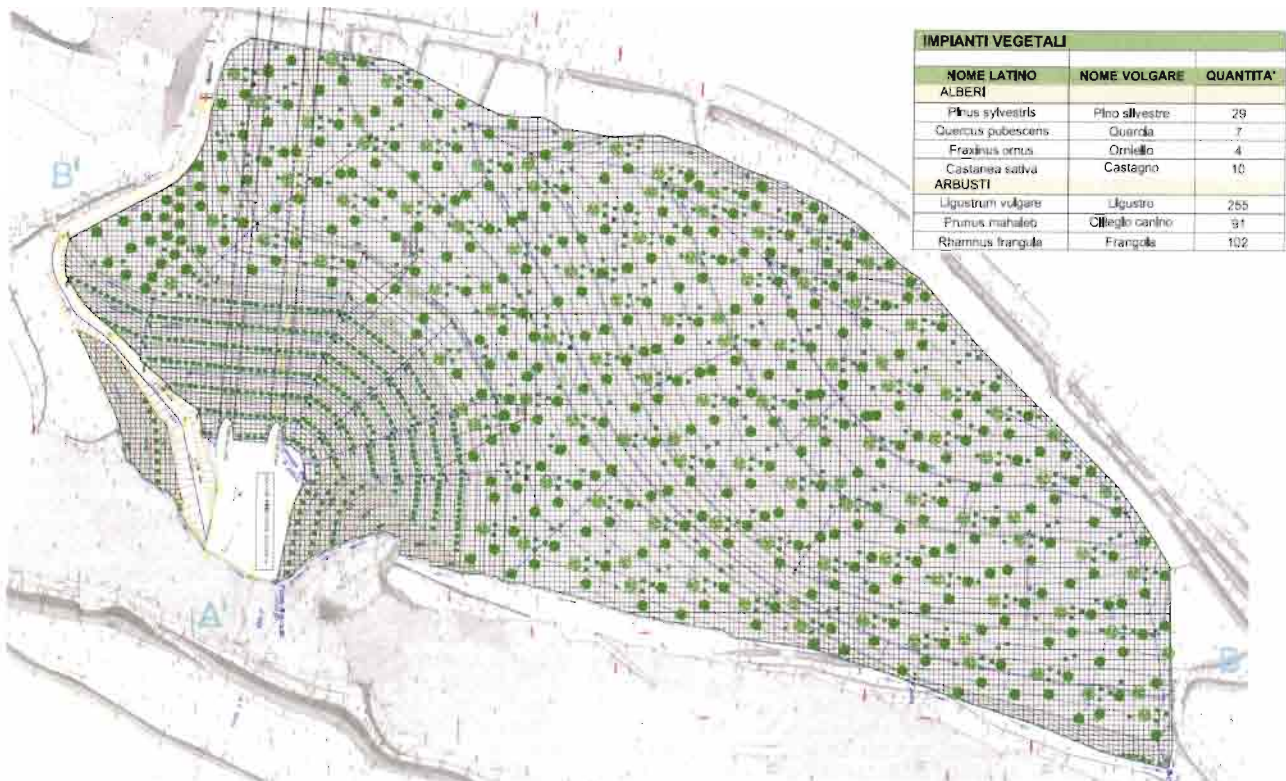
Figura 19.2 - Opere a verde in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie di interconnessione presso Fortezza



### UMGEBUNG RIGGERTAL

Im Falle der Enddeponien werden die vorgesehenen Minderungsmaßnahmen dazu geeignet sein, für die permanente Wiedereingliederung der Deponiegelände in die umgebende Landschaft zu sorgen. Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der Besonderheit des Bauwerks die getroffenen Minderungsmaßnahmen praktisch mit der Endkonfiguration des Projekts übereinstimmen. Daher ist es nicht möglich, die Phase nach Bauende von der Phase nach der Minderungsmaßnahme zu unterscheiden.

In Übereinstimmung mit den Landschaftsschutznormen bestand das Ziel der Renaturierungseingriffe darin, wo möglich, die vorhandenen, landschaftstypischen Terrassierungen zu bewahren, die Anforderungen der traditionellen Landwirtschaft zu berücksichtigen und die ökologischen Verbindungswege zwischen vorhandenen Naturgebieten zu bewahren (Uferstreifen und Waldgebiete). Entlang des Eisack und an den Steilhängen wurden Auwälder erhalten, bzw. saniert und ergänzt.

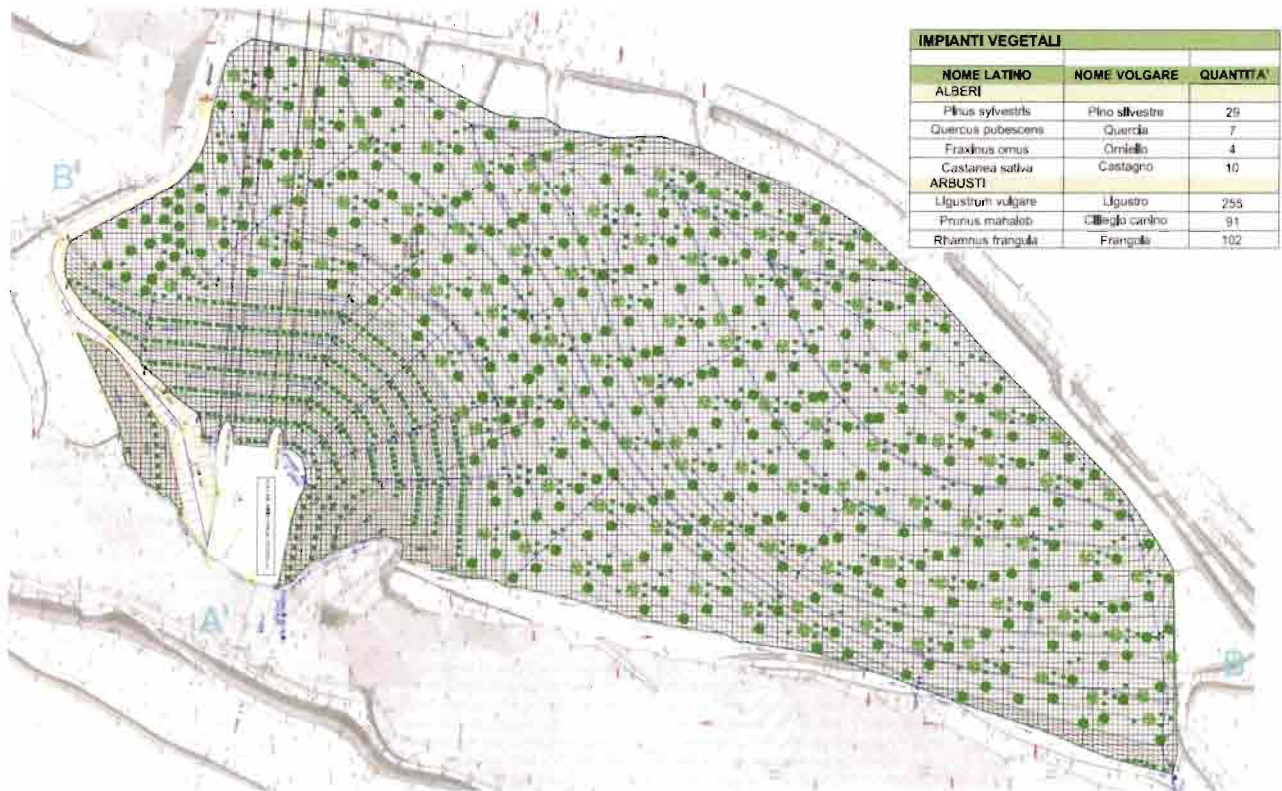


**Abbildung 19.3 – Lageplan der Begrünungsmaßnahmen an der Enddeponie Forch**

**AMBITO VAL RIGA**

Nei casi dei siti di deposito definitivi, le misure di mitigazione previste aiuteranno a reinserire in maniera permanente le aree nel circostante paesaggio. Si segnala che per la peculiarità dell'opera, le misure di mitigazione adottate coincidono di fatto con la configurazione finale di progetto. Non è pertanto possibile distinguere la fase post operam dalla fase post mitigazione.

In coerenza con gli strumenti che regolamentano il paesaggio, gli interventi di rinaturalizzazione dell'area hanno avuto come obiettivo quello di rispettare, laddove fosse possibile, i terrazzamenti esistenti che caratterizzano il paesaggio e di rispettare le esigenze della tradizionale produzione agricola esistente e di mantenere la connessione ecologica tra le aree naturali presenti (fascia ripariale e zone boschive). Lungo l'Isarco e sulle scarpate, i boschi ripariali esistenti sono stati conservati, ovvero ripristinati e integrati.



**Figura 19.3 - Planimetria delle opere a verde in corrispondenza del deposito definitivo Forch**



IMPIANTI VEGETALI		
NOME LATINO	NOME VOLTARE	QUANTITA'
<b>ALBERI</b>		
Salix alba	Salice bianco	18
Betula alba	Betulla bianca	22
Populus alba	Pioppo bianco	9
<b>ARBUSTI</b>		
Ligustrum vulgare	Ligustro	36
Cornus sanguinea	Sanguinello	36
Rhamnus frangula	Frangola	27

LEGENDA

IMPIANTI VEGETALI

-  Alberi (Salice bianco)
-  Alberi (Betulla)
-  Alberi (Pioppo)
-  Arbusti (Frangola)
-  Arbusti (Ligustro)
-  Arbusti (Sanguinello)
-  Idrosemina
-  Ricoltivazione arativo / terreno a prato



Abbildung 19.4– Lageplan der Begrünungsmaßnahmen an der Enddeponie Vorderrigger

IMPIANTI VEGETALI		
NOME LATINO	NOME VOLTARE	QUANTITA'
<b>ALBERI</b>		
Pinus sylvestris	Pino silvestre	29
Quercus pubescens	Quercia	7
Fraxinus ornus	Orniello	4
Castanea sativa	Castagno	10
<b>ARBUSTI</b>		
Ligustrum vulgare	Ligustro	255
Prunus mahaleb	Ciliegio canino	91
Rhamnus frangula	Frangola	102

LEGENDA

IMPIANTI VEGETALI

-  Alberi (Pino silvestre)
-  Alberi (Quercia)
-  Alberi (Orniello)
-  Alberi (Castagno)
-  Arbusti (Frangola)
-  Arbusti (Ligustro)
-  Arbusti (Ciliegio canino)
-  Idrosemina

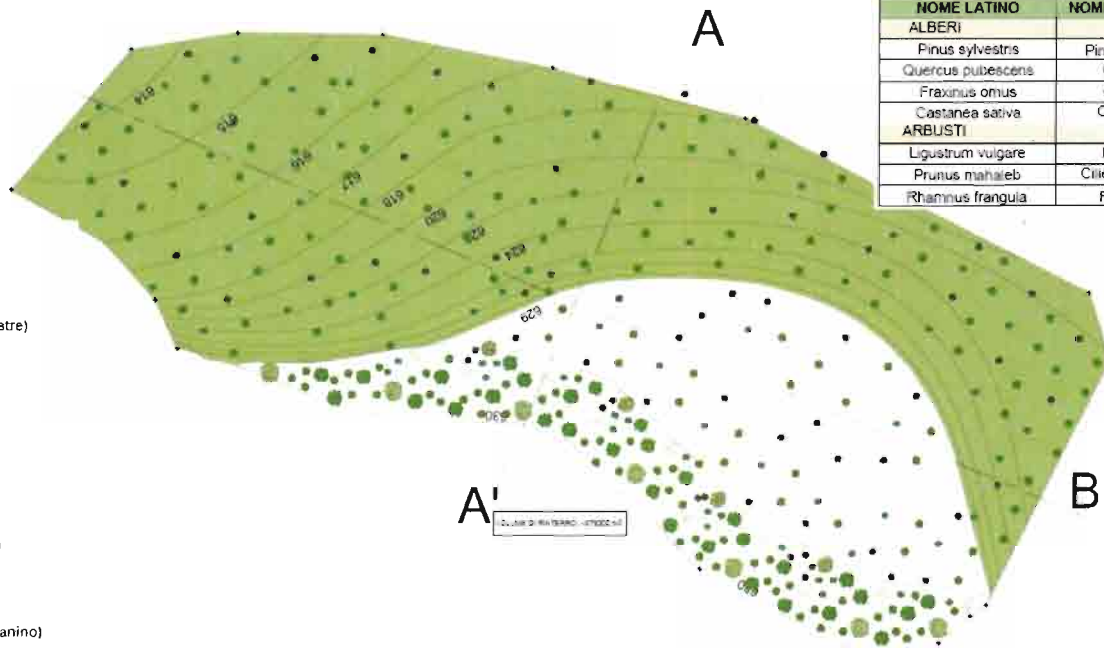


Abbildung 19.5 – Lageplan der Begrünungsmaßnahmen an der Enddeponie Plaikner

IMPIANTI VEGETALI		
NOME LATINO	NOME VOLGARE	QUANTITA'
<b>ALBERI</b>		
Salix alba	Salice bianco	18
Betula alba	Betulla bianca	22
Populus alba	Pioppo bianco	9
<b>ARBUSTI</b>		
Ligustrum vulgare	Ligustro	36
Cornus sanguinea	Sanguinello	36
Rhamnus frangula	Frangola	27

LEGENDA

IMPIANTI VEGETALI

-  Alberi (Salice bianco)
-  Alberi (Betulla)
-  Alberi (Pioppo)
-  Arbusti (Frangola)
-  Arbusti (Ligustro)
-  Arbusti (Sanguinello)
-  Idrosemina
-  Ricoltivazione arativo / terreno a prato



Figura 19.4 – Planimetria delle opere a verde in corrispondenza del deposito definitivo Vorderrigger

IMPIANTI VEGETALI		
NOME LATINO	NOME VOLGARE	QUANTITA'
<b>ALBERI</b>		
Pinus sylvestris	Pino silvestre	29
Quercus pubescens	Quercia	7
Fraxinus ornus	Omiello	4
Castanea sativa	Castagno	10
<b>ARBUSTI</b>		
Ligustrum vulgare	Ligustro	255
Prunus mahaleb	Ciliegio canino	91
Rhamnus frangula	Frangola	102

LEGENDA

IMPIANTI VEGETALI

-  Alberi (Pino silvestre)
-  Alberi (Quercia)
-  Alberi (Omiello)
-  Alberi (Castagno)
-  Arbusti (Frangola)
-  Arbusti (Ligustro)
-  Arbusti (Ciliegio canino)
-  Idrosemina

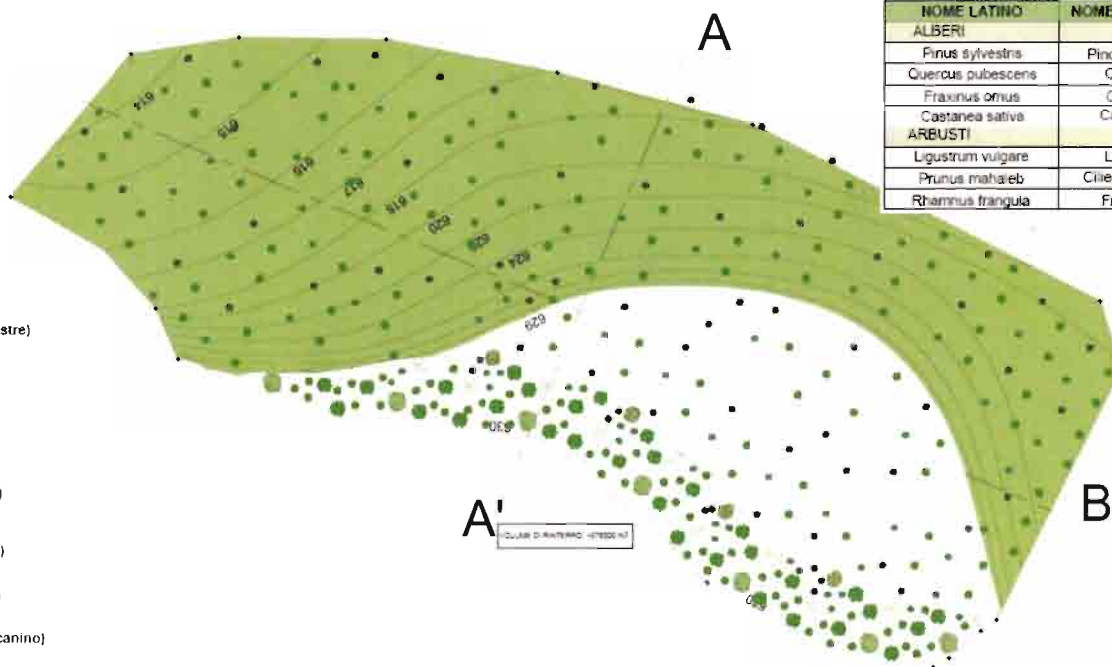


Figura 19.5 - Planimetria delle opere a verde in corrispondenza del deposito definitivo Plaikner

### UMGEBUNG DES FENSTERSTOLLENS ALBEINS

Die zur Realisierung des Tunnelleingangs für den Fensterstollen zerstörten Waldflächen werden wieder hergestellt. Bei diesem Vorgang ist auf eine angemessene Strukturierung und Artenkombination zu achten.

Die Oberflächen in unmittelbarer Nähe des Stolleneingangs werden durch die Bepflanzung mit Arten begrünt, die dazu geeignet sind, die Sichtbarkeit der Bauwerke von der Ortschaft aus einzuschränken.



Abbildung 19.6 – Begrünungsmaßnahmen am Fensterstollen Albeins

**AMBITO DELLA FINESTRA DI ALBES**

Le superfici boschive andate distrutte per la realizzazione dell'imbocco della finestra di accesso devono essere ripristinate. In questa operazione è necessario prestare attenzione ad un'adeguata strutturazione e combinazione delle specie vegetali.

Le superfici che si trovano nelle immediate vicinanze dell'imbocco della finestra saranno rinverdate attraverso la piantumazione di adeguate specie vegetali idonee a limitare la visibilità delle opere dalla zona di insediamento urbano.



Figura 19.6 - Opere a verde in corrispondenza della Finestra di Albres



### UMGEBUNG DES EISACK-VIADUKTS

Die Durchquerung des Eisacktals stellt den sichtbarsten Eingriff in die Landschaft dar, der das Gebiet tief zeichnen wird. Aufgrund der Position des Bauwerks und der lokalen Situation sind hier die Prinzipien von „Eingliederung“ und „Verhüllung“ nicht anwendbar.

Die Maßnahmen zur Eindämmung der Auswirkungen der Bauarbeiten haben sich daher stattdessen am Prinzip des „Kontrasts“ auszurichten. Dabei wurde bewusst darauf gezielt, ein Kontrastelement in die Landschaft einzufügen, das die bereits vorhandenen, von menschlicher Hand erschaffenen, linearen Elemente ergänzen oder sich diesen gegenüberstellen soll. Dadurch werden der Gestaltung des Bauwerks aus architektonischer und landschaftsplanerischer Sicht ehrgeizige Ziele gesetzt.

Um zu einem optimalen Endresultat zu gelangen, wurde eine Lösung für das Viadukt gewählt, bei der besondere Aufmerksamkeit dem architektonischen Aspekt, der Integration des Bauwerks in die Landschaft und der Lärmbelastung, unter Einhaltung der CIPE-Auflage Nr. 5, galten.

Am Portal des Schalderer-Tunnels wird die Einfügung der Brücke durch Verfestigungsmaßnahmen ergänzt, bei denen verstärktes Erdreich mit hohem Gefälle (ca. 70°) zum Einsatz kommt, sodass hier keine Bepflanzung mit Baum- und Buschelementen möglich ist. In diesem Fall beschränkt sich die Begrünung auf den Grasbewuchs der Böschung.

### **AMBITO DEL VIADOTTO ISARCO**

L'attraversamento della Val d'Isarco è un intervento molto visibile sul paesaggio, che segnerà profondamente la zona. A causa della posizione dell'opera e della situazione locale, i principi di conformazione di "integrare" e "nascondere" non sono applicabili.

Le misure di mitigazione degli effetti dei lavori devono orientarsi di conseguenza al principio di conformazione del "contrasto". Le misure hanno puntato quindi a porre coscientemente un punto di contrasto nel paesaggio, che completi o si contrapponga agli elementi lineari antropogeni già esistenti. Ciò pone degli obiettivi ambiziosi per la conformazione dell'opera da un punto di vista architettonico e di pianificazione paesaggistica.

Per giungere ad un risultato ottimale è stata scelta una soluzione per il progetto di viadotto, ponendo particolare attenzione all'aspetto architettonico, all'integrazione dell'opera nel paesaggio e all'impatto acustico (in ottemperanza alla prescrizione CIPE n. 5).

In corrispondenza dell'imbocco della Galleria Scaleres, l'inserimento del ponte è completato da interventi di consolidamento, mediante utilizzo di terra rinforzata con pendenza elevata (circa 70°), e tali, pertanto, da non permettere la piantumazione di nessun elemento arboreo e arbustivo. In questo caso ci si limiterà ad inerbire la scarpata.

### UMGEBUNG DES FENSTERSTOLLENS KLAUSEN

Die Maßnahmen zur Milderung der Auswirkungen der Bauarbeiten in der Umgebung von Klausen waren vor allem an den Prinzipien von „Eingliederung“ und „Verhüllung“ ausgerichtet.

Es werden die zerstörten Bepflanzungsstrukturen und natürlichen Waldflächen des Tals wiederhergestellt. Die Oberflächen, die sich in unmittelbarer Nähe des mittleren Stolleneingangs befinden, werden mittels Bepflanzung durch Busch- und Baumarten begrünt, die sowohl zur Einschränkung der Sichtbarkeit der Bauwerke vom Kloster Säben und anderen bedeutenden Aussichtsstellen aus als auch zur Wiederherstellung der vorhandenen Naturgebiete geeignet sind.



Abbildung 19.7 – Begrünungsmaßnahmen am Fensterstollen Klausen

**AMBITO DELLA FINESTRA DI CHIUSA**

Le misure di mitigazione degli effetti derivanti dai lavori nell'area di Chiusa devono orientarsi ai principi di conformazione dell' "integrare" e del "nascondere".

Verranno ripristinate le strutture di vegetazione e le superfici boschive naturali della valle andate distrutte. Le superfici che si trovano nelle immediate vicinanze dell'imbocco della finestra di accesso intermedio vengono rinverdate tramite la piantumazione di specie arboree ed arbustive atte sia a limitare la visibilità delle opere dall'Abbazia di Sabiona e dagli altri punti di vista ritenuti significativi sia a recuperare le aree naturali presenti.



Figura 19.7 - Opere a verde in corrispondenza della Finestra di Chiusa.

### UMGEBUNG VON WAIDBRUCK

Die Minderungs- und Begrünungsmaßnahmen betreffen die im Gebiet Waidbruck geplanten Bauwerke, in dem die Verknüpfungen Gleis 1 und 2 zur Bestandsstrecke angesiedelt sind.

In diesem Zusammenhang wurden einige Maßnahmen zur landschaftlichen Eingliederung getroffen, die mit der Umgestaltung des Zustands der Orte nach Ende der Bauarbeiten der Verknüpfung verbunden sind.

Die Projektlösung vereinfacht den Anschluss an die Bestandsstrecke infolge einer örtlich begrenzten Umlegung der Verknüpfungszweige, durch welche die Überschneidung mit einem Erdbebengebiet vermieden wird: Diese neuen Projektbedingungen haben eine neue Orientierung bei den Begrünungsmaßnahmen bedingt, die nun stärker auf die morphologische Umgestaltung und die Notwendigkeit, durch die Bepflanzung einige durch die Verkehrsführung geschaffenen Einschlussgebiete aufzuwerten, ausgerichtet sind.

Daher wurde die Realisierung von Baum- und Buschgruppen geplant, sie sich vor allem aus Laubbaumarten zusammensetzen.

Die Baum- und Buschbepflanzungen sind an jener Stelle vorgesehen, an welcher der Abschnitt des Verbindungsarms Gleis 2 im Norden des Bahnhofs von Waidbruck entlang des Eisack realisiert wird.



Abbildung 19.8 – Begrünungsmaßnahmen Waidbruck.

**AMBITO DI PONTE GARDENA**

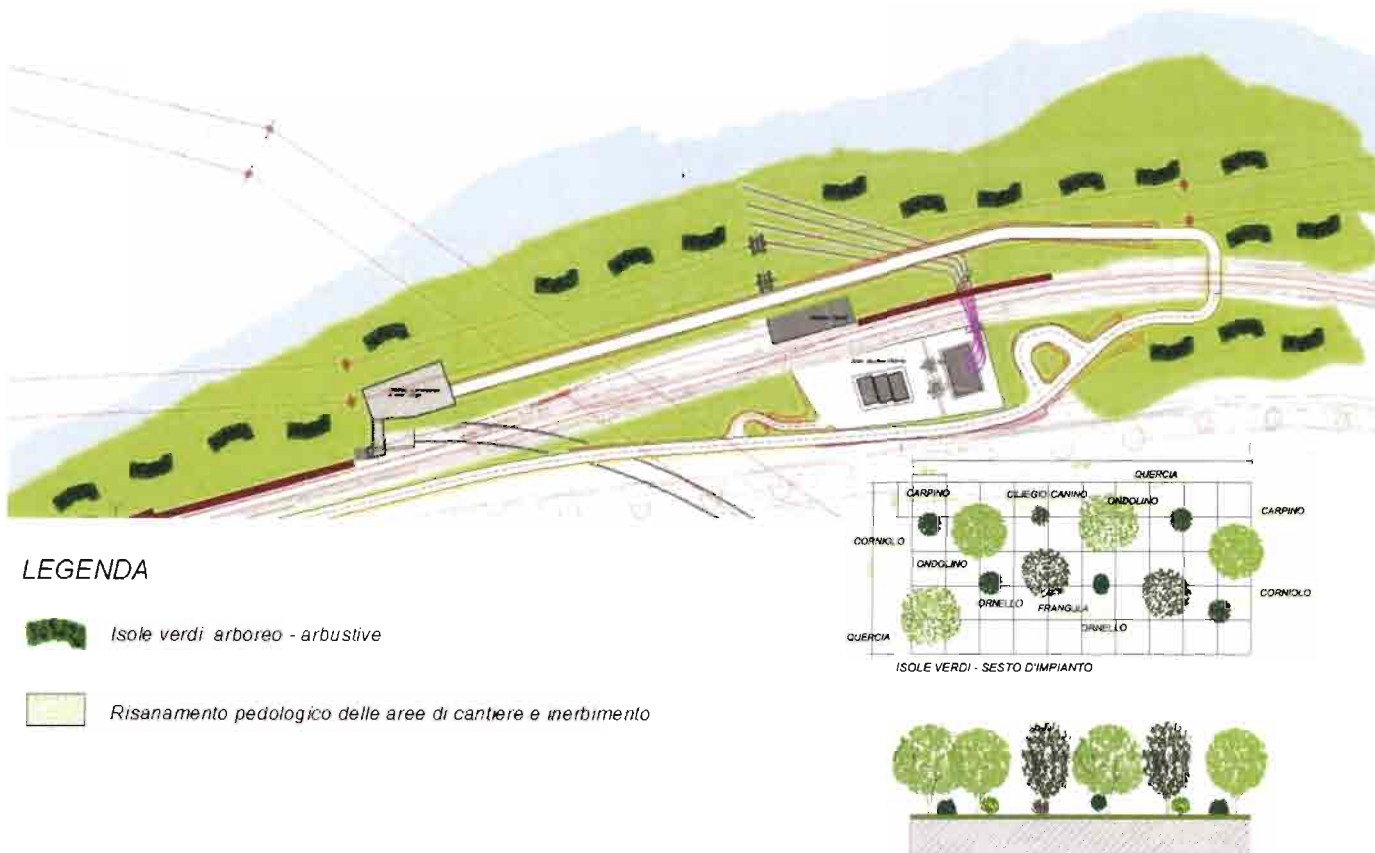
Gli interventi di mitigazione a verde riguardano le opere previste relative nell'ambito territoriale di Ponte Gardena, interessato dalle interconnessioni pari e dispari sulla linea storica.

In tale contesto sono stati predisposti alcuni interventi di inserimento paesaggistico, connessi alla riconfigurazione dello stato dei luoghi per effetto delle opere di interconnessione.

La soluzione progettuale semplifica la soluzione di allaccio alla linea esistente a seguito di una puntuale delocalizzazione dei rami di interconnessione, al fine di evitare l'interferenza con un corpo di frana: tali nuove condizioni progettuali hanno determinato la nuova scelta mitigativa, maggiormente funzionale all'intervento di rimodellamento morfologico ed alla necessità di valorizzare, dal punto di vista vegetazione, alcune aree intercluse che si vengono a creare per effetto della viabilità.

E' stata pertanto prevista la realizzazione di formazioni costituite da uno strato arboreo ed uno arbustivo composte da specie a carattere prevalentemente mesofilo.

Le formazioni arboreo arbustive sono state previste in corrispondenza del punto dove sarà realizzato il tratto del ramo pari di interconnessione, a nord della stazione di Ponte Gardena lungo il fiume Isarco.



**Figura 19.8 - Opere a verde in corrispondenza di Ponte Gardena.**

## 19.4 UMWELT-MONITORING-PROJEKT

Sämtliche Umweltanalysen gehen in das Umwelt-Monitoring-Projekt (UMP) ein, mit dessen Hilfe die mit Realisierung und Betrieb des Bauwerks verbundenen Umweltindikatoren unter Kontrolle gehalten werden können und zugleich den möglicherweise in der Projektphase nicht offenbaren, spezifischen lokalen Anforderungen entsprochen werden kann.

Das Umwelt-Monitoring-Projekt wurde entsprechend der „Leitlinien für Projekte zur Überwachung der Umwelt an strategischen Infrastrukturen und Produktionsstätten gemäß Gesetzesverordnung Nr. 163 vom 12. April 2006, i. d. F. vom 23. Juli 2007“ verfasst.

Das Projekt hat den Zweck, etwaige Variationen zu prüfen, die in der Umwelt infolge der Errichtung des Bauwerks auftreten, und ihre Gründe herauszufinden. Dies um zu bestimmen, ob diese Variationen auf das Bauwerk zurückzuführen sind, und um Korrekturmaßnahmen zu erforschen, mit denen die erkannten Auswirkungen am Besten auf ein umweltverträgliches Maß im Verhältnis zur Ausgangssituation reduziert werden können.

Die vor, während und nach Baudurchführung vorgenommene Überwachung des Umweltzustands gestattet demnach:

- das tatsächliche Auftreten der prognostizierten Auswirkungen zu prüfen;
- die Wirksamkeit der getroffenen Minderungsmaßnahmen zu prüfen;
- die Handhabung von Umweltproblemen, die während Bau und Betrieb der Infrastruktur auftreten können, zu gewährleisten;
- unvorhergesehene Umweltnotfälle rasch zu erkennen, damit angemessen reagiert werden kann.

In dem Projekt werden die Stellen herausgearbeitet, an denen Maßnahmen zu treffen sind sowie die Art und Weise, wie diese durchzuführen sind.

Je nach Art von Maßnahme und Baustellenstandort konzentriert sich das Umwelt-Monitoring für Baulos 1 auf folgende Komponenten:

- Unterirdische Gewässer;
- Oberflächengewässer;
- Boden und Untergrund;
- Luft;
- Lärm;
- Vibrationen;
- Vegetation, Flora, Fauna, Ökosysteme und Schutzgebiete;
- Soziale Umgebung.



## 19.4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Tutte le analisi ambientali confluiscono in un Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA), che permette di tenere sotto controllo gli indicatori ambientali connessi alla realizzazione e all'esercizio dell'opera e altresì di rispondere a specifiche esigenze locali non necessariamente evidenziate in fase progettuale.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale è redatto ai sensi delle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163" REV. 2 del 23 luglio 2007".

Il Piano ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà pertanto di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Il Piano individua i punti in cui eseguire le misure nonché le modalità di esecuzione delle stesse.

In funzione della tipologia di interventi previsti e dell'ubicazione delle aree di cantiere, il monitoraggio ambientale del Lotto 1 si concentrerà sulle seguenti componenti:

- Acque sotterranee;
- Acque superficiali;
- Suolo e sottosuolo;
- Atmosfera;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Vegetazione, flora, fauna, ecosistemi e aree protette;
- Ambiente sociale.

## 19.5 ARCHÄOLOGISCHE STUDIEN

In einer Reihe von Treffen und Ortsbegehungen, die zwischen April und Mai 2011 mit Vertretern der Autonomen Provinz Bozen stattgefunden haben, um das Einreichprojekt vorläufig zu erläutern, ist die Absicht der zuständigen Beamten des Amts für Bodendenkmäler zutage getreten, eine Reihe von vorgezogenen Untersuchungen in Waidbruck anzuordnen, da eine hohe Wahrscheinlichkeit des Vorliegens archäologischer Risiken bei den geplanten Bauarbeiten besteht. In dieser Gegend wurde die Auffindung eines Abschnitts antiker Wegestrukturen dokumentiert, welche das vom Eisack gegrabene kleine Tal nutzten.

Das Projekt für vorgezogene archäologische Studien wurde in den Rahmen des Einreichprojekts für den funktionellen Teilabschnitt eingegliedert und entsprechend Normenwerk zur „vorgezogenen Prüfung archäologischer Belange“ durchgeführt (gemäß Art. 95-96 der Gesetzesverordnung 163/2006).

Für sämtliche Arbeitsvorgänge im Rahmen dieses Einreichprojekts ist archäologischer Beistand bei allen Erdaushubarbeiten zur Räumung von Blindgängern, für die Arbeiten im Freien und allgemein für alle Arbeiten, bei denen oberflächliche Erdschichten abgetragen werden, vorgesehen.

Der technisch-wissenschaftliche und archäologische Beistand erfolgt durch einen oder mehrere Spezialisten, die als „Baustellenarchäologen“ bezeichnet werden. Unter „archäologischem Beistand“ versteht sich eine Kontrollfunktion zur Lösung von Problemsituationen mit möglichem archäologischem Risiko, die möglicherweise noch nicht bekannt sind und während der Erdaushubarbeiten für die Baustellen entdeckt werden. Dazu gehören die stratigraphische Kontrolle der Aushubsfronten, die Absteckung des sensiblen Gebiets in Funktion der Ausmaße der während der Arbeiten getätigten Funde, die grafische Darstellung bemerkenswerter Schnitte und/oder des geoarchäologischen Profils, die fotografische Detaildokumentation, die Entnahme und Klassifikation von Proben und etwaigen Fundstücken, das Verfassen eines Aushubsjournals und periodischer Berichte sowie das Abfassen des technisch-wissenschaftlichen Abschlussberichts, einschließlich ggf. der Unterstützung bei der Berichtsverfassung des zuständigen Amts für Bodendenkmäler der Provinz. Die Lebensläufe der „Baustellenarchäologen“ sind im Vorfeld vom zuständigen Denkmalschutzamt zu genehmigen. Die Baustellenarchäologen wirken unter der wissenschaftlichen Leitung der zuständigen Behörde.

## 19.5 STUDI ARCHEOLOGICI

In una serie di incontri e sopralluoghi, tenutisi tra aprile e maggio 2011, con i rappresentanti della Provincia Autonoma di Bolzano per l'illustrazione in via preliminare del Progetto Definitivo, è emersa la volontà da parte dei funzionari preposti dell'Ufficio Beni Archeologici di richiedere una serie di indagini preventive da eseguire a Ponte Gardena, in considerazione dell'alto potenziale rischio archeologico legato alle lavorazioni previste. In zona infatti è documentato il ritrovamento di un tratto di viabilità antica, che sfruttava la vallecola scavata dal fiume Isarco.

Il progetto di indagini archeologiche preliminari è stato inserito nell'ambito del progetto definitivo del Sub Lotto funzionale, ed è stato svolto in conformità alla normativa sulla "verifica preventiva dell'interesse archeologico" (ex artt. 95-96 del D.Lgs 163/2006),.

Per le lavorazioni previste nel ambito del presente progetto definitivo è prevista l'assistenza archeologica a tutti i movimenti terra prodotti dagli scavi per la bonifica da ordigni bellici, per le opere all'aperto e in generale per tutte le opere che richiedono l'asporto dei livelli superficiali di terreno.

L'assistenza archeologica tecnico-scientifica sarà prestata da parte di uno o più specialisti, denominati "Archeologi di cantiere". Con "assistenza archeologica" si intende un controllo per la risoluzione di eventuali interferenze di potenziale rischio archeologico, eventualmente ancora non note, che venissero scoperte durante i lavori di movimentazione dei cantieri costruttivi e sarà comprensiva del controllo stratigrafico dei fronti esposti, della perimetrazione dell'area sensibile in funzione dell'entità del ritrovamento nel corso dei lavori, della rappresentazione grafica di sezioni notevoli e/o del profilo geoarcheologico, della documentazione fotografica di dettaglio, del recupero e classificazione di campioni ed eventuali reperti, della produzione di un giornale di scavo e di rapporti periodici e della redazione di una relazione finale tecnico-scientifica, comprensiva di eventuale assistenza nei rapporti con il competente Ufficio Beni Archeologici della Provincia. I curricula degli "Archeologi di cantiere" saranno preventivamente approvati dall'Ente di Tutela territorialmente competente. Gli archeologi di cantiere opereranno sotto la direzione scientifica dell'Ente di Tutela.

## 20 SCHÄTZUNG DER DURCHFÜHRUNGSZEITEN

Auf Grundlage der unter Absatz 0 beschriebenen Durchführungsphasen und in Verbindung mit den geologischen und geomechanischen Prognosen, mit denen die von den Arbeiten betroffenen Gesteinsgefüge umschrieben worden sind, wurde der Zeitplan für die Durchführungszeiten der Tunnel von Baulos 1 einschließlich Verknüpfungen und Fensterstollen verfasst, der die Baudauer der Gesamtbauwerke von Baulos 1 bestimmt.

Die Gesamtdauer der Bauarbeiten beträgt ca. 83 Monate: Zur Optimierung der Dauer wird geplant, die technologische Ausrüstung der Tunnel zu beginnen, während einige andere Arbeiten noch laufen (z.B. Verguss der endgültigen Auskleidung der Fensterstollen).

Zusammenfassend sind folgende Realisierungszeiten geplant:

### Vorbereitende Tätigkeiten für die Bauarbeiten:

Dabei handelt es sich um Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Baustelleneinrichtung, den Genehmigungsverfahren und Unterbeauftragungen, etwaige vorgezogene archäologische Untersuchungen, Räumung von Blindgängern, Beseitigung von störenden Überschneidungen mit Leitungssystemen sowie Qualifikation der Anlagen; für diese Tätigkeiten ist eine umfassende Dauer von 180 Kalendertagen eingeplant;

### Bauliche Maßnahmen:

Dabei handelt es sich um die Realisierung von Bauwerken, welche hauptsächlich aus den bergmännisch vorgetriebenen Tunneln Schalderer und Gröden mit den dazu gehörenden Verknüpfungen zur Bestandsstrecke bestehen, die teils konventionell und teils maschinell vorgetrieben werden. Die geplante Dauer beträgt 2313 aufeinander folgende Kalendertage;

### Oberbau und technologische Ausrüstung:

Für diese Tätigkeiten ist eine Gesamtdauer von 667 Kalendertagen geplant, davon 300 im Anschluss an die Vervollständigung der Bauarbeiten in den Tunneln.

## 20 STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

Sulla base delle fasi di realizzazione descritte al paragrafo 11.10.2 e in relazione alle previsioni geologiche e geomeccaniche che caratterizzano gli ammassi interessati dagli scavi è stato redatto il cronoprogramma relativo ai tempi di realizzazione delle gallerie del Lotto 1 comprensivo delle interconnessioni e delle finestre, che detta i tempi di realizzazione dell'insieme delle opere costituenti il lotto 1.

La durata complessiva dei lavori delle opere civili risulta pari a 83 mesi circa: per ottimizzare i tempi si prevede l'inizio dell'attrezzaggio tecnologico della galleria quando sono ancora in corso le attività di alcune lavorazioni (ad esempio il getto dei rivestimenti definitivi delle finestre).

Sinteticamente sono previste le seguenti tempistiche per la realizzazione delle opere:

### attività propedeutiche alla costruzione:

sono le attività relative alle opere di cantierizzazione, alle autorizzazioni ed ai subappalti, alle eventuali indagini archeologiche preliminari, alla bonifica da ordigni esplosivi, alla risoluzione delle interferenze con i servizi ed alla qualifica degli impianti; per tali attività è prevista una durata complessiva pari a 180 giorni naturali consecutivi;

### attività di costruzione opere civili:

sono le attività di realizzazione delle opere civili costituite principalmente dalle gallerie naturali Scaleres e Gardena con le relative interconnessioni alla linea ferroviaria esistente, scavate sia in tradizionale che in meccanizzato. La durata prevista è pari a 2313 giorni naturali e consecutivi;

### attività di armamento e attrezzaggio tecnologico:

per tali attività è prevista una durata complessiva pari a 667 giorni naturali consecutivi, di cui 300 gnc a valle del completamento delle opere civili in galleria.

## 21 ENTEIGNUNGEN

Hinsichtlich der Enteignungen für gemeinnützige Zwecke wurde auf den Einheitstext zum Thema Enteignungen Bezug genommen, der im Dekret des Präsidenten der Republik Nr. 327 vom 08.06.2001 i.d.g.F. zusammengefasst ist.

Aufgrund des Eisenbahnprojekts müssen ca. 100.000 m<sup>2</sup> Privatgrundstücke zwangsläufig enteignet werden und weitere ca. 5.000 m<sup>2</sup> ohne Enteignung zeitweilig belegt werden.

Auf Grundlage einer Überprüfung mithilfe des geltenden Bauleitplans wurde festgestellt, dass der Großteil sowohl der zur Enteignung bestimmten als auch der vorübergehend zu belegenden Grundstücke die Zweckbestimmung „Landwirtschaftsgebiet“ tragen (Acker, Wald, Weinberg usw.) mit Ausnahme eines Baugrundstücks in der Nähe des Eingangs zum Fensterstollen Albeins.

Für Bauland wird als Entschädigung der Mittelwert zwischen Verkaufswert und aufgewerteten Grundstückserträgen bestimmt, unter Berücksichtigung der rechtlichen und tatsächlichen Möglichkeiten zur Bebauung.

Der Verkaufswert des Grundstücks wird durch eine Marktstudie bei Immobilienhändlern und Gemeinden im Einzugsgebiet ermittelt, wobei die für die Steuererklärung angenommenen Werte hinsichtlich der Gemeindesteuern für das Grundstück berücksichtigt werden. Alternativ kann auf Grundlage der am Immobilienmarkt gebräuchlichen Schätzungsmethoden der Anteil des Baugrundstücks vom Marktwert der darauf errichteten Gebäude berechnet werden.

Für nicht bebaubare Grundstücke wird in Erfüllung des Urteils Nr. 181 vom 10. Juni 2011 des Verfassungsgerichts, mit dem die „landwirtschaftlichen Durchschnittswerte“ (VAM) für verfassungswidrig erklärt wurden, die Entschädigung unter Berücksichtigung des landwirtschaftlichen Werts berechnet, wobei die tatsächlichen Anbausorten und der Wert der rechtmäßig in Verbindung mit der landwirtschaftlichen Tätigkeit verwendeten Güter miteinbezogen werden.

Bezüglich der Grundstücke, für welche eine vorübergehende Belegung ohne Enteignung geplant ist (Gelände für Aushub, Verfüllung, provisorische Umleitung von Verkehrswegen usw.), wird die jährliche Entschädigung auf 1/12 des Werts bemessen, der dem belegten Grundstück innewohnt.

## 21 ESPROPRIAZIONI

Per le espropriazioni per causa di pubblica utilità si è fatto riferimento al Testo Unico sugli espropri D.P.R. 08/06/2001 n.327 e s.m.i.

Il progetto ferroviario determina la necessità di procedere all'espropriazione di immobili di proprietà privata per circa 182.000 mq, l'asservimento per galleria (e per l'adeguamento dell'elettrodotta) per mq. 12.000 circa e l'occupazione temporanea non finalizzata all'espropriazione per circa 3.000 mq.

Da una verifica effettuata sullo strumento urbanistico vigente P.U.C. è emerso che la maggioranza delle aree sia da espropriare che da occupare temporaneamente hanno destinazione "verde agricolo", (arativo, bosco, vigneto, ...). ad eccezione di un'unica area edificabile in prossimità dell'imbocco della finestra di Albes, in comune di Velturmo.

Per le aree edificabili l'indennità viene determinata nella misura pari alla media tra il valore venale della stessa e il reddito dominicale rivalutato, considerando comunque le possibilità legali ed effettive di edificazione.

Il valore venale del bene viene accertato mediante indagini di mercato effettuate sul territorio presso agenzie immobiliari e Comuni, considerando i valori previsti per la dichiarazione dell'imposta comunale sugli immobili o in alternativa calcolando l'incidenza dell'area edificabile sul valore di mercato delle costruzioni secondo i metodi di stima in uso nel mercato immobiliare.

Per le aree non edificabili, in ottemperanza della sentenza della Corte Costituzionale n.181 del 10 giugno 2011 che ha dichiarato incostituzionale il VAM, l'indennità viene calcolata in considerazione del valore agricolo tenendo conto delle colture effettivamente praticate e del valore dei manufatti realizzati legittimamente in relazione all'esercizio dell'attività agricola.

Per quanto attiene le aree per cui si prevede l'occupazione temporanea non finalizzata all'esproprio (zona per scavi, ritombamenti, deviazioni provvisorie della viabilità esistente ecc...), l'indennità è commisurata, in misura annua, ad 1/12 del valore attribuito agli immobili da occupare.



## TECHNISCHE BERICHTE, AUF DIE BEZUG GENOMMEN WIRD

Zur weiteren Vertiefung wird auf die spezifischen Berichte der einzelnen Fachgebiete verwiesen:

<b>GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE, GEOTECHNIK, WASSERFÜHRUNG</b>	
Geologisch-hydrogeologischer Bericht	IBL1.1.0.D.69.RG.GE.00.0.1.001
Hydrologischer Bericht	IBL1.1.0.D.11.RI.ID.00.0.1.001
Allgemeiner Bericht zur Wasserführung	IBL1.1.0.D.11.RI.ID.00.0.2.001
Geotechnischer Bericht zu den Streckenabschnitten im Freien	IBL1.1.0.D.11.RB.GE.00.0.5.001
<b>BETRIEB, SICHERHEIT UND INTEROPERABILITÄT</b>	
Technischer Betriebsbericht	IBL1.1.0.D.16.RG.ES.00.0.1.001
Allgemeiner Sicherheitsbericht	IBL1.1.0.D.97.RG.SC.00.0.3.001
Allgemeiner Bericht: vorgezogene Analyse zur Erfüllung der einschlägigen Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität	IBL1.1.0.D.97.RG.MD.00.0.0.001
<b>BAUTEILE</b>	
Technischer Bericht zur Trassenführung	IBL1.1.0.D.26.RH.IF.00.0.1.001
Allgemeiner technischer Bericht der unterirdischen Bauwerke	IBL1.1.0.D.07.RG.GN.00.0.0.001
Technischer Bericht. Störende Überschneidungen Verknüpfungen Waidbruck und A22	IBL1.1.0.D.07.RH.GN.07.0.0.001
Eisack-Brücke: beschreibender technischer Bericht	IBL1.1.0.D.09.RG.VI.00.0.0.001
Allgemeiner technischer Bericht zur Ausrüstung der Plätze an den Tunnelportalen, der Zufahrtsstraßen und der Abbrucharbeiten	IBL1.1.0.D.26.RO.OC.00.0.0.001
Untergeordnete Dienste: beschreibender Bericht der Maßnahmen	IBL1.1.0.D.26.RO.SI.00.0.0.001
Projekt der Deponien: beschreibender technischer Bericht	IBL1.1.0.D.11.RO.RI.03.0.0.001
<b>TECHNOLOGISCHE AUSRÜSTUNG</b>	
Technischer Bericht zum Oberbau	IBL1.1.0.D.10.RF.SF.00.0.0.001
Allgemeiner Bericht Unterwerke, Traktionsstrom-Stationen und periphere Stellen	IBL1.1.0.D.18.RO.SE.00.0.0.001
Oberleitung 3 kVDC/25 kVAC – Allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.18.RG.LC.00.0.0.001
Oberleitung: allgemeiner Bericht zur Schutzerdung (MATS)	IBL1.1.0.D.18.RG.LC.00.0.0.002
Fernsteuerung: Systemarchitektur – allgemeine Merkmale	IBL1.1.0.D.18.RG.TP.00.0.0.001
Beschreibend-erläuternder technischer Bericht Beleuchtungs- und Nutzstromanlagen (LFM)	IBL1.1.0.D.18.RO.LF.00.0.0.001
Allgemeiner Bericht Systeme für Signalisierung und Temperaturerfassung Achslager	IBL1.1.0.D.67.RG.IS.00.0.0.001
Technischer Bericht Automatisierungssysteme	IBL1.1.0.D.67.RG.IS.00.0.0.005
Allgemeiner Technischer Bericht Telekommunikationsanlagen	IBL1.1.0.D.58.RG.ST.00.0.0.001
<b>BAUSTELLENEINRICHTUNG UND UMWELT</b>	
Akustikstudie: allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.IM.00.0.6.001
Vibrationsstudie: allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.IM.00.0.6.002
Allgemeiner Bericht zur Baustelleneinrichtung	IBL1.1.0.D.53.RG.CA.00.0.0.001
Umweltaspekte der Baustelleneinrichtung: allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.CA.00.0.0.001
Maßnahmen zur Umwelteingliederung: allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.IA.00.0.2.001
Landschaftsbericht	IBL1.1.0.D.22.RG.IM.00.0.7.001
Vorschlag für Nutzungsplan Aushubmaterial (Ministerialdekret 161/2012) – Allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.TA.00.0.0.001
Versorgungs- und Entsorgungsstätten: Allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.CA.00.0.0.002
Umwelt-Monitoring: Allgemeiner Bericht	IBL1.1.0.D.22.RG.AC.00.0.0.001

## RELAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle relazioni specifiche delle singole specialistiche:

<b>GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA, IDRAULICA</b>	
Relazione geologica-idrogeologica	IBL1.1.0.D.69.RG.GE.00.0.1.001
Relazione idrologica	IBL1.1.0.D.11.RI.ID.00.0.1.001
Relazione idraulica generale	IBL1.1.0.D.11.RI.ID.00.0.2.001
Relazione geotecnica tratti all'aperto	IBL1.1.0.D.11.RB.GE.00.0.5.001
<b>ESERCIZIO, SICUREZZA E INTEROPERABILITÀ</b>	
Relazione tecnica di Esercizio	IBL1.1.0.D.16.RG.ES.00.0.1.001
Relazione generale di Sicurezza	IBL1.1.0.D.97.RG.SC.00.0.3.001
Relazione Generale: Analisi preliminare di rispondenza alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità applicabili	IBL1.1.0.D.97.RG.MD.00.0.0.001
<b>OPERE CIVILI</b>	
Relazione Tecnica del Tracciato	IBL1.1.0.D.26.RH.IF.00.0.1.001
Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo	IBL1.1.0.D.07.RG.GN.00.0.0.001
Relazione tecnica. Interferenza interconnessioni di Ponte Gardena e A22	IBL1.1.0.D.07.RH.GN.07.0.0.001
Ponte sul Fiume Isarco: Relazione tecnico-descrittiva	IBL1.1.0.D.09.RG.VI.00.0.0.001
Relazione tecnica generale dell'attrezzaggio dei piazzali posti all'imbocco delle gallerie, delle relative viabilità di accesso e delle demolizioni	IBL1.1.0.D.26.RO.OC.00.0.0.001
Sottoservizi: Relazione descrittiva degli interventi	IBL1.1.0.D.26.RO.SI.00.0.0.001
Progetto dei depositi: Relazione tecnico-descrittiva	IBL1.1.0.D.11.RO.RI.03.0.0.001
<b>ATTREZZAGGIO TECNOLOGICO</b>	
Relazione Tecnica dell'Armamento	IBL1.1.0.D.10.RF.SF.00.0.0.001
Relazione generale di SSE, CAB TE E PP	IBL1.1.0.D.18.RO.SE.00.0.0.001
Linea di Contatto 3kVcc/25kVca - Relazione Generale	IBL1.1.0.D.18.RG.LC.00.0.0.001
Linea di Contatto: Relazione generale di messa a terra di sicurezza MATS	IBL1.1.0.D.18.RG.LC.00.0.0.002
Telecomando: Architettura del sistema - Caratteristiche generali	IBL1.1.0.D.18.RG.TP.00.0.0.001
Relazione tecnica descrittiva-esplicativa impianti LFM	IBL1.1.0.D.18.RO.LF.00.0.0.001
Relazione Generale Sistemi di Segnalamento e RTB	IBL1.1.0.D.67.RG.IS.00.0.0.001
Relazione Tecnica Sistemi di Automazione	IBL1.1.0.D.67.RG.IS.00.0.0.005
Relazione Tecnica Generale Impianti di Telecomunicazioni	IBL1.1.0.D.58.RG.ST.00.0.0.001
<b>CANTIERIZZAZIONE E AMBIENTE</b>	
Studio Acustico: Relazione Generale	IBL1.1.0.D.22.RG.IM.00.0.6.001
Studio vibrazionale: Relazione Generale	IBL1.1.0.D.22.RG.IM.00.0.6.002
Relazione Generale di Cantierizzazione	IBL1.1.0.D.53.RG.CA.00.0.0.001
Aspetti ambientali della cantierizzazione: Relazione generale	IBL1.1.0.D.22.RG.CA.00.0.0.001
Opere di inserimento ambientale: Relazione generale	IBL1.1.0.D.22.RG.IA.00.0.2.001
Relazione paesaggistica	IBL1.1.0.D.22.RG.IM.00.0.7.001
Proposta di Piano di utilizzo dei materiali di scavo (D.M.161/2012) - Relazione generale	IBL1.1.0.D.22.RG.TA.00.0.0.001
Siti di approvvigionamento e smaltimento: Relazione generale	IBL1.1.0.D.22.RG.CA.00.0.0.002
Monitoraggio Ambientale: Relazione generale	IBL1.1.0.D.22.RG.AC.00.0.0.001

## INHALTSVERZEICHNISSE

### VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1 - Kernnetzkorridore (Verordnung (EU) nr. 1316/2013) .....	6
Abbildung 2 - Kernnetz - (Verordnung (EU) nr. 1315/2013) .....	7
Abbildung 1.1 – Trasse Baulos 1 .....	10
Abbildung 2.1 – Schematische Darstellung von Baulos 1 .....	12
Abbildung 5.1 – Vereinfachtes geologisches Schema des untersuchten Gebiets (Bargossi et alii, 1998) .....	18
Abbildung 5.2– Anfänglicher Teil der geplanten Trasse: Streckenabschnitt auf Schwemmablagerungen (hellblauer Hintergrund mit roten Punkten) und Brixner Granit (dunkelrot) .....	19
Abbildung 5.3 – Streckenabschnitt am Übergang vom Brixner Granit (dunkelrot) zum Hornfels.....	19
Abbildung 5.4– Streckenabschnitt im Quarzphyllit mit Richtungswechsel der wichtigsten Brüche .....	20
Abbildung 5.5 – Streckenabschnitt südlich von Feldthurns mit Kontaktstelle im Grundriss zwischen Phyllit (grau) und Diorit (grün-blau), orographisch auf der rechten Seite des Eisacktals .....	21
Abbildung 5.6– Geologischer Lageplan des Durchquerungsgebiets der „Villnösser Linie“ .....	22
Abbildung 5.7 – Verknüpfung Franzensfeste: hervorgehoben der Übergang zwischen Granit (dunkelrot) und Phyllit .	23
Abbildung 5.8– Geologischer Auszug Fensterstollen Aicha-Vahrn: im Westen Quarzphyllit, im Osten Schwemmablagerungen .....	23
Abbildung 5.9 – Geologischer Auszug des Gebiets um den Fensterstollen Albeins .....	24
Abbildung 5.10 – Geologischer Auszug zum Gebiet beim Fensterstollen Klausen .....	25
Abbildung 5.11– Geologischer Auszug des Gebiets um die Verknüpfung Waidbruck.....	25
Abbildung 5.12 – Orographisch linker Talhang zum Eisack: das wechselnde Gefälle in Verbindung mit den terrassierten fluvioglazialen Sedimenten ist offensichtlich.....	26
Abbildung 6.1– Lageplan mit Daten der Satellitenüberwachung und Verlauf der neuen Trassenführung 2012 im Vergleich mit den Studien für die Optimierung des Streckenverlaufs des Vorprojekts im Bereich des funktionellen Teilabschnitts. In Gelb das vom Erdbeben betroffene Gebiet.....	37
Abbildung 6.2 – Lösung des Projekts des funktionellen Teilabschnitts.....	37
Abbildung 6.3 – Lösung Einreichprojekt Baulos 1.....	38
Abbildung 6.4– Vorprojekt – Auszug chorographische Karte der Baustellenstandorte beim Fensterstollen Aicha.....	39
Abbildung 6.5 – Vorprojekt – Standort Riggertal: Endgültiger Lageplan unter Umsetzung der Auflagen MATT 2004 ..	40
Abbildung 6.6 – Baustellengelände im Riggertal – Überblick der Gebiete Unterplattner – Hinterrigger und Forch (aus dem Überprüfungsbericht des Projekts für den Basistunnel) .....	41
Abbildung 6.7 – Enddeponien im Riggertal .....	43
Abbildung 8.1 - Waidbruck .....	54
Abbildung 8.2 – Gabelung/GVS Waidbruck Nord .....	54
Abbildung 8.3- Gabelung/GVS Franzensfeste .....	55

## INDICI

### INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Corridoi della Rete TEN-T (Regolamento (UE) N. 1316/2013).....	6
Figura 2 – Rete Centrale – (Regolamento (UE) N. 1315/2013).....	7
Figura 1.1 - Tracciato del Lotto 1.....	10
Figura 2.1 - Schematico Lotto 1.....	12
Figura 5.1 - Schema geologico semplificato dell’area indagata (da Bargossi et alii, 1998) .....	18
Figura 5.2 - Parte iniziale del tracciato in progetto: tratto su depositi alluvionali (sfondo azzurro con pallini rossi) .....	19
Figura 5.3 - Tratto relativo al passaggio tra Granito di Bressanone (rosso scuro) e cornubianiti.....	19
Figura 5.4 - Tratto compreso nelle Filladi Quarzifere con cambio della direzione delle principali fratture.....	20
Figura 5.5 - Tratto a sud di Velturmo con il contatto, in pianta, tra filladi (grigio) e dioriti (verde-azzurro), in destra idrografica della Val d’Isarco.....	21
Figura 5.6 - Planimetria geologica della zona di attraversamento della “Linea di Funes” .....	22
Figura 5.7 - <i>Interconnessioni di Fortezza: si evidenzia il passaggio tra granito (rosso scuro) e filladi</i> .....	23
Figura 5.8 - Stralcio geologico riguardante la Finestra di Aica-Varna: a ovest sono presenti filladi quarzifere, a est depositi alluvionali .....	23
Figura 5.9 - Stralcio geologico della zona della Finestra di Albes .....	24
Figura 5.10 - Stralcio geologico dell’area relativa alla Finestra di Chiusa .....	25
Figura 5.11 - Stralcio geologico della zona delle Interconnessioni di Ponte Gardena .....	25
Figura 5.12 - Versante in sinistra idrografica del fiume Isarco: è evidente il cambio di pendenza legato ai depositi fluvioglaciali terrazzati.....	26
Figura 6.1 -Planimetria con i dati di monitoraggio satellitare e con lo sviluppo del nuovo tracciato 2012, posto a confronto con studi per l’ottimizzazione del tracciato di Progetto Preliminare nell’ambito del sub lotto Funzionale. In giallo l’estensione dell’area di frana.....	37
Figura 6.2 – Soluzione di progetto del Sub Lotto Funzionale.....	37
Figura 6.3 – Soluzione Progetto definitivo Lotto 1 .....	38
Figura 6.4 - Progetto preliminare - Stralcio Corografia ubicazione cantieri presso Finestra di Aica.....	39
Figura 6.5 - Progetto preliminare - Sito Val Riga: Planimetria finale recepente prescrizioni MATT 2004.....	40
Figura 6.6 - Area di cantiere in Val di Riga – panoramica aree Unterplatnner- Hinterrigger e Forch (dalla relazione di Ottemperanza del progetto della Galleria di Base) .....	41
Figura 6.7 – Depositi definitivi in Val Riga.....	43
Figura 8.1 - Ponte Gardena .....	54
Figura 8.2 - Bivio/PC Ponte Gardena Nord.....	54
Figura 8.3 - Bivio/PC Fortezza.....	55

Abbildung 8.4 - Zusammenfassender Überblick Züge Szenarium 2015.....	56
Abbildung 8.5 - Zusammenfassender Überblick Züge Szenarium 2025.....	58
Abbildung 8.6 - Zusammenfassender Überblick Züge .....	60
Abbildung 9.1 – Querschnitt bei der Bypass-Tür .....	67
Abbildung 9.2 – Querschnitt Treppe Verknüpfung Waidbruck .....	68
Abbildung 9.3 – Beispielhafter Querschnitt Fensterstollen.....	68
Abbildung 9.4 – Grundriss Treppe an Eisack-Brücke .....	71
Abbildung 9.5 – Querschnitt Treppe an Eisack-Brücke.....	71
Abbildung 11.1 – Schematische Darstellung des Systems von Baulos 1.....	82
Abbildung 11.2 – Grenzlinie für feste Anlagen .....	84
Abbildung 11.3 – Regelquerschnitt LT für konventionell vorgetriebenen eingleisigen Tunnel.....	85
Abbildung 11.4 – Regelquerschnitt LM für maschinell vorgetriebenen eingleisigen Tunnel.....	85
Abbildung 11.5 - Portal auf der Seite Franzensfeste.....	86
Abbildung 11.6– Gewölbequerschnitte I1,I2,I3 .....	88
Abbildung 11.7 – Gewölbequerschnitte Co, C1,C2,C3.....	89
Abbildung 11.8– Regelquerschnitt G für die Montage der TBM .....	90
Abbildung 11.9 – Regelquerschnitt I1 für das Gewölbe im Einbindungsbereich.....	90
Abbildung 11.10 – Grundriss und Vorderansicht der Nische.....	91
Abbildung 11.11 - Innenansicht Querschläge und Schiebetür im Querschlag.....	91
Abbildung 11.12 – Längsprofil und Grundriss des Querschlags.....	92
Abbildung 11.13 – Querschnitte des Querschlags .....	93
Abbildung 11.14 – Längsprofil des Querschlags der Verknüpfungen .....	93
Abbildung 11.15 – Querschnitt des Fensterstollens Aicha-Vahrn Süd .....	94
Abbildung 11.16– Auszug aus dem Lageplan des Einbindungsbereichs des Fensterstollens Aicha-Vahrn mit den Streckentunneln.....	95
Abbildung 11.17 – Regelquerschnitt Baustollen.....	95
Abbildung 11.18– Auszug aus dem Lageplan des Einbindungsbereichs der Abfahrt Klausen mit den Streckentunneln	96
Abbildung 11.19 – Regelquerschnitt Fensterstollen Albeins .....	97
Abbildung 11.20 – Auszug aus dem Lageplan des Einbindungsbereichs des Fensterstollens Albeins mit den Streckentunneln .....	97
Abbildung 11.21 – Verlegeebene im konventionell vorgetriebenen Abschnitt.....	99
Abbildung 11.22 – Verlegeebene im maschinell vorgetriebenen Abschnitt .....	99
Abbildung 11.23 – Schematische Darstellung der Flussrichtung in den bergmännisch vorgetriebenen Tunneln - Bauphase .....	100
Abbildung 11.24 – Schematische Darstellung der Flussrichtung in den bergmännisch vorgetriebenen Tunneln - Betriebsphase .....	101

Figura 8.4 - Quadro sintetico riepilogo treni scenario 2015.....	56
Figura 8.5 - Quadro sintetico riepilogo treni scenario 2025.....	58
Figura 8.6 - Quadro sintetico riepilogo treni.....	60
Figura 9.1 - Sezione in corrispondenza della porta del by-pass.....	67
Figura 9.2 - Sezione scala Interconnessione Ponte Gardena.....	68
Figura 9.3 – Sezione tipo Finestra.....	68
Figura 9.4 – Pianta scala ponte Isarco .....	71
Figura 9.5 – Sezione scala ponte Isarco .....	71
Figura 11.1 - Schematico sistema gallerie Lotto 1.....	82
Figura 11.2 - Profilo minimo ostacoli.....	84
Figura 11.3 - Sezione tipo di intradosso LT galleria a semplice binario. Scavo tradizionale.....	85
Figura 11.4 - Sezione tipo di intradosso LM galleria a semplice binario. Scavo meccanizzato.....	85
Figura 11.5 - Portale lato Fortezza.....	86
Figura 11.6 - Sezioni tipo di intradosso I1,I2,I3 .....	88
Figura 11.7 - Sezioni tipo di intradosso Co, C1,C2,C3 .....	89
Figura 11.8 - Sezioni tipo G per il montaggio della TBM .....	90
Figura 11.9 - Sezioni tipo di intradosso I1 nelle zone di innesto .....	90
Figura 11.10 - Pianta e vista frontale nicchia .....	91
Figura 11.11 - Vista interna cunicolo trasversale e Porta scorrevole cunicolo trasversale .....	91
Figura 11.12 - Profilo longitudinale e pianta cunicolo trasversale .....	92
Figura 11.13 - Sezioni trasversali by-pass .....	93
Figura 11.14 - Profilo longitudinale cunicolo trasversale nelle interconnessioni .....	93
Figura 11.15 - Sezione trasversale finestra Aica-Varna Sud.....	94
Figura 11.16 - Stralcio planimetrico zona di innesto della finestra Aica-Varna con le gallerie di linea.....	95
Figura 11.17 - Sezione trasversale finestra costruttiva.....	95
Figura 11.18 - Stralcio planimetrico zona di innesto della discenderia di Chiusa con le gallerie di linea.....	96
Figura 11.19 - Sezione tipo di finestra di Albes .....	97
Figura 11.20 - Stralcio planimetrico zona di innesto della finestra di Albes con le gallerie di linea .....	97
Figura 11.21 - Piano di regolamento tratto in scavo tradizionale .....	99
Figura 11.22 - Piano di regolamento tratto in scavo meccanizzato.....	99
Figura 11.23 - Schematico direzione dei flussi delle acque nelle gallerie naturali - Fase costruttiva .....	100
Figura 11.24 - Schematico direzione dei flussi delle acque nelle gallerie naturali - Fase di esercizio.....	101

Abbildung 11.25 – Schiebetor als Rauchsperr (Lötschberg-Tunnel) .....	103
Abbildung 11.26– Auszug aus dem Lageplan Nordportal Schalderer Tunnel .....	104
Abbildung 11.27– Auszug aus dem Lageplan Südportal Schalderer Tunnel – provisorische Phase .....	105
Abbildung 11.28 – Auszug aus dem Lageplan Südportal Schalderer Tunnel – definitive Phase .....	106
Abbildung 11.29 – Auszug Lageplan des Eingangs von Verknüpfung Gleis 2. ....	107
Abbildung 11.30 – Auszug Lageplan des Eingangs von Verknüpfung Gleis 1. ....	108
Abbildung 11.31 – Grödner Tunnel Nord – Auszug Lageplan der Eingangsbauwerke.....	109
Abbildung 11.32 – Auszug Lageplan des Eingangs von Verknüpfung Gleis 1 .....	110
Abbildung 11.33 – Gebiet Unterseeber – Bereich der vier Portalen .....	111
Abbildung 11.34 – Auszug Lageplan der Stützbauten .....	111
Abbildung 11.35 – Auszug Lageplan Portal Albeins .....	112
Abbildung 11.36– Auszug Lageplan Portal Abfahrt Klausen.....	113
Abbildung 11.37 – Gesteinsarten Schalderer .....	116
Abbildung 11.38 – Gesteinsarten Grödner .....	116
Abbildung 11.39 – Gesteinsarten in den Tunneln von Baulos 1 .....	116
Abbildung 11.40 – Prozentanteil der verwendeten Vortriebssysteme.....	129
Abbildung 11.41 - Ausbruchsysteme .....	130
Abbildung 11.42 - TBM-EBP „Dual Mode“ – Fräskopf und Längsschnitt des Schilds mit den beiden verschiedenen Vortriebsmodi (links im Gesteinsmodus, rechts EPB).....	135
Abbildung 11.43 – Schild-TBM für Vortrieb im Fels – Fräskopf und Längsschnitt des Schilds.....	135
Abbildung 11.44 – Vorgefertigte Tübbings mit wasserhaltenden Neoprendichtungen .....	136
Abbildung 11.45 – Auskleidung mit vorgefertigten Tübbings .....	136
Abbildung 11.46 – Schnitt der Verfestigung für maschinellen Vortrieb .....	140
Abbildung 11.47 – Untersuchungen Vorschubbereich .....	141
Abbildung 11.48 – Anwendungsprozentsatz der Regelquerschnitte für Ausbruch und Verfestigung .....	144
Abbildung 11.49 – Auskleidung mit Ringen aus vorgefertigten Tübbings .....	145
Abbildung 11.50 – Schalderer Tunnel – die Hauptbauphasen.....	148
Abbildung 11.51 – Demontage und Abtransport der TBM aus dem Tunnel .....	150
Abbildung 11.52 – Grödner Tunnel – die Hauptbauphasen .....	151
Abbildung 13.1– Eisack-Brücke: Ansicht Viadukt Gleis 1 .....	159
Abbildung 13.2 – Eisack-Brücke: Projektlageplan.....	160
Abbildung 13.3– Eisack-Brücke: Ansicht Viadukt Gleis 2 .....	160
Abbildung 13.4– Eisack-Brücke: Dreidimensionales Modell.....	161
Abbildung 13.5– Eisack-Brücke: fotografische Simulation mit Blickrichtung von der Brennerautobahn A22 .....	161

Figura 11.25 - Porte scorrevoli disconnessione fumi (Galleria Lötschberg) .....	103
Figura 11.26 - Stralcio planimetrico imbocco Scaleres Nord.....	104
Figura 11.27 - Stralcio planimetrico imbocco Scaleres Sud – Fase provvisoria .....	105
Figura 11.28 - Stralcio planimetrico imbocco Scaleres Sud – Fase definitiva.....	106
Figura 11.29 - Stralcio planimetrico dell’imbocco dell’interconnessione pari. ....	107
Figura 11.30 - Stralcio planimetrico dell’imbocco dell’interconnessione dispari.....	108
Figura 11.31 - Gardena Nord - Stralcio planimetrico delle opere di imbocco.....	109
Figura 11.32 - Stralcio planimetrico dell’imbocco dell’interconnessione dispari .....	110
Figura 11.33 - Area Unterseeber - Zona dei quattro imbocchi.....	111
Figura 11.34 - Stralcio Planimetrico delle opere di sostegno.....	111
Figura 11.35 - Stralcio planimetrico imbocco Albes .....	112
Figura 11.36 - Stralcio planimetrico imbocco discenderia di Chiusa. ....	113
Figura 11.37 - Litotipi presenti nella Scaleres .....	116
Figura 11.38 – Litotipi presenti nella Gardena .....	116
Figura 11.39 - Litotipi presenti nelle gallerie del Lotto 1 .....	116
Figura 11.40 - Tipologie di scavo utilizzate in percentuale .....	129
Figura 11.41 - Sistemi di scavo .....	130
Figura 11.42 - TBM-EBP “Dual Mode” – Testa fresante e sez. longitudinali dello scudo con le due diverse modalità di avanzamento (a sx modalità roccia, a dx modalità EPB).....	135
Figura 11.43 - TBM scudata da roccia - Testa fresante e sezione longitudinale scudo.....	135
Figura 11.44 - Conci prefabbricati con guarnizioni in neoprene a tenuta idraulica.....	136
Figura 11.45 - Rivestimento in conci prefabbricati.....	136
Figura 11.46 - Sezione di consolidamento per scavo meccanizzato.....	140
Figura 11.47 - Indagini in avanzamento.....	141
Figura 11.48 - Percentuali di applicazione delle sezioni tipo di scavo e consolidamento.....	144
Figura 11.49 - Rivestimento con anelli in conci prefabbricati .....	145
Figura 11.50 - Galleria Scaleres – Principali fasi realizzative .....	148
Figura 11.51 - Fasi smontaggio e allontanamento TBM in galleria.....	150
Figura 11.52 - Galleria Gardena – Principali fasi realizzative.....	151
Figura 13.1 - Ponte Fiume Isarco: Prospetto Viadotto Binario Dispari .....	159
Figura 13.2 - Ponte Fiume Isarco: Planimetria di progetto .....	160
Figura 13.3 - Ponte Fiume Isarco: Prospetto Viadotto Binario Pari .....	160
Figura 13.4 - Ponte Fiume Isarco: Modello tridimensionale .....	161
Figura 13.5 - Ponte Fiume Isarco: Foto simulazione vista dall’Autostrada del Brennero A22.....	161



Abbildung 13.6 – Eisack-Brücke: schematische Darstellung der Bogenmontage .....	163
Abbildung 13.7 – Eisack-Brücke: Schematische Darstellung des Vorschubs des Überbaus .....	164
Abbildung 13.8 – Eisack-Brücke: Querschnitt des Überbaus .....	164
Abbildung 14.1 – Waidbruck: Schematische Darstellung der Sicherheitsanforderungen für Tunnelsysteme mit über 20 km Länge .....	166
Abbildung 14.2 – Maßnahmen in Waidbruck: Ansicht in Parallelperspektive.....	168
Abbildung 14.3 – Bauliche Maßnahmen in Waidbruck: Fotosimulation .....	170
Abbildung 15.1 - Verknüpfung Franzensfeste: Zufahrtsstraßen .....	173
Abbildung 15.2 - Fensterstollen Aicha- Vahrn: Zufahrtsstraßen.....	174
Abbildung 15.3 Querschnitt Staatsstraße mit Ausbau an der Abfahrt Forch .....	175
Abbildung 15.4 Fensterstollen Albeins: schematischer Lageplan.....	177
Abbildung 15.5 Portal Schalderer Tunnel: Baustellenzufahrt.....	178
Abbildung 15.6 – Eisack-Brücke: neue Kruezung SP 27 mit SS12 .....	179
Abbildung 15.7 – Grödner Tunnel Nord: Zufahrtsstraßen und Notfallplatz .....	180
Abbildung 15.8- Grödner Nord: Zufahrtsstraßen.....	181
Abbildung 15.9 – Brücke Afers Bach (Auszug aus dem Lageplan) .....	181
Abbildung 15.10– Brücke Afers Bach (Aufriss).....	182
Abbildung 15.11 - Fensterstollen Klausen: Zufahrtsstraßen.....	183
Abbildung 15.12 – Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck, Teilstrecke in offen angelegtem Tunnel (Lageplanauszug).....	185
Abbildung 15.13– Verknüpfung Gleis 2 Waidbruck: Schnitte offen angelegter Tunnel und Zufahrtsgraben .....	186
Abbildung 15.14 – Kontrollschächte Kabel (Gleis 1-2).....	187
Abbildung 15.15 – Verknüpfung Waidbruck Gleis 2: Zufahrtsstraßen und Notfallplatz.....	187
Abbildung 15.16– Verknüpfung Waidbruck Gleis 2: Zufahrtsstraßen und Notfallplatz.....	188
Abbildung 15.17 – Beispiel für Technikgebäude.....	190
Abbildung 15.18 GIS-Gebäude.....	191
Abbildung 15.19 Unterwerk Gebäude .....	192
Abbildung 15.20 Löschwasser- und Brandschutzgebäude .....	193
Abbildung 15.21 Gebäude für periphere Leitstelle Notfallmanagement, Stromaggregat und Pumpstation.....	194
Abbildung 15.22 Gebäude für die periphere Leitstelle des Notfallmanagements .....	195
Abbildung 16.1 – Lageplan des geplanten Unterführungskanals .....	203
Abbildung 16.2 – Regelquerschnitt A-A des geplanten Unterführungskanals.....	203
Abbildung 16.3 – Mauern Zone 1 Eisack: Auszug aus dem Lageplan .....	204
Abbildung 16.4 – Eisack: schematischer Lageplan des Hydraulikmodells .....	206
Abbildung 16.5 – Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 200 Jahre, tatsächlicher Zustand .....	207
Abbildung 16.6– Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 300 Jahre, tatsächlicher Zustand .....	207

Figura 13.6 - Ponte Fiume Isarco: Schema assemblaggio archi.....	163
Figura 13.7 - Ponte Fiume Isarco: Schema varo impalcati .....	164
Figura 13.8 - Ponte Fiume Isarco: Sezione trasversale impalcato .....	164
Figura 14.1 – Ponte Gardena: Schema requisiti di sicurezza per sistema di gallerie superiore ai 20 km.....	166
Figura 14.2 – Interventi a Ponte Gardena: Vista assonometrica .....	168
Figura 14.3 – Interventi a Ponte Gardena: Foto simulazioni.....	170
Figura 15.1 – Interconnessione di Fortezza: Viabilità di accesso.....	173
Figura 15.2 - Finestra di Aica – Varna: Viabilità di accesso .....	174
Figura 15.3 - Sezione Tipo Strada Statale Allargamento Svincolo Forch.....	175
Figura 15.4 - Finestra di Albes: schema planimetrico.....	177
Figura 15.5 - Imbocco Scaleres Sud: Viabilità di cantiere.....	178
Figura 15.6 - Ponte Isarco: nuova intersezione S.P 27 con la S.S.12.....	179
Figura 15.7 - Gardena Nord: viabilità di accesso e piazzale di emergenza.....	180
Figura 15.8 - Gardena Nord: Viabilità di accesso.....	181
Figura 15.9 - Ponte sul torrente Eores (stralcio planimetrico) .....	181
Figura 15.10 - Ponte sul torrente Eores (prospetto).....	182
Figura 15.11 - Finestra di Chiusa: Viabilità di accesso.....	183
Figura 15.12 - Interconnessione Ponte Gardena BP tratto in Galleria artificiale (stralcio planimetrico).....	185
Figura 15.13 - Interconnessione Ponte Gardena BP: Sezioni galleria artificiale e trincea di approccio.....	186
Figura 15.14 – Interconnessioni Ponte Gardena: pozzi di accesso cavi .....	187
Figura 15.15 - Interconnessione Ponte Gardena BD: Viabilità di accesso e piazzale di emergenza .....	187
Figura 15.16 - Interconnessione Ponte Gardena BP: Viabilità di accesso e piazzale di emergenza.....	188
Figura 15.17 - Tipologico fabbricato tecnologico .....	190
Figura 15.18 - Fabbricato GIS: pianta.....	191
Figura 15.19 - Fabbricato SSE: pianta .....	192
Figura 15.20 - Fabbricato idrico antincendio: pianta.....	193
Figura 15.21 - Fabbricati GE, PGEP e stazione di pompaggio: pianta .....	194
Figura 15.22 - Fabbricato PGEP: pianta .....	195
Figura 16.1 - Planimetria del tombino in progetto.....	203
Figura 16.2 - Sezione tipo A-A del tombino in progetto .....	203
Figura 16.3 – Ponte Gardena: stralcio planimetrico muri lato Isarco .....	204
Figura 16.4 – Fiume Isarco: schema planimetrico della modellazione idraulica .....	206
Figura 16.5– Profilo idrico longitudinale Tr 200 anni, stato di fatto.....	207
Figura 16.6– Profilo idrico longitudinale Tr 300 anni, stato di fatto .....	207

Abbildung 16.7 – Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 200 Jahre, geplanter Zustand .....	208
Abbildung 16.8– Projektschnitte mit Angabe der Ergebnisse für TR200.....	208
Abbildung 16.9– Wasserführungsprofil in Längsrichtung TR 300 Jahre, geplanter Zustand .....	209
Abbildung 16.10 – Projektschnitte mit Angabe der Ergebnisse für TR300.....	209
Abbildung 16.11 – Strecke, an der ein Anstieg des Wasserpegels im Zentimeterbereich verzeichnet wird.....	212
Abbildung 16.12– Beispielhafter Querschnitt mit provisorischer Uferbank.....	213
Abbildung 16.13 – Aus dem Hydraulikmodell für die Simulationen mit TR 2 Jahre abgeleitetes Profil, tatsächlicher Zustand und provisorische Phase .....	214
Abbildung 16.14 – Aus dem Hydraulikmodell für die Simulationen mit TR 200 Jahre abgeleitetes Profil, tatsächlicher Zustand und provisorische Phase .....	216
Abbildung 16.15 – Quellen: Standorte der erfassten und überwachten Stellen .....	217
Abbildung 16.16 – Lageplanauszug der gewählten Projektlösung .....	222
Abbildung 17.1 – Plattform aus vorgespanntem Stahlbeton: beispielhafter Schnitt .....	226
Abbildung 19.1 – Auszug aus dem Landschaftsplan der Gemeinde Vahrn mit Einzeichnung der Baustellen und Deponien. Quelle: Geobrowser Provinz Bozen.....	251
Abbildung 19.2– Begrünungsmaßnahmen an den Tunnelportalen der Verknüpfungstunnel bei Franzensfeste .....	253
Abbildung 19.3 – Lageplan der Begrünungsmaßnahmen an der Enddeponie Forch .....	254
Abbildung 19.4– Lageplan der Begrünungsmaßnahmen an der Enddeponie Vorderrigger.....	255
Abbildung 19.5 – Lageplan der Begrünungsmaßnahmen an der Enddeponie Plaikner.....	255
Abbildung 19.6 – Begrünungsmaßnahmen am Fensterstollen Albeins .....	256
Abbildung 19.7 – Begrünungsmaßnahmen am Fensterstollen Klausen .....	258
Abbildung 19.8 – Begrünungsmaßnahmen Waidbruck.....	259

Figura 16.7– Profilo idrico longitudinale Tr 200 anni, stato di progetto.....	208
Figura 16.8– Sezioni di progetto con indicazione dei risultati per TR200 .....	208
Figura 16.9– Profilo idrico longitudinale Tr 300 anni, stato di progetto.....	209
Figura 16.10– Sezioni di progetto con indicazione dei risultati per TR300 .....	209
Figura 16.11 – Tratto in cui si manifesta un innalzamento dei livelli idrici .....	212
Figura 16.12 – Sezione tipo con banca provvisoria .....	213
Figura 16.13 – Profilo ottenuto dal modello idraulico per le simulazioni TR 2 anni, stato di fatto e fase provvisoria ..	214
Figura 16.14 – Profilo ottenuto dal modello idraulico per le simulazioni TR 200 anni, stato di fatto e fase provvisoria	216
Figura 16.15 – Sorgenti: Ubicazione dei punti censiti e monitorati.....	217
Figura 16.16 – Stralcio planimetrico della soluzione progettuale selezionata .....	222
Figura 17.1 – Platea in c.a.p.: sezione tipologica .....	226
Figura 19.1 - Stralcio del Piano Paesaggistico del comune di Varna, con l'individuazione delle aree di cantiere e siti di deposito definitivi. Fonte: Geobrowser Provincia di Bolzano .....	251
Figura 19.2 - Opere a verde in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie di interconnessione presso Fortezza.....	253
Figura 19.3 - Planimetria delle opere a verde in corrispondenza del deposito definitivo Forch.....	254
Figura 19.4 – Planimetria delle opere a verde in corrispondenza del deposito definitivo Vorderrigger .....	255
Figura 19.5 - Planimetria delle opere a verde in corrispondenza del deposito definitivo Plaikner .....	255
Figura 19.6 - Opere a verde in corrispondenza della Finestra di Albes.....	256
Figura 19.7 - Opere a verde in corrispondenza della Finestra di Chiusa .....	258
Figura 19.8 - Opere a verde in corrispondenza di Ponte Gardena.....	259

## VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 2-1 – Tunnelsystem Schalderer .....	11
Tabelle 2-2 – System Grödnertunnel .....	12
Tabelle 2-3– System der Bauwerke im Freien .....	13
Tabelle 5-1– Geomechanische Stationen in der Brixner Granit-Formation .....	27
Tabelle 5-2– <i>Geomechanische Stationen in der Brixner Phyllit-Formation</i> .....	28
Tabelle 5-3 – Synthese der durchgeführten Tiefensondierungen .....	33
Tabelle 5-4 – Überblick der herkömmlichen Kernbohrungen .....	34
Tabelle 6-1– Zusammenfassende Tabelle der Enddeponien im Riggertal.....	44
Tabelle 8-1- Zusammenfassung Züge auf Bestandsstrecke Szenarium 2015 BBT .....	57
Tabelle 8-2 - Zusammenfassung Züge auf funktionellen Teilabschnitten Szenarium 2015 BBT.....	57
Tabelle 8-3 - Übersicht Tag-/Nachtverteilung der Züge Szenarium 2015.....	57
Tabelle 8-4- Zusammenfassung Züge auf Bestandsstrecke Szenarium 2025 BBT .....	58
Tabelle 8-5- Zusammenfassung Züge auf funktionellen Teilabschnitten Szenarium 2025 BBT .....	58
Tabelle 8-6 - Übersicht Tag-/Nachtverteilung der Züge Szenarium 2025.....	59
Tabelle 8-7 - Zusammenfassung Züge auf Bestandsstrecke .....	59
Tabelle 8-8- Zusammenfassung Züge auf funktionellem Teilabschnitt .....	59
<i>Tabelle 8-9 - Übersicht Tag-/Nachtverteilung der Züge</i> .....	59
Tabelle 11-1 - Wichtigste unterirdische Bauten des Systems Schalderer Tunnel Teilstrecke Franzenfeste-Südeingang. ....	81
Tabelle 11-2 - Wichtigste unterirdische Bauten des Systems Grödnertunnel - Teilstrecke Nordportal - Waidbruck....	82
Tabelle 11-3 – Regelquerschnitte der Gewölbe .....	83
Tabelle 11-4– Breite des Pfads im Verhältnis zum Gleis.....	84
Tabelle 11-5 – Einordnungsschema Tunneling Machines.....	133
Tabelle 11-6– Zuordnung der TBM-Typen zu den Verhaltensklassen der Ortsbrust.....	133
Tabelle 11-7– Ausbruchs- und Verfestigungsschnitte .....	143
Tabelle 16-1– Ergebnisse der numerischen Simulationen TR 200 Jahre (Q=944,66 m <sup>3</sup> /s) .....	210
Tabelle 16-2 – Ergebnisse der numerischen Simulationen TR 300 Jahre (Q=944,66 m <sup>3</sup> /s).....	211
Tabelle 16-3 – Wasserführung des Eisack stromabwärts der Einmündung des Grödnertals für unterschiedliche Wiederkehrperioden, angewandt auf das Hydraulikmodell für die Phase der Baustelleneinrichtung .....	214
Tabelle 16-4 – Ergebnisse der Simulationen für TR 2 Jahre (Q=352,66 m <sup>3</sup> /s) .....	215
Tabelle 16-5 – Ergebnisse der Simulationen für TR 200 Jahre (Q=944,66 m <sup>3</sup> /s) .....	216
Tabelle 16-6 – Überwachte Quellen mit mittlerem und hohem Risiko .....	218
Tabelle 16-7– Eigenschaften der Quellen .....	219
Tabelle 18.1 - Haupteigenschaften der Baustellenbereiche Baulos 1 - Franzenfeste - Waidbruck .....	247

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 – Sistema Galleria Scaleres.....	11
Tabella 2.2 – Sistema Galleria Gardena .....	12
Tabella 2.3 – Sistema Opere all’aperto.....	13
Tabella 5.1 - <i>Stazioni geomeccaniche eseguite nella Formazione dei Graniti di Bressanone</i> .....	27
Tabella 5.2 - <i>Stazioni geomeccaniche eseguite nella Formazione delle Filladi di Bressanone</i> .....	28
Tabella 5.3 - Sintesi dei sondaggi profondi effettuati.....	33
Tabella 5.4 - Sintesi dei sondaggi ordinari a carotaggio continuo effettuati.....	34
Tabella 6.1 – Tabella riassuntiva depositi definitivi in Val Riga .....	44
Tabella 8.1 - Riepilogo treni su linea storica scenario 2015 BBT .....	57
Tabella 8.2 - Riepilogo treni su lotti funzionali scenario 2015 BBT.....	57
Tabella 8.3 - Riepilogo ripartizioni treni diurni/notturni scenario 2015 .....	57
Tabella 8.4 - Riepilogo treni su linea storica scenario 2025 BBT .....	58
Tabella 8.5 - Riepilogo treni su lotti funzionali scenario 2025 BBT.....	58
Tabella 8.6 - Riepilogo ripartizioni treni diurni/notturni scenario 2025 .....	59
Tabella 8.7 - Riepilogo treni su linea storica.....	59
Tabella 8.8 - Riepilogo treni su lotto funzionale.....	59
Tabella 8.9 - Riepilogo ripartizioni treni diurni/notturni.....	59
Tabella 11.1 - Principali opere sotterranee del sistema galleria Scaleres - Tratto Fortezza-Imbocco sud .....	81
Tabella 11.2 - Principali opere sotterranee del sistema galleria Gardena - Tratto Imbocco Nord - Ponte Gardena .....	82
Tabella 11.3 - Sezioni tipo di intradosso .....	83
Tabella 11.4 - Larghezze dello stradello rispetto al binario.....	84
Tabella 11.5 – Schema classificativi Tunneling Machines.....	133
Tabella 11.6 - Correlazione tra tipologie di TM e categorie tipo di comportamento del fronte .....	133
Tabella 11.7 - Sezioni di scavo e consolidamento .....	143
Tabella 16.1 - Risultati simulazioni numeriche Tr 200 anni (Q=944.66 m <sup>3</sup> /s) .....	210
Tabella 16.2 - Risultati simulazioni numeriche Tr 300 anni (Q=995.04 m <sup>3</sup> /s): .....	211
Tabella 16.3 – Portate dell’isarco a valle della confluenza del Rio Gardena per diversi tempi di ritorno, applicate nel modello idraulico relativo alla fase di cantiere .....	214
Tabella 16.4 - Risultati simulazioni Tr 2 anni (Q=352.66 m <sup>3</sup> /s).....	215
Tabella 16.5 - Risultati simulazioni Tr 200 anni (Q=944.66 m <sup>3</sup> /s).....	216
Tabella 16.6 – Sorgenti monitorate a rischio medio e alto .....	218
Tabella 16.7 – Caratteristiche sorgenti.....	219
Tabella 18.1– principali aree di cantiere Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena .....	247