

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J94J17000040001

## U.O. COORDINAMENTO PROGETTI CAPTIVE

### PROGETTO DEFINITIVO

LINEA BOLZANO – MERANO

REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

### ELABORATI GENERALI

#### RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE

SCALA:

-

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

N B 1 D 0 1 D 0 5 R G M D 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Giudice	Ago. 2021	A. Santoro	Ago. 2021	C. Mazzocchi	Ago. 2021	G. Bargellini (Progettista Integratore)

File: NB1D01D05RGMD0000001A.doc



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	2 di 148

## INDICE

<b>ELEMENTI INTRODUTTIVI</b> .....	<b>5</b>
<b>1 STORIA DEL PROGETTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2 SCOPO DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>3 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>8</b>
3.1 ARTICOLAZIONE IN APPALTI .....	11
<b>4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>12</b>
<b>INDAGINI CONOSCITIVE DEL TERRITORIO</b> .....	<b>13</b>
<b>5 TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA</b> .....	<b>13</b>
<b>6 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	14
6.2 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO .....	20
6.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	21
6.4 ZONIZZAZIONE MORFOLOGICA .....	25
6.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	30
6.6 INDAGINI SVOLTE .....	34
<b>7 IDRAULICA E IDROLOGIA</b> .....	<b>36</b>
7.1 IDROGRAFIA DELL'AREA .....	36
7.2 DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DI PERICOLO RISPETTO AL PZP.....	39
<b>SVILUPPO DEL PROGETTO</b> .....	<b>40</b>
<b>8 SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITÀ APPLICABILI</b> .....	<b>40</b>
<b>9 SICUREZZA IN GALLERIA</b> .....	<b>42</b>
9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA SICUREZZA IN GALLERIA.....	42
9.2 PREDISPOSIZIONI DI SICUREZZA IN GALLERIA .....	43
9.3 SICUREZZA LINEE .....	45
9.4 ATTIVITÀ SOGGETTE AL CONTROLLO DI PREVENZIONE INCENDI DEI VV.F. ....	45
<b>10 TRACCIATO FERROVIARIO</b> .....	<b>46</b>
10.1 CARATTERISTICHE TECNICHE .....	48
10.2 FASI ESECUTIVE DELL'INTERVENTO.....	50
<b>11 STUDI DI ESERCIZIO</b> .....	<b>51</b>
11.1 SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE ATTUALE.....	51
11.2 MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE.....	52
11.3 CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURALE E TECNOLOGICA DI PROGETTO.....	52



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	3 di 148

11.4	MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO.....	54
12	INTERFERENZE, ATTIVITÀ PRELIMINARI E SOTTOSERVIZI.....	55
12.1	INTERFERENZE CON L'ESERCIZIO FERROVIARIO .....	55
12.2	INTERFERENZE SULLE VIABILITÀ .....	57
12.3	INTERFERENZE CON I SOTTOSERVIZI.....	59
12.4	VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO E ATTIVITÀ DI SORVEGLIANZA ARCHEOLOGICA AI MOVIMENTI TERRA.....	61
12.5	BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI .....	61
12.6	DEMOLIZIONI .....	64
13	OPERE CIVILI - AREE ALL'APERTO.....	65
13.1	VIABILITÀ STRADALE .....	66
13.2	OPERE DI CONTENIMENTO DEL TERRENO.....	75
13.3	MANUFATTO DI PROTEZIONE DELLA PILA AUTOSTRADALE ESISTENTE .....	77
13.4	FABBRICATI TECNOLOGICI .....	77
14	STABILIZZAZIONE VERSANTE DEL COLLE VIRGOLO .....	79
14.2	INTERVENTI PER VRU SUPERIORI A 3 [M <sup>3</sup> ] .....	82
14.3	INTERVENTI PER VRU INFERIORI A 3 [M <sup>3</sup> ] .....	84
14.4	INTERVENTI PER VRU INFERIORI A 0,5 [M <sup>3</sup> ] .....	85
14.5	MONITORAGGIO .....	86
15	OPERE IN SOTTERRANEO: GALLERIA VIRGOLO .....	87
15.1	METODOLOGIA DI LAVORO .....	87
15.2	CONFIGURAZIONE E SVILUPPO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO .....	88
15.3	RISCHI POTENZIALI .....	102
15.4	FASE DI VERIFICA E MESSA A PUNTO DEL PROGETTO .....	102
16	PONTE ESISTENTE SUL FIUME ISARCO .....	105
17	ATTREZZAGGIO E IMPIANTI TECNOLOGICI .....	107
17.1	ARMAMENTO.....	107
17.2	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA .....	108
17.3	IMPIANTI DI LUCE FORZA MOTRICE .....	112
17.4	SISTEMA DI SEGNALAMENTO .....	114
17.5	IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE.....	116
17.6	IMPIANTI MECCANICI .....	117
18	ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI.....	120
19	PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE .....	122
20	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE .....	123



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	4 di 148

20.2	INDAGINI VIBRAZIONALI .....	125
21	GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA .....	128
21.1	INTERFERENZE CON SITI CONTAMINATI .....	129
22	PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE .....	131
23	OPERE A VERDE .....	133
24	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	136
25	STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE .....	137
26	ESPROPRIAZIONI .....	138
26.1	TIPOLOGIA AREE.....	138
26.2	QUADRO URBANISTICO .....	139
26.3	CRITERI DI STIMA.....	139
26.4	INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI.....	140
27	QUADRO ECONOMICO.....	141
	RELAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	142
	INDICI .....	145
	INDICE DELLE FIGURE .....	145
	INDICE DELLE TABELLE .....	147

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 5 di 148

## ELEMENTI INTRODUTTIVI

### 1 STORIA DEL PROGETTO

Nel 2006 il Comune di Bolzano, la Provincia Autonoma di Bolzano e Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (RFI) hanno stipulato un Protocollo d'Intesa per la riorganizzazione e la riqualificazione delle aree ferroviarie di Bolzano. In particolare le parti concordavano che la Provincia ed il Comune di Bolzano, previo espletamento di un apposito concorso internazionale di idee, procedessero all'elaborazione di un piano di assetto complessivo del sistema ferroviario di Bolzano. A tal fine, nel 2007 Provincia Autonoma di Bolzano e Comune di Bolzano hanno dato luogo alla costituzione della Società denominata "Areale Bolzano – ABZ S.p.A."

Nel 2010 l'ATI Podrecca/ABDR/Hotz è risultata vincitrice del Concorso Internazionale di Idee e nel 2014 ha completato il Masterplan degli interventi di riqualificazione dell'areale ferroviario di Bolzano, compresa la rilocalizzazione della stazione ferroviaria nell'area più prossima al fiume Isarco,

La nuova configurazione della Stazione, prevista nel Masterplan, presuppone la separazione dei flussi di traffico tra la linea Meranese e la linea del Brennero nell'ingresso da sud alla stazione di Bolzano, perseguibile mediante la realizzazione di una variante in galleria al tracciato esistente della Brennero, sotto la balza rocciosa del Colle del Virgolo.

Nel 2013 ABZ S.p.A. ha incaricato Italferr S.p.A. della redazione del Progetto Preliminare di tali interventi denominati "Galleria Ferroviaria del Virgolo", che prevedono un tratto di nuova linea a tre binari per una lunghezza complessiva di circa 1,2 chilometri, in parte in variante, con una galleria di lunghezza complessiva di poco superiore a 500 metri e in parte allo scoperto, dove, per la maggior parte dello sviluppo risulta in affiancamento alla sede esistente. La variante terminava in corrispondenza della spalla sud del ponte esistente sull'Isarco dove i binari si sarebbero allacciati a quelli esistenti sull'impalcato.

Nel 2015 è stata sottoscritta un'Intesa Preliminare tra la Provincia Autonoma di Bolzano, Comune di Bolzano, Areale di Bolzano con adesione di RFI, Trenitalia e FS-Sistemi Urbani S.r.l. ai fini della futura sottoscrizione di un Accordo di Programma per il proseguimento delle attività finalizzate al potenziamento del sistema ferroviario, la trasformazione urbanistica, la riorganizzazione e la riqualificazione delle aree ferroviarie di Bolzano.

Nel 2016, con l'accordo di Progettazione, ABZ S.p.A. ha affidato a RFI lo sviluppo della parte ferroviaria del Masterplan del 2014, che a sua volta ha incaricato il proprio soggetto tecnico Italferr S.p.A.

Nel primo semestre del 2017 Italferr ha completato lo sviluppo del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) dell'Areale su specifiche RFI; contestualmente RFI a Dicembre 2017 ha avviato il progetto di investimento specifico per la nuova Galleria del Virgolo, per il proseguimento della progettazione coerentemente con gli sviluppi emersi dal progetto dell'Areale.

Nel Giugno 2018 RFI ha quindi incaricato Italferr anche dello sviluppo del progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE) del Nuovo Tunnel del Virgolo a 3 binari, sulla base delle risultanze del progetto dell'Areale, che ipotizzava una diversa configurazione di allaccio alla radice sud di Bolzano, rispetto al progetto preliminare 2013, mediante la realizzazione di un nuovo ponte sull'Isarco e il rifacimento di quello esistente.

In data 19/03/2019 il Protocollo del 2015 è stato aggiornato mediante la firma di un "Protocollo d'intesa tra RFI S.p.A. e la Provincia di Bolzano per il proseguimento della progettazione e la successiva realizzazione di opere infrastrutturali ferroviarie". Il nuovo accordo prevede che RFI individui un soggetto tecnico responsabile delle fasi di progettazione e realizzazione delle opere riportate nell'allegato schema di Protocollo d'intesa e che la Provincia provveda a promuovere lo stato di avanzamento dei progetti e a chiarire con gli enti territoriali

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

eventuali difficoltà e problematiche che potrebbero verificarsi in loco e che potrebbero comportare possibili ritardi nell'attuazione del progetto.

Nel mese di Aprile 2020 RFI ha incaricato Italferr di sviluppare la Progettazione Definitiva del progetto della “Nuovo Tunnel del Virgolo a tre binari e spostamento del Bivio della linea Meranese” e a seguito dell’entrata in vigore del DL 16 Luglio 2020 n.76 convertito in legge dalla L. 11.9.2020 n.120, si è proceduto nell’aggiornamento del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica poi trasmesso al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per il parere di competenza a Dicembre 2020.

L’area di intervento è interessata anche dal progetto di opportune opere di difesa capaci di mitigare il rischio di fenomeni di caduta massi lungo la linea ferroviaria Brennero e Bolzano-Merano in corrispondenza del versante Nord-Ovest del Colle del Virgolo. Di questi interventi a Dicembre 2020 è stato redatto il Progetto Definitivo “Stabilizzazione Versante del Colle Virgolo”, che risponde anche alla duplice esigenza di mitigare il rischio di caduta massi nelle aree immediatamente a valle, e da quella di fornire ulteriore garanzia al sottostante traffico ferroviario durante le lavorazioni che, nell’ambito del presente Progetto del Nuovo Tunnel, lo porteranno in galleria.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 7 di 148

## 2 SCOPO DELL'INTERVENTO

Il progetto della nuova galleria ferroviaria del Virgolo nasce per esigenze commerciali, legate allo sviluppo dei servizi sulle linee Bolzano – Merano e Bolzano – Trento coerente con quanto sottoscritto nell'Accordo Quadro per l'utilizzo di capacità dell'infrastruttura ferroviaria sottoscritto tra RFI e Provincia Autonoma di Bolzano nel 2015. Il tratto compreso tra la Stazione di Bolzano ed il bivio per Merano risulta essere ad oggi un "collo di bottiglia" nel quale confluisce tutto il traffico della linea del Brennero e quello per Merano ed il cui valore complessivo è già vicino alla soglia di capacità. L'intervento è quindi finalizzato all'aumento di capacità dell'infrastruttura afferente all'asse del Brennero e al nodo di Bolzano grazie alla separazione dei flussi della linea del Brennero da quelli della linea per Merano tramite la realizzazione di un ingresso in stazione indipendente per quest'ultima linea. Tale aumento di capacità permetterà il potenziamento e lo sviluppo dei servizi offerti, in linea con l'Accordo Quadro per l'utilizzo di capacità dell'infrastruttura ferroviaria sottoscritto tra RFI e PAB nel 2015. Il progetto prevede inoltre la velocizzazione della meranese a 100 km/h, lo spostamento del bivio a raso tra le due linee che, dalla posizione attuale, sarà posizionato circa 1,1 km più a Sud, nonché la revisione e il miglioramento dei binari di ingresso allo scalo STA. Le nuove comunicazioni fra Binario Pari e Binario Dispari saranno percorribili sempre a 60 km/h mentre quella fra la Meranese e il BP sarà percorribile a 100 km/h, coerentemente alla nuova Velocità di fiancata della meranese.

### 3 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI

Il Progetto del nuovo Tunnel del Virgolo, prevede la realizzazione del tratto di variante a tre binari per una lunghezza complessiva di circa 1,1 chilometri. La tratta ha origine al Km 148+735 della linea Verona-Brennero (Binario Dispari), poco più a Nord del sottovia ferroviario di via Roma, e termina al Km 149+771, in corrispondenza del Ponte sul fiume Isarco.

La nuova sede ferroviaria a tre binari si sviluppa in parte in variante, con una galleria di lunghezza complessiva di poco superiore a 500 metri e in parte allo scoperto, dove, per la maggior parte dello sviluppo, risulta in affiancamento alla sede esistente.

lo spostamento del Bivio della linea Meranese consiste nella demolizione delle comunicazioni esistenti e la realizzazione di una nuova connessione con la linea per Merano al Km 147+400 LS.

La ricognizione dei vincoli legati alla tutela e valorizzazione del paesaggio, al governo del territorio ed al contenimento del suolo che nella Provincia Autonoma di Bolzano sono disciplinati dalla LP n. 9 del 10 luglio 2018, non ha evidenziato fattori ostativi alla discussione delle opere oggetto del presente intervento.



Figura 3.1 – Collocazione dell'Intervento

Nella tabella seguente si riportano le opere in progetto:

<b>STABILIZZAZIONE DEL VERSANTE</b>	<p>Sulla base dello studio geologico di dettaglio e dei meccanismi di instabilità dell'area in esame, sono state individuate tipologie di intervento attive (funzione di prevenire, impedire, ridurre il distacco) e passive (funzione di rallentare, deviare, ostacolare il movimento di masse rocciose) in grado, singolarmente o in combinazione, di mitigare il rischio di caduta massi sul versante in oggetto.</p> <p>(GB00)</p>	Interventi di rafforzamento corticale (intervento attivo).
		Interventi di rivestimento superficiale con reti semplici (intervento passivo).
		Realizzazione di barriere paramassi (intervento passivo).
		Consolidamento di blocchi instabili (intervento attivo).
		Monitoraggio (Estensimetri, Clinometri, Sensori di Urto/Vibrazione, Celle di Carico)
<b>GALLERIA DEL VIRGOLO</b> L=526,3 m	Galleria artificiale singola canna/doppio binario (GA01)	Galleria artificiale di lunghezza pari a 10,9 [m] imbocco lato Verona.
	Galleria artificiale singola canna/singolo binario (GA02)	Galleria artificiale di lunghezza pari a 19 [m] imbocco lato Verona.
	Galleria naturale (GN01)	Galleria naturale di lunghezza pari a 483,1 [m].
	Galleria artificiale singola canna/triplo binario (GA03)	Galleria artificiale di lunghezza pari a 30,72 [m] imbocco lato Bolzano.
<b>VIABILITÀ STRADALE</b>	Via Roma (NV01)	Al fine di non intervenire sulle strutture esistenti e poiché il nuovo manufatto rispetta l'attuale franco, si prevede di non modificare né il tracciamento planimetrico, né tantomeno l'altimetria di via Roma. I soli interventi previsti per la parte stradale, una volta ultimato l'intervento di adeguamento strutturale, interesserà il ripristino della pavimentazione e il ripristino della segnaletica stradale.
	Via Santa Geltrude (NV02)	Vincolata dalle preesistenze, Via Santa Geltrude dovrà mantenere la livelletta presente. Mantenendo fermo il ciglio Nord, in modo da allontanarsi dall'interferenza con la galleria artificiale della SS12, la viabilità invece acquisirà una sezione maggiore. La pista ciclopedonale sarà traslata di conseguenza.
	Viabilità di servizio – piazzale ex-ANAS (NV03)	L'intervento si sviluppa per 256 [m] circa ed ha il compito di garantire l'accesso all'area interclusa tra il BD e BP della linea Brennero e permettere l'ispezione delle opere presenti.
	Via Piè di Virgolo (NV04)	L'intervento si sviluppa per 274 [m] e scaturisce dalla necessità di armonizzare il tracciato di Via Piè del Virgolo alle opere di imbocco della nuova galleria del Virgolo lato Bolzano.
	Via del Calvario (NV05)	L'intervento si sviluppa per 42[m] circa e scaturisce dalla necessità di raccordare Via del Calvario alla nuova Via Piè di Virgolo armonizzata alle opere di imbocco della nuova galleria del Virgolo lato Bolzano.
<b>CAVALCAVIA</b>	Cavalcavia Via Roma (VI01)	Cavalcavia a due luci in affiancamento a medesima struttura esistente. Il nuovo sottovia avrà una pila centrale allineata a quella esistente e due spalle, anch'esse allineate con quelle dell'opera esistente, che porteranno un impalcato a due luci in semplice appoggio realizzato con la tecnologia delle travi metalliche incorporate nel calcestruzzo.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

<b>PONTE</b>	Ponte a campata singola (NW03)	Cavalcavia in c.a.p. ad unica campata con luce di calcolo 18 [m]. L'impalcato è in semplice appoggio su spalle fondate su micropali. L'impalcato a 4 travi in c.a.p. tipo "pi greco rovescio", ha una larghezza complessiva di 9,1 [m] e consente di realizzare una viabilità locale tipo F urbana con marciapiede da 1,50 [m] da un solo lato.	
	<b>SOTTOPASSI</b>	Via Santa Geltrude (SL02)	Scatolare varato a spinta previa demolizione dell'esistente e contestuale messa in opera di un sistema di sostegno provvisorio dei binari atto a garantire l'esercizio della linea durante le lavorazioni. Il nuovo sottovia sarà più largo dell'esistente, tale da potere ospitare una sezione stradale di 5,70[m] ed una pista ciclopedonale di 3,00 [m].
		SS12 (SL03)	Prolungamento della galleria ferroviaria esistente previa demolizione della soletta superiore dello scatolare che attualmente ospita la strada di accesso all'area di servizio ex-ANAS. L'opera è costituita da due paratie di pali Ø800, sormontate da travi di coronamento che consentiranno di varare delle predalles auto portanti. A causa della diversa inclinazione rispetto il tracciato ferroviario, l'opera sarà dotata di opportuni ringrossi atti a ristabilire l'ortogonalità.
		Via Pie' di Virgolo (SL04)	La struttura consiste in uno scatolare in calcestruzzo armato gettato in opera di larghezza interna netta 9,5 [m] e altezza netta 5,7 [m] per consentire un franco sulla strada di 5,1 [m].
<b>FABBRICATI</b>	Sottopasso della Viabilità di servizio Piazzale Ex-Anas (SL05)	Sottopasso scatolare in calcestruzzo armato che sottopassa il Binario Dispari in progetto per consentire alla viabilità di servizio di raggiungere la zona della Pila Autostradale e dello shelter BTS. Il sottopasso sarà lungo 10 [m], con larghezza interna netta di 6,5[m] e altezza libera 4 [m].	
	Nuovo Gestore d'Area – GA1 (FA01)	E' prevista la realizzazione di un nuovo fabbricato tecnologico, a singolo piano e di dimensioni in pianta pari a 19,90 x 6,70 [m <sup>2</sup> ], per installare le apparecchiature IS/TLC relative al nuovo Gestore di Area (GA1) e il relativo sistema di alimentazione (SIAP), da ubicare in adiacenza al tracciato ferroviario nei pressi dell'attraversamento di Via Roma.	
<b>BTS</b>	Realizzazione nuova cabina MT/B Ente Distributore (FA02)	Per la realizzazione di una nuova cabina MT/B l'Ente Distributore prevede l'installazione di un prefabbricato a singolo piano delle dimensioni esterne in pianta di 6,1 x 7,8 [m <sup>2</sup> ] per soddisfare le esigenze di alimentazione relative al nuovo impianto GA1, all'impianto RED, all'impiantistica civile dei fabbricati e agli impianti di sicurezza della nuova Galleria.	
	Shelter con traliccio e Apparato RRH	Si prevede la sostituzione della attuale BTS sita in shelter nel piazzale di Bolzano con una nuova BTS serie RM10 al fine di poter installare un apparato RRH in prossimità dell'imbocco nord della nuova galleria per la ridondanza della radiocopertura GSM-R secondo gli standard ERTMS L2. A tal fine si realizzerà una piazzola all'imbocco sud della galleria del Virgolo nella quale saranno posati uno shelter e un traliccio per le antenne di circa 30 [m] di altezza. L'apparato RRH sarà contenuto in un armadio IP65 collocato all'ingresso nord della galleria.	

**Tabella 1 – Opere principali in progetto**

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

### 3.1 ARTICOLAZIONE IN APPALTI

Gli interventi per la realizzazione delle opere del progetto del “Nuovo Tunnel del Virgolo a tre binari e spostamento del Bivio della linea Meranese”, anche in funzione dei vincoli legati alla tecnologia proprietaria dei diversi sistemi/impianti interessanti l'intervento, saranno divisi in unico Appalto Multidisciplinare ed Appalti/Trattative Private diversi secondo la seguente articolazione:

- a) **Appalto Multidisciplinare** – Gara Aperta, composto da:
  - tutte le Opere Civili
  - Impianti Meccanici
  - Armamento
  - tutti gli interventi LFM
  - tutti gli interventi TE
  - realizzazione degli interventi IS di piazzale, TLC, LFM, TE e di armamento/OO.CC. compreso la realizzazione dei locali tecnologici (GA1, Cabina MT/bt) necessari al contenimento delle nuove apparecchiature atte a gestire il gruppo scambi costituente il nuovo bivio per Merano.
- b) **Appalto Tecnologico** – Trattativa Privata con il fornitore del PP/ACC di Bolzano, composto da:
  - interventi IS, SCMT di cabina per la riconfigurazione fasi del PP/ACC di Bolzano in esercizio;
  - adeguamento dei Punti Informativi SCMT.
- c) **Appalto Tecnologico** – Trattativa Privata con il fornitore dell'ACCM Verona-Brennero, ERTMS-L2 sovrapposto della Verona-Brennero, IS/SCMT/ERTMS-L2 della Bronzolo-Bolzano, composto da:
  - interventi IS per la riconfigurazione per fasi dell'ACCM Verona-Brennero;
  - adeguamento per fasi dell'ERTMS-L2 sovrapposto Verona-Brennero;
  - adeguamento IS, SCMT ed ERTMS-L2 della Tratta di Linea Bronzolo-Bolzano (escluso piazzale).
- d) **Appalto Tecnologico** – Trattativa Privata con il fornitore dell' SSC/SCCM Verona-Brennero, composto da:
  - interventi per la riconfigurazione per fasi dell'SCC e SCCM Verona-Brennero.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 12 di 148

## 4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Lo sviluppo del Progetto Definitivo oggetto della presente relazione, si è basato principalmente sui seguenti documenti, costituenti i dati e requisiti di base:

- Protocollo d'intesa tra RFI, Comune di Bolzano e PAB 2006;
- Protocollo d'intesa tra RFI e PAB 2015;
- Protocollo d'intesa tra RFI e PAB 2019;
- ABZ-Italferr, Galleria Ferroviaria del Virgolo: Progetto Preliminare (2013);
- RFI-Italferr, Areale di Bolzano: Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (2017);
- RFI-Italferr, Nuovo Tunnel del Virgolo a 3 Binari e spostamento bivio Linea Meranese: Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (2019);
- Parere n. FSR 2019/435 in esito alla verifica preventiva dell'interesse archeologico;
- RFI-Italferr, Realizzazione del nuovo Tunnel del Virgolo a 3 binari e spostamento bivio Linea Meranese: Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (2021).

La Normativa e le Specifiche tecniche di riferimento sono riportate nelle singole relazioni specialistiche.

La Presente Relazione Tecnica Generale ha la funzione fornire una visione generale delle varie discipline componenti il progetto e guidare il lettore nella loro navigazione. Per tali motivi, per approfondimenti specialistici si invita a consultare la documentazione costituente la sezione progettuale della disciplina desiderata; ulteriori rimandi saranno esplicitati anche nel seguito.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 13 di 148

## INDAGINI CONOSCITIVE DEL TERRITORIO

### 5 TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

Le indagini preliminari per la rappresentazione di base del territorio, necessaria alla redazione del progetto, sono state le seguenti:

- riprese LiDAR;
- volo aerofotogrammetrico;
- rilievi celerimetrici in scala 1:200;
- rilievo del cunicolo esistente;
- cartografia in scala 1:2.000.

Le suddette indagini hanno permesso di realizzare una cartografia di base adeguata alla fase progettuale ed al grado di dettaglio previsto sia per l'opera nel suo insieme che per lo sviluppo del progetto degli impianti ferroviari di stazione e delle aree di cantiere. In particolare, la cartografia ed il LiDAR è stato eseguito per l'intero tracciato, dall'area aeroportuale a Sud, all'intero abitato e stazione di Bolzano a Nord, comprendendo il tratto della linea meranese attraversante l'area fieristica ed il casello Sud. I rilievi celerimetrici sono stati effettuati per tutta la tratta interessante il progetto, concentrandosi sulle urbanizzazioni comprese in una fascia di circa 50 [m] dall'asse ferroviario e sulle opere d'arte e viabilità intersecanti o adiacenti la linea ferroviaria. E' stato possibile invece rilevare il cunicolo esistente grazie all'utilizzo di idonea e specializzata attrezzatura radiocomandata.

#### 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 UTM 32; per l'aspetto altimetrico sono stati utilizzati i grigliati dell'IGM.

#### Cartografia numerica digitale 1: 1.000

Per la realizzazione della cartografia digitale numerica nel mese di Novembre 2019 è stata eseguita una ripresa aerea a colori idonea per una restituzione in scala 1:2.000. La cartografia è stata inquadrata nella proiezione UTM32 sistema geodetico nazionale (elissoide internazionale orientato a Roma Monte Mario).

#### Rilievi celerimetrici 1: 200

La campagna di rilievi è stata eseguita nel 2019, comprendendo una fascia di circa 50 [m] a cavallo della linea ferroviaria, le principali aree di cantiere, le viabilità di accesso alle stesse e ponendo particolare attenzione alle opere d'arte e viabilità intersecanti o adiacenti la linea.

#### Ripresa aerea LiDAR

È stata inoltre, eseguita una ripresa LiDAR da elicottero al fine di ottenere una nuvola di punti con una precisione di 14 punti/mq. È stata coperta l'area di progetto dall'area aeroportuale a Sud, all'intero abitato e stazione di Bolzano a Nord, comprendendo il tratto della linea meranese attraversante l'area fieristica ed il casello Sud. La ripresa è stata inquadrata nello stesso sistema geodetico nazionale UTM 32, utilizzando la rete topografica come appoggio a terra.

## 6 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Nell'ambito del progetto del Nuovo Tunnel del Virgolo sono state eseguite importanti campagne geognostiche: 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.

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

Il Dettaglio è disponibile al Documento "NB1D01D69RGGE0001001" e relativa sezione progettuale.

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di studio ricade nel dominio Sudalpino, caratterizzato a scala regionale da un basamento metamorfico di età Varisica costituito in prevalenza da rocce filladiche con intrusioni di tipo granitico, da successioni vulcaniche permiane e da sedimenti permo-giurassici. Il basamento roccioso è spesso coperto da depositi quaternari (Pleistocene Sup. – Olocene) di varia natura.

L'area di studio è ubicata all'interno della potente successione vulcanica permiana, nota come "Piattaforma Porfirica Atesina" (porfidi quarziferi) o "Gruppo Vulcanico Atesino" (GVA).

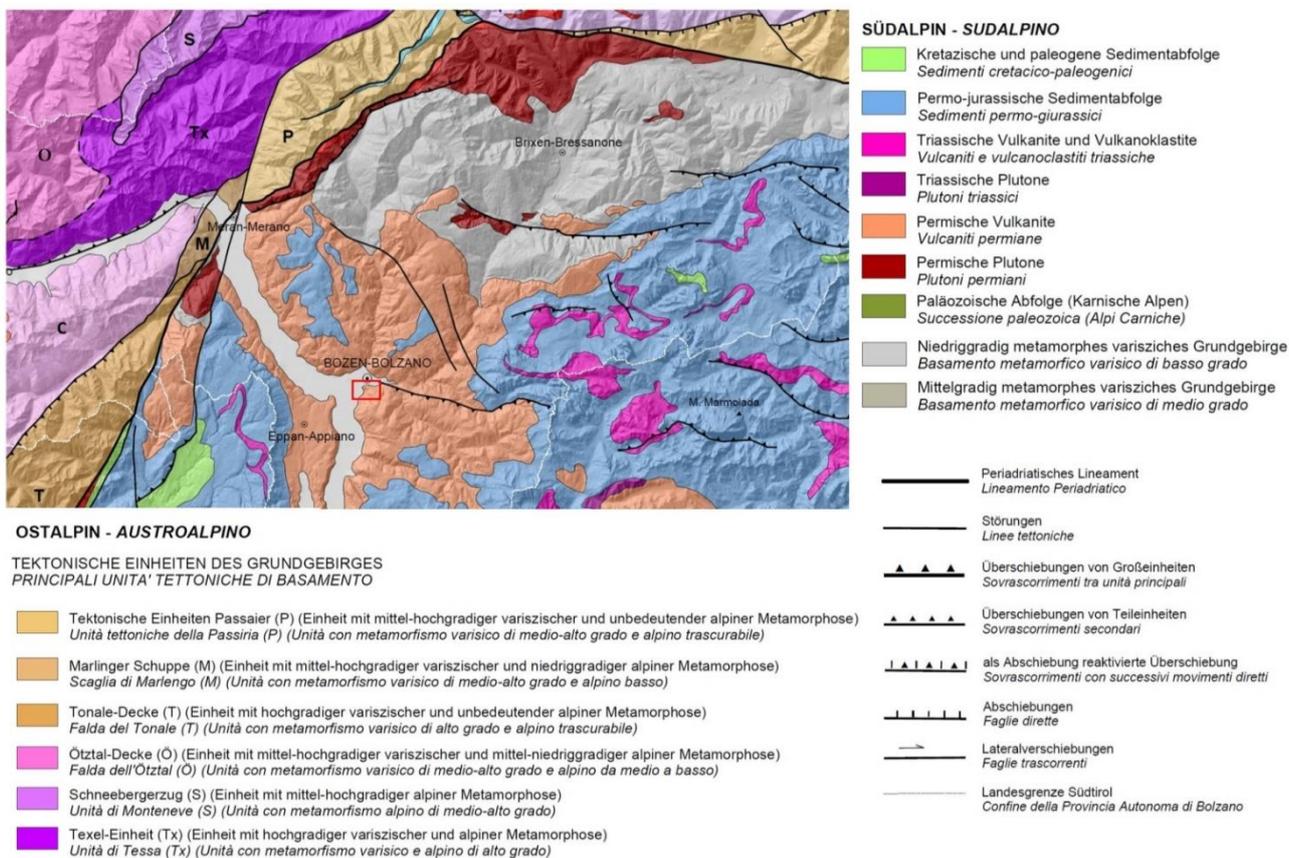
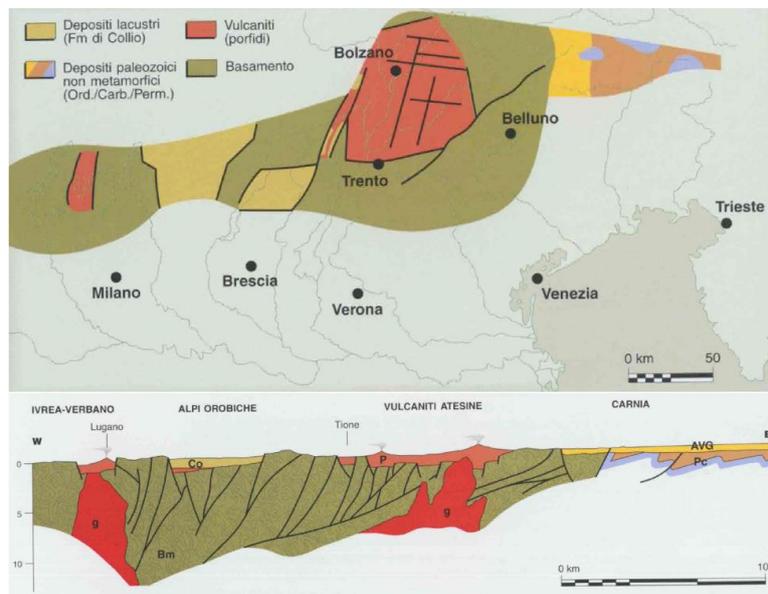


Figura 6.1 - Inquadramento geologico. L'area oggetto di studio è ricompresa nel rettangolo rosso

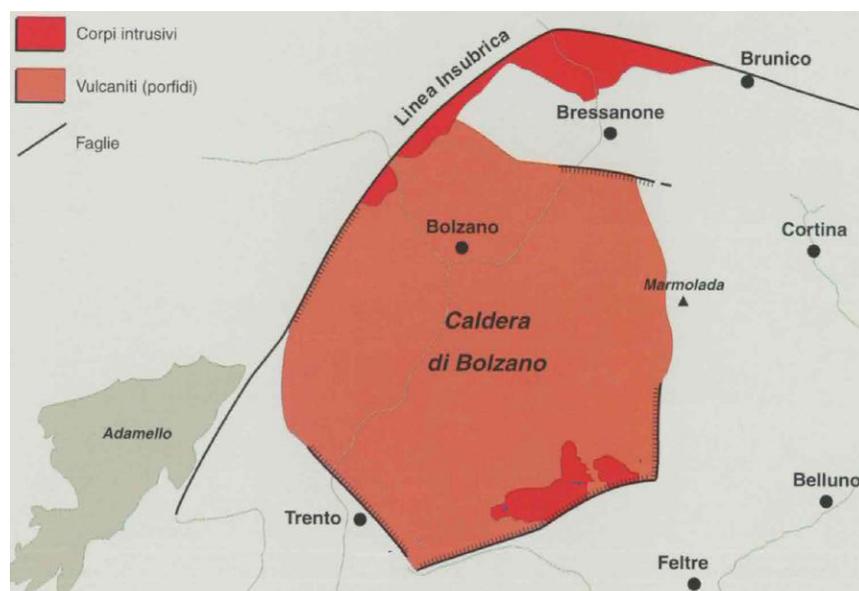
	<b>LINEA BOLZANO – MERANO</b> <b>REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI</b> <b>SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE</b>					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	<b>COMMESSA</b> NB1D	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> D 05 RG	<b>DOCUMENTO</b> MD 00 00 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 15 di 148

Sotto il generico nome di “porfidi quarziferi” viene indicata la sequenza vulcanica, composizionalmente variabile da riolacitica-andesitica a riolitica, che è formata in prevalenza da depositi piroclastici (ignimbriti) e subordinate lave ed epiclastiti (Morelli et alii, 2007). L’attività magmatica si è protratta per circa 10-15 Ma (Morelli et alii, 2010); ha avuto origine durante una fase tettonica transtensionale-estensionale, con sviluppo di bacini delimitati da faglie di strike-slip nella crosta superiore fragile, che hanno condizionato la risalita dei magmi e la loro messa in posto. Tale fase tettonica è associata al collasso post-orogenico della catena Varisca e alla successiva chiusura della Paleo-Tetide (McCann et alii, 2008; Cassinis et alii, 2012).



**Figura 6.2 - Traccia e sezione E-W delle Alpi meridionali durante il Permiano medio**

L’area in cui si è esplicata la massima attività vulcanica, avente un diametro compreso tra circa 60 e 70 km, è denominata “caldera di Bolzano”. Sulla base delle attuali evidenze geologiche si può dunque stimare per questo dominio un areale di affioramento di circa 2000 km<sup>2</sup> (Morelli et alii, 2007), tra la linea Periadriatica a NW e la linea della Valsugana a SE.



**Figura 6.3 - Caldera di Bolzano: area subcircolare delimitata da lineamenti strutturali (da Bosellini,1996)**

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 16 di 148

La sequenza sedimentaria dolomitica, successiva all'attività vulcanica appena descritta, non entra invece a far parte dell'area in studio. I depositi quaternari, al contrario, di origine glaciale e/o alluvionale, interessano l'area di progetto. In particolare i materiali alluvionali caratterizzano, in massima parte, l'attuale fondo della valle Isarco, ove si è sviluppata la zona urbana della città di Bolzano, mentre i depositi glaciali si rinvencono lungo i versanti della valle stessa. Sono infine da ricordare le diffuse coperture detritiche, generate da progressivi fenomeni di crollo e disfacimento delle pareti rocciose vulcaniche, che caratterizzano la base dei versanti del rilievo del Virgolo.

### 6.1.1 Stratigrafia

Nell'area oggetto di studio in base ai dati di letteratura risultano note due unità ignimbritiche; le formazioni in questione sono:

- **Formazione di Ora (ORA)**
- **Formazione di Gries (IGR-IGRa)**

Le indagini eseguite nell'ambito del presente studio (nello specifico il sondaggio BHG7, realizzato in corrispondenza della sommità del colle del Virgolo) hanno portato all'identificazione di una ulteriore unità ignimbritica, non affiorante, che è stata ricondotta alla:

- **Formazione di Nalles (NAL)**

Nel corso della perforazione del sondaggio profondo BHG7, a tetto della formazione di Nalles e alla base della formazione ORA è stato inoltre rinvenuto un orizzonte di circa 17 metri di Breccie laviche e lave andesitiche (AND) di colore grigio con fenocristalli di plagioclasio.

Al di sopra delle formazioni del substrato vulcanico si rinvencono i depositi quaternari caratteristici delle vallate alpine. In particolare, ci si riferisce al **Sintema del Garda (SGD)** e al **Sintema Postglaciale Alpino (PTG)**. Il primo rappresenta i depositi appartenenti al cosiddetto Last Glacial Maximum (LGM), che si rinvencono sulla sommità del colle del Virgolo mentre il secondo è costituito dai terreni di copertura che vanno dal Pleistocene superiore all'Attuale e che raggiungono la massima espressione ed estensione in corrispondenza del fondovalle Isarco. A causa dei modesti affioramenti disponibili nell'area di studio, si è inteso classificare i depositi del Sintema del Garda unicamente come till indifferenziati ovvero depositi costituiti da diamicton massivi, con clasti di dimensioni variabili da ghiaie a blocchi, a spigoli spesso smussati e talora striati, in matrice limoso-sabbiosa.

I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da depositi di piana alluvionale e di conoide. Poiché in questa porzione delle Valli dell'Adige e dell'Isarco non si rinvencono terrazzi alluvionali a quote superiori rispetto al fondovalle, si può ipotizzare l'assenza di significative interruzioni della tendenza all'aggradazione dall'Olocene fino all'Attuale. In particolare, l'area in esame risulta posta in prossimità della coalescenza tra i conoidi del torrente Talvera e del fiume Isarco, i quali generano depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, mal stratificati, con presenza di ciottoli e blocchi fino a decimetrici. I clasti mostrano litologie varie, con prevalenza di filladi del basamento metamorfico e clasti porfirici. In misura minore si rinvencono clasti di natura dolomitica e calcarea. Si rinvencono inoltre depositi di origine mista (principalmente torrentizia o da debris flow), prevalentemente ubicati alla base dei versanti e lungo gli impluvi. I sedimenti maggiormente presenti in questi depositi sono diamicton a supporto di clasti ed a volte di matrice, non addensati, con clasti subangolosi di provenienza locale e matrice limo-sabbiosa e intercalazioni sabbioso-ghiaiose stratificate. A causa della morfologia acclive dei versanti rocciosi che caratterizzano l'area del Virgolo, alla base delle pareti rocciose sono stati rilevati numerosi depositi di versante e di frana. Si tratta di depositi ghiaiosi con frequenti blocchi da decimetrici a metrici (con dimensioni definite principalmente dai sistemi di fratturazione visibili in parete), angolosi o sub-angolosi che risultano immersi in quantità variabili di matrice sabbioso-limosa.

Infine, si segnala la presenza di depositi antropici superficiali, concentrati essenzialmente in corrispondenza delle aree urbanizzate della conca bolzanina e lungo le principali vie di comunicazione. Si tratta usualmente, dal punto di vista granulometrico, di ghiaie con sabbie o sedimenti fini, con spessori massimi di alcuni metri.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 17 di 148

### 6.1.2 Assetto geologico locale

Ai fini della definizione del quadro geologico locale vengono di seguito descritti i dati direttamente acquisiti nel corso dello studio, sia attraverso i rilievi di campagna, sia attraverso le indagini geognostiche eseguite. Il rilevamento svolto sul terreno ha permesso di ricostruire con affidabilità il limite tra le formazioni affioranti di Gries e Ora nonché di mappare l'andamento dei principali depositi quaternari e dei lineamenti tettonici. I dati di superficie relativi al substrato vulcanico sono stati inoltre comparati con quelli raccolti all'interno del cunicolo esplorativo esistente nel colle del Virgolo, così da poter sviluppare un modello geologico coerente che tiene conto dei vari set di dati.

Per la caratterizzazione dei litotipi in esame, sono state inoltre eseguite analisi petrografiche in microscopia ottica in luce polarizzata trasmessa su sezioni sottili di campioni di roccia prelevati nei sondaggi BHG3 e BHG7, all'interno del cunicolo ed in affioramento sulla collina del Virgolo; i risultati delle analisi sono allegati alla presente relazione.

#### SUBSTRATO VULCANICO

- Formazione di Ora

La formazione di Ora costituisce la porzione più alta del colle del Virgolo; rappresenta l'unità vulcanica più recente dell'area e non se ne prevede l'interessamento nello scavo della nuova galleria in progetto. Ad essa sono associate le principali pareti a sviluppo verticale o sub-verticale che caratterizzano il rilievo, lo delimitano e isolano su tutti i lati, ad eccezione del versante sud orientale, che risulta in continuità morfologica con il rilievo del Colle di Bolzano.

- Formazione di Gries

La Formazione di Gries (IGR) si presenta nell'area del Virgolo come una ignimbrite a pasta di fondo fine dal colore grigio/rossastro/vinaccia, in cui sono sparsi numerosi cristalli (anche plurimillimetrici) di feldspati e quarzo, inclusi litici e juvenili. L'aspetto può risultare variabile in funzione del grado di alterazione dell'ammasso; i sistemi di fratture, nelle porzioni più massive e meno alterate, tendono ad isolare cunei di roccia. In superficie si rinvengono zone dove l'ammasso roccioso è maggiormente alterato e/o detensionato.

- Formazione di Gries – Osservazioni cunicolo esplorativo

Il cunicolo è scavato per intero nella Formazione di Gries: in esso sono state identificate tre zone con caratteristiche differenziabili. Le tre zone sono state suddivise in funzione di orientative progressive di riferimento, misurate, con un relativo grado di approssimazione, a partire dall'imbocco sud del cunicolo.

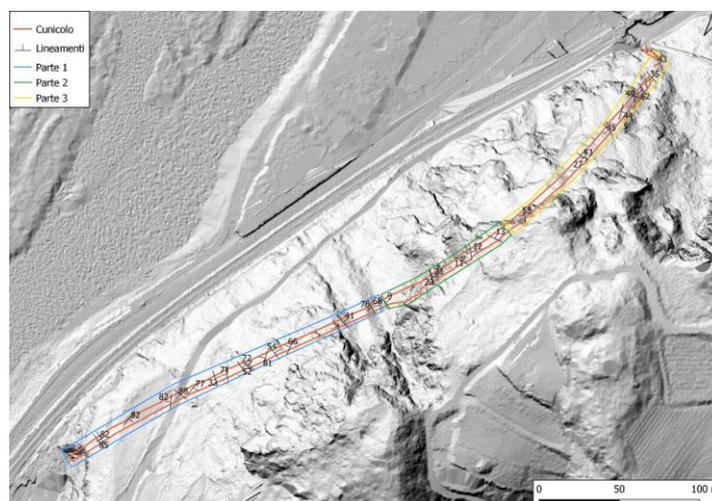


Figura 6.4 – Indicazione dei piani di discontinuità rilevati lungo il cunicolo esplorativo.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 18 di 148

Zona 1 (da imbocco a pk 0+220 circa), in azzurro

La prima parte del cunicolo si caratterizza per la presenza di un litotipo massivo con piani di fratturazione ben definiti e piuttosto regolari. La buona qualità della roccia è testimoniata oltre che dall'assenza di interventi di stabilizzazione del cavo, dalla scarsità di detriti e blocchi crollati dalla volta. Sono presenti numerosi piani persistenti, visibili attraverso tutto lo sviluppo della sezione che intersecano il cunicolo con inclinazioni medie attorno ai 70° ed immersioni lungo due set preferenziali.

Zona 2 (circa da pk 0+220 a pk 0+300 circa), in verde

Il secondo tratto del cunicolo è caratterizzato dalla presenza di diversi piani sub-orizzontali o poco inclinati, appartenenti alla famiglia S0, immergenti verso NE che separano i flussi piroclastici ed isolano orizzonti più o meno competenti, talvolta caratterizzati da una struttura brecciata con annessa presenza di livelli cineritici centimetrici più compatti. In alcuni casi, come alla pk 0+262 circa, è possibile osservare un livello ignimbrico più degradato chiudersi con un andamento lentiforme. In questa porzione di tunnel è possibile identificare estese mineralizzazioni di colore giallastro, di probabile natura sulfurea; sono presenti numerosi blocchi crollati dalla volta e dalle pareti che invadono il piano di calpestio. Questi distacchi sono il risultato di cinematismi di instabilità legati alla presenza dei suddetti piani a basso angolo che hanno svincolato, con l'aiuto dei restanti sistemi di giunti, svariati blocchi rocciosi. Da segnalare la presenza attorno alla pk 0+240 di una area che è stata interessata verosimilmente da maggiore instabilità, in corrispondenza di un allargo del cavo. L'area è stata trattata con spritz beton, reti elettrosaldate e chiodature. La causa dello scavamento è presumibilmente da ricercarsi nella presenza di un livello più debole, isolato dai piani a basso angolo precedentemente descritti.



**Figura 6.5 - Particolare della zona interessata dai crolli in calotta, trattata con la posa della rete elettrosaldata, chiodature e spritz beton.**

Zona 3 (da pk 0+300 circa a pk 0+450 circa), in giallo.

L'ultimo tratto del cunicolo, a partire dalla progressiva 0+300 circa fino al termine, ritorna a mostrare una roccia più massiva, anche se con piani di discontinuità meno definiti di quelli osservati nel primo tratto e struttura localmente più brecciata, legata ad una maggiore incidenza di inclusi (juvenili e litici) nell'ignimbrite di Gries. In questo terzo tratto i distacchi/crolli appaiono limitati.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 19 di 148

- Lave Andesitiche

Nel sondaggio BHG7 è stato rinvenuto al di sotto della formazione di Ora (e a tetto della formazione di Nalles) un orizzonte di lave andesitiche dello spessore di circa 17 m. Tale orizzonte lavico non risulta affiorante nell'area in esame, analogamente alla formazione di Nalles.

- Formazione di Nalles (NAL)

L'unità vulcanica ricondotta alla formazione di Nalles non risulta affiorante nell'area di studio e non è interessata dallo scavo del tunnel in progetto.

## DEPOSITI QUATERNARI

- Depositi glaciali – Till indifferenziati (SGD)

Nell'area di studio i depositi di origine glaciale si rinvencono quasi esclusivamente nella porzione sommitale del rilievo del Virgolo, dove le modeste pendenze hanno permesso l'accumulo dei materiali trasportati dal ghiacciaio della Valle Isarco. Si tratta di deposito di modesto spessore, caratterizzati da elementi grossolani (ghiaie e ciottoli), di natura litologica poligenica (fillade, granito, calcare) con forma da sub-arrotondata ad arrotondata, immersi in matrice limoso-sabbiosa.

- Depositi di origine mista (PTG1)

Questi depositi si rinvencono solo a sud dell'area di studio, nel quartiere dell'Oltrisarco-Asiago. Sono il frutto di processi di accumulo operati da minori corsi d'acqua che scendevano dal colle del Virgolo generando le classiche forme a conoidi coalescenti tipiche dei settori posti ai piedi dei versanti. Anche in questo caso si tratta di materiali prevalentemente grossolani, ghiaiosi, con presenza di matrice sabbiosa.

- Depositi di versante indifferenziati (PTG)

Questi depositi affiorano piuttosto estesamente nell'area di studio, al di sotto delle pareti sub-verticali, e sono il risultato della disgregazione e mobilizzazione della roccia in posto che genera accumuli di materiali grossolani, a dimensione variabile da centimetrica a metrica, con presenza variabile di matrice sabbiosa e/o sabbioso-limosa (Figura 38). I clasti risultano angolosi o sub-angolosi (per il ridotto trasporto subitico). La distinzione tra depositi di frana e coltri di detrito di versante non sempre è possibile e per questa ragione si è valutato di unificare tutti questi materiali sotto la definizione di depositi di versante indifferenziati.

- Alluvionali (ALL)

I depositi alluvionali si rinvencono estesamente ai margini della zona di studio, in corrispondenza dell'area urbana della città di Bolzano. Si tratta di depositi eterogenei in prevalenza costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi, generalmente a spigoli arrotondati, immersi in quantità variabile di matrice sabbioso-limosa. L'origine dei depositi è legata alle dinamiche fluviali dei due principali corsi d'acqua della città, il fiume Isarco e il torrente Talvera.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 20 di 148

## 6.2 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Di seguito si descrive il modello geologico di riferimento attraverso l'analisi dei profili geologici emersi da opportune campagne di indagini, riportati nel documento "NB1D01R69F6GE0001001".

### 6.2.1 Tratto all'aperto (circa pk 0+000 – 0+475 BD e pk 0+000 – 0+875 Meranese)

L'opera prevede un primo tratto in superficie in corrispondenza dell'attuale tracciato ferroviario. Attorno alla pk 0+200 del tracciato di linea, il nuovo Binario Dispari devia leggermente verso est allontanandosi dal binario della Meranese (e dal Binario Pari).

L'ambiente geologico-geomorfologico è quello tipico di una piana alluvionale intramontana, caratterizzata dalla presenza di un importante materasso di materiali alluvionali depositati dal torrente Talvera e dal fiume Isarco. Tali depositi sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie; dal punto di vista idrogeologico i dati disponibili ai piezometri installati lungo il tracciato indicano una profondità della falda compresa tra circa 10 e 15 m da p.c.; la falda tende ad approfondirsi procedendo da sud verso nord. Il basamento vulcanico è stato intercettato nel sondaggio BH2 alla profondità di 26.5 m da p.c. (corrispondente a circa 232.5 m s.l.m. intorno alla pk 0+350 del binario dispari e 0+720 della linea Meranese). Approssimandosi ai portali delle gallerie il substrato vulcanico tende a diventare più superficiale (circa 240 m s.l.m. in corrispondenza della pila n°3 del viadotto autostradale – ARBO, 2013), per poi affiorare e dare luogo alle pareti sub-verticali in corrispondenza delle quali sono collocati gli imbocchi delle gallerie.

Si segnala inoltre la presenza di un livello di materiale di riporto antropico (fino a qualche m di spessore), distribuito lungo lo sviluppo di questa porzione di tracciato, costituito da materiali grossolani e da scarti di lavorazioni quali laterizi.

### 6.2.2 Tratta in galleria (circa da pk 0+475 – 0+975 BD e pk 0+875 – 1+350 Meranese)

L'intera tratta in galleria si sviluppa all'interno della formazione ignimbratica di Gries (IGR). Il percorso in galleria è stato a sua volta suddiviso in tre tratte, indicate nel profilo geologico, in relazione a quanto emerso dalle osservazioni condotte nel cunicolo esplorativo.

*Tratto circa da pk 0+475-0+700 BD e pk 0+875-1+095 Meranese (pk 0+000-0+220 circa cunicolo esplorativo)*

Per questo primo settore, in base a quanto osservato nel cunicolo esplorativo, si può prevedere la presenza di un materiale massivo con piani di fratturazione ben definiti e piuttosto regolari, con piani di faglia subverticali, persistenti (famiglie di discontinuità S1, S2 e S2c), ma con zone di taglio e danneggiamento di limitata entità (centimetriche-decimetriche). In cunicolo la buona qualità della roccia è testimoniata anche dall'assenza di interventi di stabilizzazione del cavo e dalla ridotta presenza di detriti e blocchi crollati a quasi 30 anni dallo scavo. Dal punto di vista idrogeologico si ipotizzano solo isolati stillicidi (come osservato nel cunicolo esplorativo), soprattutto in corrispondenza dell'intersezione dei modesti piani di faglia rilevati all'interno del cunicolo esplorativo.

*Tratto circa da pk 0+700-0+800 BD e pk 1+095-1+195 Meranese (pk 0+220-0+300 circa cunicolo esplorativo)*

Per questo secondo tratto, la cui analisi è basata ancora sui dati derivanti dal rilievo del cunicolo esplorativo, si ipotizza una condizione geologica più delicata, caratterizzata dalla presenza di diversi piani di discontinuità ad andamento sub-orizzontale (famiglia S0), immergenti circa verso nord. Tali piani, oltre a separare livelli ignimbratici a diverse caratteristiche tessiturali, granulometriche e di resistenza, possono determinare il distacco di blocchi rocciosi. Nel cunicolo esplorativo si rinviene infatti una quantità rilevante di blocchi crollati sul piano di calpestio. Le fasce maggiormente alterate presentano riempimenti di calcite e patine sulfuree giallastre. Dal punto di vista idrogeologico non sono prevedibili venute di particolare rilievo; nel cunicolo infatti sono stati osservati solo locali stillicidi e zone umide.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 21 di 148

Per i tratti corrispondenti dei tunnel in progetto si rileva dunque un elemento di attenzione legato alle più scadenti condizioni geomeccaniche dell'ammasso, soprattutto in funzione della giacitura sfavorevole dei suddetti piani di discontinuità.

Tratto circa da pk 0+800-0+975 BD e pk 1+195-1+350 Meranese (pk 0+300-0+450 circa cunicolo esplorativo)

Le osservazioni condotte nel cunicolo esplorativo portano a prevedere condizioni geomeccaniche simili al primo tratto analizzato. In cunicolo le discontinuità più rilevanti appaiono essere dei piani a medio angolo immergenti verso sud (famiglia di discontinuità S3). La struttura della roccia si presenta massiva, senza mostrare piani di discontinuità ben definiti come accade nel primo tratto. Talora la struttura risulta invece più brecciata e sono ancora presenti fasce centimetriche, cataclase, con riempimenti di calcite e locali patine solfuree. Tali caratteristiche, in merito alle discontinuità della famiglia S3, sono state rinvenute anche all'esterno, nella corrispondente porzione di Via del Calvario.

Dal punto di vista idrogeologico, non si prevedono venute particolari, se non locali stillicidi localizzati, in special modo, all'intersezione di più piani di frattura.

Come nel caso del primo tratto, la scarsità di materiale crollato nel cunicolo anche in assenza di interventi di stabilizzazione, induce a ritenere l'ammasso che caratterizza questo settore di buona qualità.

### 6.2.3 Tratto all'aperto (circa da pk 0+975 – 1+358 BD e pk 1+350 – 1+876 Meranese)

Oltrepassato il tratto in galleria il tracciato torna ad interessare, allo scoperto, i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi della conca di Bolzano. Si segnala che anche in questa zona, come accaduto nel tratto all'aperto a sud, si rinviene un orizzonte superficiale di materiale di riporto antropico (fino a 3 m di spessore) a granulometria grossolana. Il livello della falda contenuta nei depositi alluvionali risulta aggirarsi, in base alle misure al momento disponibili, mediamente attorno ai 13-18 m di profondità dal piano campagna.

In sintesi, dal punto di vista geologico per lo scavo delle gallerie in progetto gli elementi di attenzione sono principalmente legati all'attraversamento di una fascia ignimbratica con condizioni geomeccaniche più scadenti (pk 0+220 – 0+300 del cunicolo esplorativo), accompagnate dalla presenza di piani di discontinuità sub-orizzontali con giacitura sfavorevole che possono favorire cinematismi di svincolo di cunei instabili. Nelle restanti porzioni di galleria si rilevano locali zone a maggior debolezza, in corrispondenza dell'intersezione di più piani di discontinuità con formazione di isolate fasce cataclastiche a minor resistenza. La roccia nel complesso appare di buona qualità come dimostrano anche i rilievi geomeccanici eseguiti. Si segnala che le zone degli imbocchi sud risultano collocate in aree a elevata pericolosità geomorfologica (PZP del comune di Bolzano). Nei tratti all'aperto l'opera invece andrà ad interessare terreni di riporto e i depositi alluvionali di riempimento della conca di Bolzano a granulometria grossolana.

## 6.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico la conca di Bolzano è caratterizzata dalla confluenza di due importanti valli alpine: quella del fiume Isarco, proveniente da NE, e quella dell'Adige, che proviene da NO. Da Nord proviene inoltre il torrente Talvera che attraversa la Val Sarentino.

Il livello di base della piana è dato dal corso del fiume Adige, a cui gli altri fiumi si raccordano. La conformazione a fondo piatto, con larghezza di circa 2 km, della valle dell'Adige risulta mantenersi inalterata anche a seguito della confluenza con l'Isarco il quale non opera dunque modifiche sostanziali nel modellamento del fondo vallivo. A sud di Bolzano è da segnalare la presenza di una notevole paleovalle dell'Adige tra Appiano e Caldaro che è stata riempita di sedimenti durante l'ultima espansione glaciale pleistocenica (Castiglioni & Trevisan, 1973).

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 22 di 148

Il reticolo idrografico è stato fortemente influenzato dal sistema di fratture sviluppatesi a causa della rigidità delle rocce ignimbriche. Gli stessi sistemi fessurativi, nonché le relative direttrici tettoniche hanno controllato l'evoluzione morfologica sia delle valli principali che di quelle secondarie.

L'azione glaciale ha poi modellato i versanti mettendo in luce le diverse caratteristiche di resistenza dei litotipi. Per questa ragione, nel caso della conca bolzanina, costituita in gran parte da ignimbriti molto resistenti, si sono venute a creare morfologie acclivi con pareti subverticali strapiombanti sul fondovalle con isolate cenge sulle quali si sono conservati lembi di sedimenti glaciali.

L'evoluzione che porta all'attuale configurazione della piana di Bolzano inizia nel tardiglaciale würmiano, più di 12.000 anni fa, quando le lingue glaciali che riempivano la valle cominciano il ritiro verso le loro attuali posizioni alla sommità dei maggiori rilievi e le acque derivate dalla fusione glaciale cominciano ad incidere i depositi precedenti. Questo periodo è caratterizzato probabilmente da una fase di aggradazione del fondovalle; in seguito alla rideposizione dei sedimenti glaciali e periglaciali, vasti conoidi cominciano a formarsi alla confluenza delle valli secondarie nella Val d'Adige (Talvera e Isarco) (Coltorti, 1991). Tali conoidi sono composti da ghiaie e sabbie con numerosi ciottoli e trovanti di natura litologica dipendente dalle aree di alimentazione.



Figura 6.6 - Inquadramento morfologico della conca di Bolzano con la confluenza delle tre valli alpine e la localizzazione del colle del Virgolo (immagine da GoogleEarth, 2017).

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 23 di 148

### 6.3.1 Aspetti geomorfologici locali

Dal punto di vista geomorfologico il rilievo del Virgolo si erge rispetto alla piana alluvionale della conca di Bolzano per un dislivello di circa 200 metri ed una quota massima di circa 460 m s.l.m. Il colle risulta direttamente prospiciente la piana alluvionale nei settori nord, sud e ovest, mentre è in continuità morfologica con il retrostante versante montuoso del Colle di Bolzano sul lato est. Le pareti che delimitano il Virgolo presentano pendenze elevate; la formazione di Ora genera la scarpata superiore principale del rilievo con dislivelli attorno ai 50-60 metri e inclinazione anche prossima alla verticale, con locali morfologie in aggetto. La porzione sommitale del rilievo risulta invece occupata da un ripiano immergente verso Sud che è stato interessato dall'azione glaciale. Al piede della porzione nord-occidentale del colle corre la linea ferroviaria di cui si prevede la deviazione in galleria; tale versante è caratterizzato da morfologie acclivi (inclinazione media del versante circa 45°) ed articolate e da situazioni di potenziale instabilità gravitativa. Esso è conseguentemente stato oggetto di un apposito progetto di stabilizzazione (Italferr, 2020).

Operando una schematizzazione morfologica del colle del Virgolo (anche con l'ausilio di un modello digitale del terreno con risoluzione a 20 cm ottenuto mediante rilievo LIDAR da elicottero eseguito nel mese di dicembre 2018) si è inteso distinguere i seguenti ambiti:

- ripiano sommitale;
- pareti sommitali sub-verticali;
- scarpate intermedie a medio-alta acclività;
- ripiano intermedio;
- parete basale.

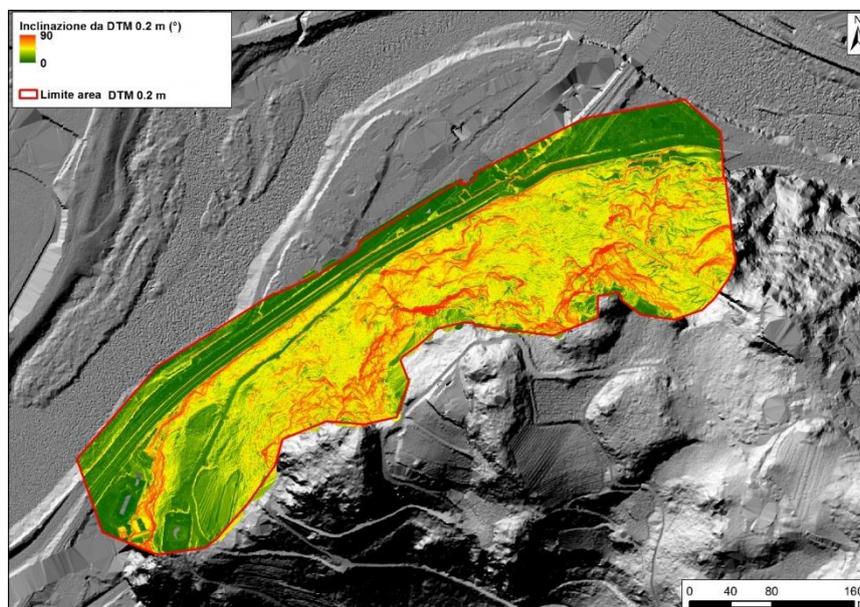


Figura 6.7 - Area nord-occidentale del Virgolo, coperta da raster slope con risoluzione 0.2 m. DTM 0.5 m all'esterno.

#### Ripiano sommitale

La sommità del rilievo è caratterizzata dallo sviluppo di un ripiano morfologico con lieve inclinazione lungo la direttrice NE-SO. Nell'area si osservano affioramenti di porzioni rocciose appartenenti alla formazione ignimbratica di Ora separati da modesti accumuli di terreni quaternari depositi nell'ultimo periodo glaciale.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 24 di 148

### Pareti sommitali

Al di sotto del ripiano in precedenza descritto si sviluppano pareti rocciose sub-verticali. Formate dai litotipi ignimbrici della formazione di Ora, esse costituiscono il bordo principale del colle e ne rappresentano un elemento morfologico decisamente caratterizzante. Si sviluppano con inclinazioni comprese tra 60° e 90° e presentano dislivelli variabili, compresi tra i circa 30-40 m delle zone meridionali fino ai circa 90 metri delle porzioni settentrionali del rilievo ove sono localizzate le pareti più imponenti. Le pareti in questione presentano nella zona centrale e settentrionale del versante un profilo costante verticale, mentre nell'area sud si mostrano maggiormente articolate, presentando gradonature legate alla giustapposizione di volumi rocciosi decametrici.

### Scarpate intermedie

Con particolare riferimento alle zone centrali e settentrionali del rilievo, la base delle pareti sommitali si raccorda ad aree di scarpata ad acclività medio-alta (compresa tra 40° e 50°). Laddove è presente detrito di versante l'inclinazione delle scarpate si presenta mediamente costante. Al contrario in presenza di affioramenti rocciosi in posto, afferenti in prevalenza alla formazione ignimbrica di Gries, il profilo del versante si presenta prettamente gradonato, con brevi pareti di altezza massima di 15-20 metri alternate a ripiani morfologici a bassa pendenza ed estensione non superiore ai 10 metri che conferiscono al versante un caratteristico aspetto. Le scarpate ove risulta presente materiale detritico, come accennato, presentano acclività inferiore ed un profilo più costante: è il caso del settore nord ove era impostata la parte iniziale del tracciato della vecchia cremagliera, e dell'area sud, in corrispondenza della porzione di via del Calvario precedente la Chiesa del Santo Sepolcro.

In termini di linee di impluvio che solcano le scarpate, è da segnalare la presenza di due evidenti canali sub-paralleli tra loro, con andamento circa SE-NO, localizzati nella porzione meridionale del rilievo.

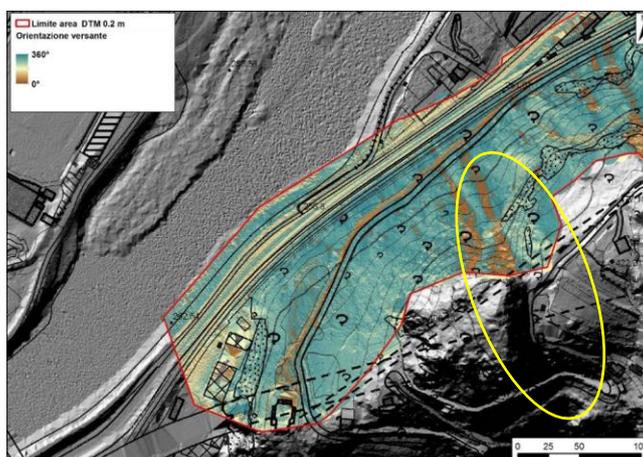


Figura 6.8 - Aspect della zona sud del colle. In evidenza i due canali paralleli con andamento circa SE-NO.

### Ripiani intermedi

Nel settore sud-occidentale del versante si sviluppano delle porzioni di territorio a bassa pendenza caratterizzate anche da rimodellamento antropico. Le inclinazioni medie di queste aree, che costituiscono una netta interruzione di pendenza lungo il profilo del versante, si aggirano attorno ai 15°. Esse sono interessate da depositi quaternari, e delimitate verso valle dalla parete rocciosa sub-verticale che borda il tracciato ferroviario attuale, mentre verso monte dalle scarpate a medio angolo sottostanti le pareti sommitali.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>25 di 148</b>

### Parete basale

Alla base del colle del Virgolo, in corrispondenza del suo margine sud-occidentale, è presente un'ulteriore zona ad elevata acclività costituita dalla parete (impostata nella formazione di Gries) adiacente l'attuale linea ferroviaria ed in corrispondenza della quale è localizzato l'imbocco sud del tunnel in progetto. Le inclinazioni di questa porzione del rilievo risultano molto elevate e prossime ai 90°, con una sottile fascia di raccordo tra le aree a bassa pendenza descritte nel paragrafo precedente e la parete vera e propria prospiciente la ferrovia. La massima elevazione della parete in questione, attorno ai 30 metri, viene raggiunta nel settore sud, in corrispondenza dell'imbocco del nuovo tunnel ferroviario; muovendo verso nord-est essa tende progressivamente a ridursi in altezza.



a)



b)

**Figura 6.9 - Massima elevazione della parete in corrispondenza dell'imbocco sud del tunnel in progetto (a); proseguendo verso NE l'altezza si riduce (b).**

## 6.4 ZONIZZAZIONE MORFOLOGICA

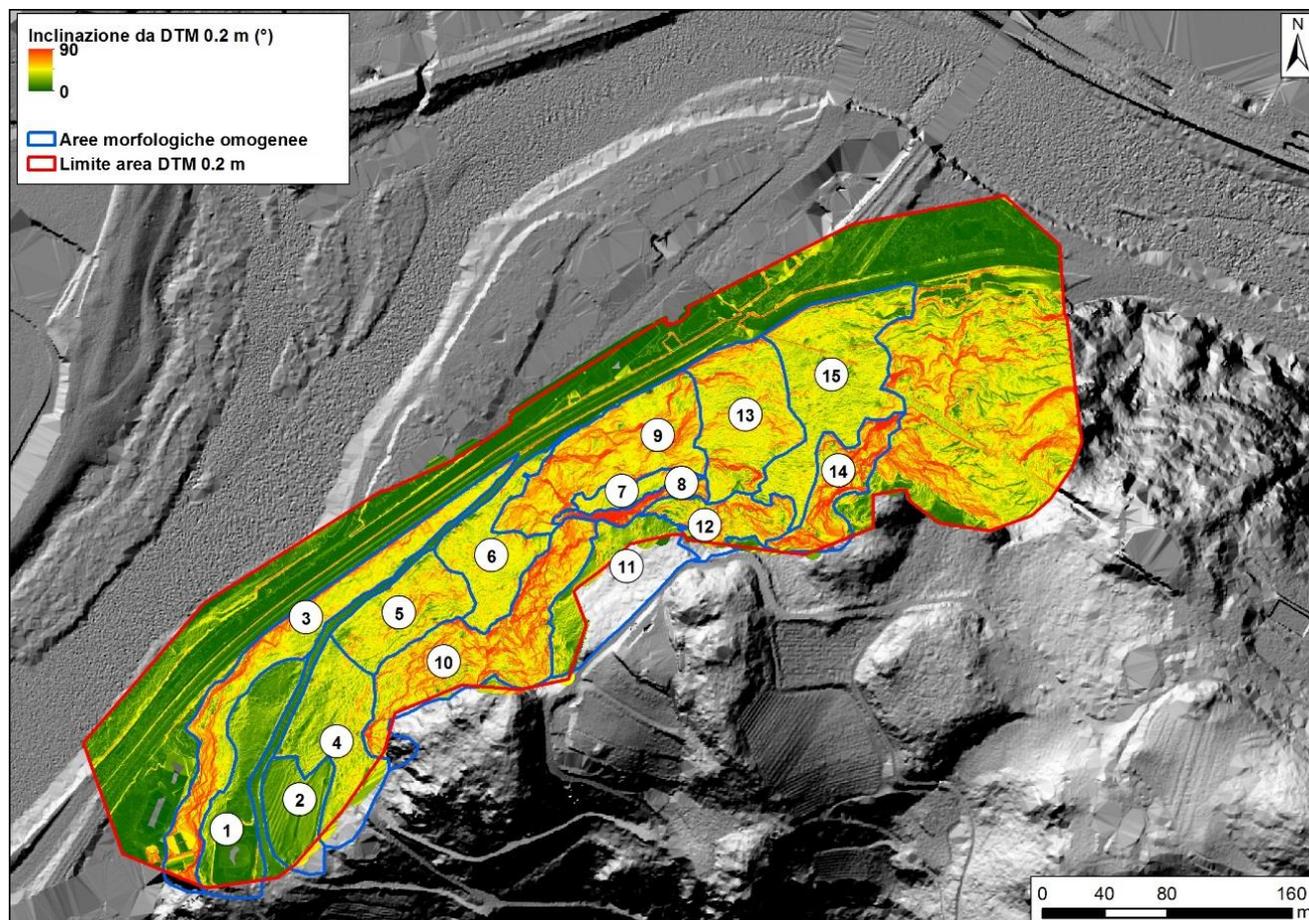
In riferimento a quanto espresso nei precedenti paragrafi, si è inteso procedere ad una zonazione del rilievo del Virgolo basata su due elementi, la pendenza o inclinazione del versante e le sue caratteristiche morfologiche.

L'inclinazione è stata renderizzata mediante opportuna scala colorimetrica variabile dal colore verde, indicante porzioni di terreno sub-orizzontali, fino al rosso che indica valori di inclinazione prossimi o uguali a 90°.

Le caratteristiche morfologiche sono state desunte con il supporto dal DTM e distinte in funzione delle forme del terreno precedentemente riscontrate, che nell'area, come visto, sono riconducibili essenzialmente a quattro macrocategorie:

- Pareti sub-verticali;
- Ripiani a bassa pendenza;
- Scarpate continue a medio-alta ripidità;
- Scarpate con morfologie gradonate a medio-alta ripidità.

Dalla combinazione dei fattori presi in considerazione è scaturita una schematizzazione del settore coperto dal DTM a 0.2 m che comprende, 15 aree che possono essere considerate morfologicamente omogenee e la cui suddivisione areale è ribadita nel documento specialistico "NB1D00D69G7GE0005001".



**Figura 6.10 - Suddivisione in aree omogenee del versante nord-orientale del Virgolo**

Di seguito, sono sintetizzate le caratteristiche salienti delle singole aree; è riportata per ciascuna area una descrizione sommaria, una classe di inclinazione e un dato di superficie planimetrica 3D, con questi ultimi due elementi calcolati sulla base del DTM 0.5 m. Ciò si è reso necessario per motivi di omogeneità, ossia a causa della presenza di aree i cui limiti sono collocati oltre l'estensione del DTM con risoluzione 0.2 metri. La risoluzione del DTM a 0.5 m della Provincia Autonoma di Bolzano, è comunque valida per una affidabile definizione dei valori ricercati.

L'importanza del calcolo dei valori di superficie 3D è legata allo sviluppo prettamente verticale o sub-verticale di molte delle aree individuate. Una semplice analisi areale bidimensionale tenderebbe infatti a sottostimare, all'aumentare della pendenza media, il reale sviluppo planimetrico dell'area che viene invece approssimato molto più fedelmente con un'analisi di tipo 3D.

Come mostrato nella tabella sono state distinte quattro classi di inclinazione in cui ricadono le aree esaminate:

- Inclinazione < 30°;
- Inclinazione compresa tra 30° e 40°;
- Inclinazione compresa tra 40° e 50°;
- Inclinazione > 50°.

Area	Descrizione schematica	Classe di inclinazione (°)	Superficie (m <sup>2</sup> )
1	Zona Chiesa e area prativa sottostante Via Calvario	< 30	4900
2	Area prativa soprastante Via Calvario	< 30	2750
3	Parete adiacente linea ferroviaria	≥ 50	15150
4	Raccordo area prativa-parete sud	30 ÷ 40	6200
5	Zona con detrito soprastante Via Calvario	40 ÷ 50	5250
6	Area con canaloni	40 ÷ 50	5250
7	Terrazzo inclinato sottostante la parete centrale	40 ÷ 50	1700
8	Parete centrale	≥ 50	3800
9	Zona centrale a sbalzi	≥ 50	13400
10	Parete centro-sud	≥ 50	16750
11	Ripiano centrale sommitale	< 30	5700
12	Raccordo parete centrale-parete nord	≥ 50	4500
13	Raccordo zona centrale a sbalzi- zona sottostante parete nord	40 ÷ 50	9450
14	Parete nord	≥ 50	11250
15	Zona sottostante Parete nord	40 ÷ 50	11100

**Tabella 2 - Aree morfologiche omogenee**

Da tale schematizzazione, combinata con le osservazioni geomorfologiche si evincono le seguenti considerazioni:

- Le aree 1-2-11, a minor acclività e ricadenti nella classe 1 (< 30°), rappresentano i ripiani morfologici posti alla sommità del rilievo e nella porzione sud dell'areale in studio. In termini di pendenza queste aree presentano gradienti tra il 25 ed il 60%;
- L'area 4 costituisce una scarpata a medio angolo (circa 34° - classe 2) che costituisce il raccordo tra le zone prative sub-pianeggianti e le pareti sommitali meridionali. In termini percentuali la pendenza dell'area si attesta attorno al 70%.
- Le aree 5-6-7-13-15 presentano un valore medio di acclività medio-alto, compreso tra i 40° e i 50° (classe 3). Rappresentano sia porzioni di versante a pendenza sostanzialmente costante (aree 6, 7 e 15), sia settori di pendio a profilature gradonate, con ripide pareti di limitato sviluppo alternate a modesti ripiani morfologici (aree 5 e 13). In termini di ripidità queste aree presentano gradienti compresi tra l'80% e il 120%;
- Le rimanenti aree (zone 3-8-9-10-12-14), costituiscono le porzioni maggiormente acclivi (inclinazione > 50°- classe 4) dell'areale in esame. Si tratta di tutte le porzioni della parete sommitale del colle (8-10-12-14); della parete localizzata alla base del Virgolo adiacente la linea ferroviaria attuale (area 3) e della porzione del versante (area 9) sottostante le pareti sommitali centrali, caratterizzata da pronunciata morfologia a balze, con pareti verticali con dislivelli fino a circa 20 metri. In termini di ripidità i gradienti di queste aree arrivano a superare il 200%.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 28 di 148

#### 6.4.1 Fenomeni di instabilità

Le caratteristiche morfologiche delineate nel precedente capitolo, unitamente alle caratteristiche di fratturazione dei litotipi vulcanici affioranti, determinano nell'area in esame la presenza di un diffuso pericolo di caduta massi. Il fenomeno è stato oggetto di specifiche modellazioni alle quali si rimanda per maggiori approfondimenti. Documentazioni storiche archiviate presso l'Ufficio Geologia e prove materiali della Provincia Autonoma di Bolzano, testimoniano di eventi di crollo che hanno interessato la collina del Virgolo, in alcuni casi con arrivo di materiale in prossimità o in corrispondenza della sede ferroviaria.

Ulteriori fenomeni di locali instabilità per caduta di massi di limitate dimensioni sono avvenute di recente (ottobre 2019).



**Figura 6.11 - Blocchi giunti sulla sede stradale di via del Calvario (ottobre 2019).**

Il colle è altresì soggetto a fenomeni di instabilità legati alla mobilitazione di detrito presente lungo il versante. Questi fenomeni, generalmente di modeste dimensioni, si innescano in seguito a intensi e/o prolungati fenomeni meteorologici ed interessano la porzione superficiale della coltre detritica di alterazione e/o eluvio colluviale. Lungo le pareti più acclivi del versante, tali eventi possono essere accompagnati da fenomeni di rilascio delle porzioni corticali e più detensionate/alterate degli ammassi rocciosi. Un ulteriore elemento che influisce sulla stabilità è costituito dalla vegetazione che ricopre il versante: la presenza degli apparati radicali all'interno delle discontinuità degli ammassi rocciosi favorisce infatti l'apertura delle stesse e la frammentazione dei blocchi.

#### 6.4.2 Inquadramento dell'area di studio nei Piani delle Zone di Pericolo

La peculiare situazione geomorfologica che contraddistingue il colle del Virgolo è rilevabile anche negli strumenti di pianificazione territoriale elaborati dagli enti locali, Il versante oggetto di studio è compreso nel Piano delle Zone di Pericolo del Comune di Bolzano.

L'area risulta inquadrata, per la maggior parte della sua estensione, in una zona a pericolo molto elevato per fenomeni di crollo e ribaltamento. Locali declassazioni della classe di pericolo da molto elevato (H4) ad elevato (H3) sono dovute alla presenza di opere di protezione efficaci presenti sul versante.

Questa classificazione riflette i fenomeni di instabilità registrati nell'area e le aspre caratteristiche delle morfologie che delimitano il rilievo roccioso.

Con particolare riferimento alle aree di imbocco si nota come l'accesso sud sia caratterizzato da zone a pericolosità H4 ed H3, contraddistinte dalla presenza di una parete rocciosa subverticale. Per quanto riguarda l'imbocco nord, invece, le opere di protezione presenti sul versante, consistenti in barriere paramassi, hanno permesso di abbassare il livello di pericolosità della zona da H4 a H3, fino ad H2 (livello medio) a nord di Via Piè di Virgolo.

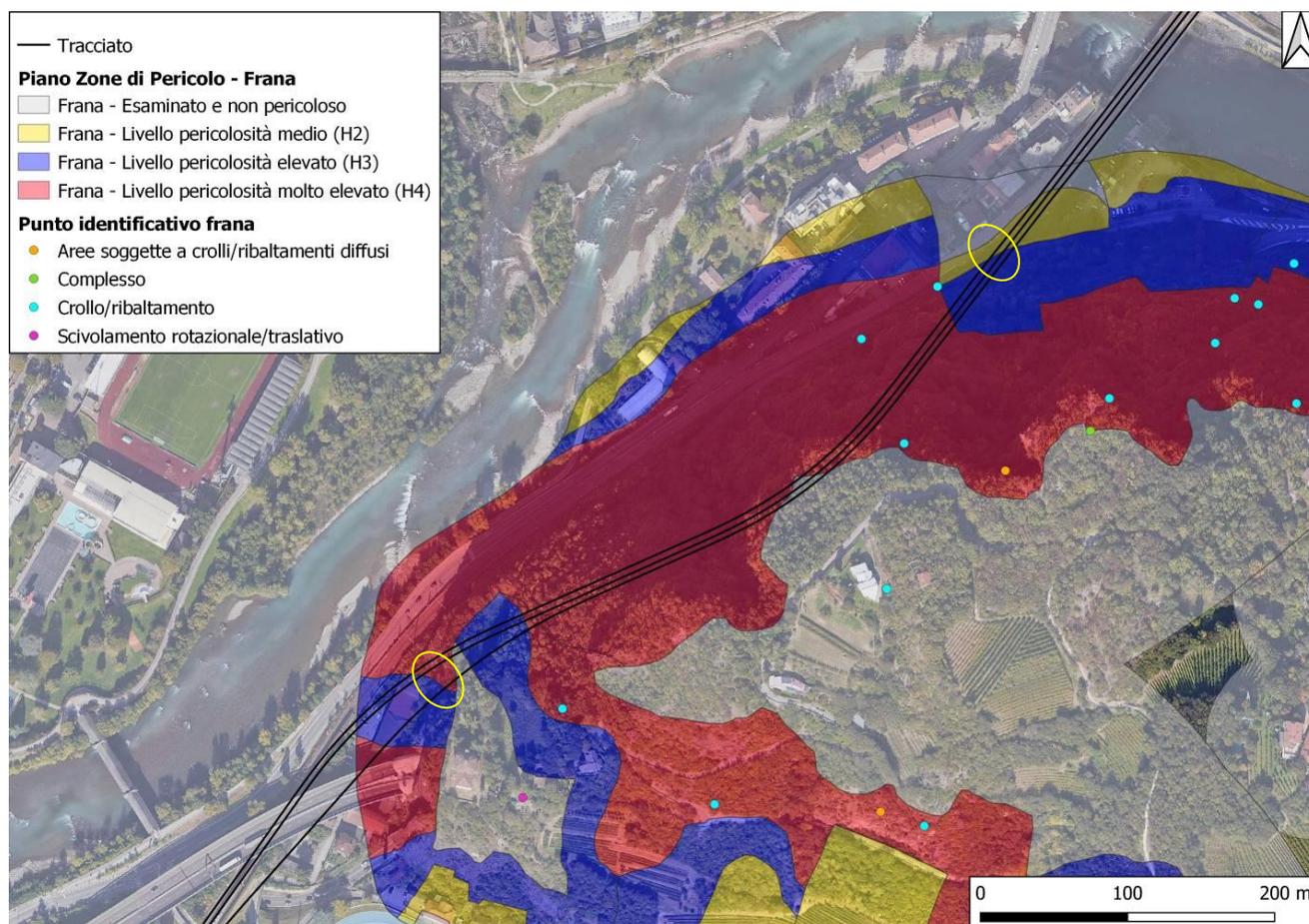


Figura 6.12 - Estratto del Piano delle Zone di Pericolo (PZP frane) dell'area del Virgolo. All'interno dell'ovale in giallo le aree dei previsti imbocchi.

#### 6.4.1 Simulazione di caduta massi

Per la valutazione della pericolosità da caduta massi in relazione all'infrastruttura ferroviaria esistente ed al tracciato di progetto del nuovo tunnel sono state eseguite modellazioni tridimensionali dei fenomeni di crollo allo scopo di simulare le traiettorie di possibile propagazione di blocchi rocciosi. Il modello digitale del terreno (DTM) utilizzato per queste analisi deriva dal ricampionamento di un DTM ad alta risoluzione (20 cm) ricavato mediante un rilievo LIDAR da elicottero. Le analisi dei fenomeni di crollo sono state condotte attraverso l'impiego del software @Rockyfor3D (v5.2.11 ecorisQ, International Association for Natural Hazard Risk Management) che risulta essere in grado di simulare eventi di crollo estesi su superfici tridimensionali e registrare in maniera discreta e differenziata sia i parametri cinematici che caratterizzano il moto dei volumi rocciosi in discesa sul versante, sia i punti di arrivo degli stessi. Per i dettagli si rimanda agli elaborati riguardanti la Simulazione delle traiettorie.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 30 di 148

## 6.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel sistema di fondovalle dell'Adige sono identificabili 4 unità idrogeologiche (Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige, 1998):

- Acquifero superficiale freatico, contenuto nelle ghiaie e sabbie dei fiumi principali e dei conoidi tributari, con spessore variabile tra 20 e 30 m. Ampi tratti del fondovalle dell'Adige sono tuttavia caratterizzati dalla mancanza o dal limitato spessore dell'acquifero freatico. Il massimo spessore di questi depositi si ha in corrispondenza del grande conoide che interessa proprio la conca di Bolzano, formato alla confluenza del fiume Isarco e del torrente Talvera, ove sono stati riconosciuti spessori fino a 100-150 m (Avanzini et alii, 2007);
- Acquifero inferiore confinato/semiconfinato localizzato sia nei sedimenti fluviali atesini ed in alcuni conoidi affluenti. Si tratta di un sistema in pressione, sviluppatosi generalmente entro depositi fluviali di natura in prevalenza sabbiosa, confinati al tetto da un orizzonte limoso a bassa permeabilità, distribuito in modo discontinuo nel fondovalle atesino. A nord della confluenza dell'Isarco, ma anche in altri tratti, tende ad assumere i caratteri di un acquifero multifalda semiconfinato, per effetto dell'alternanza di livelli ghiaioso-sabbiosi e limoso-argillosi;
- Acquifero regionale profondo: si tratta di una potente sequenza di sabbie fini e limi. La profondità e la geometria del limite superiore è nota solo dove sono disponibili dati di pozzi profondi ed indagini geofisiche;
- Basamento roccioso, che rappresenta a scala regionale il substrato impermeabile.

Nell'area in esame sono dunque individuabili due tipi di acquiferi, uno principale (a permeabilità primaria) legato ai sedimenti alluvionali del torrente Talvera e del fiume Isarco ed uno, marginale (a permeabilità secondaria), legato ai sistemi di fratturazione che caratterizzano gli ammassi rocciosi che circondano la conca bolzanina. Per quanto concerne la porzione rocciosa della piattaforma vulcanica atesina questa infatti rappresenta un mezzo sostanzialmente impermeabile ove la possibilità di circolazione è, come detto, legata esclusivamente a processi di fratturazione dell'ammasso, con particolare riguardo alle zone interessate dal passaggio di lineamenti tettonici e fasce cataclastiche.

### 6.5.1 Idrogeologia locale

Per la valutazione delle caratteristiche idrogeologiche dei litotipi presenti nell'area oggetto di studio e l'assegnazione del relativo grado di permeabilità è stata presa a riferimento la classificazione delle raccomandazioni AFTES (2003), operando una modifica alla stessa. In tale classificazione modificata si è ricorso all'uso di 5 categorie rappresentate nella tabella successiva, ove sono esplicitati i gradi di conducibilità idraulica relativa e i relativi intervalli di competenza utilizzati.

GRADO	RANGE DI CONDUCEBILITÀ IDRAULICA	CONDUCEBILITÀ IDRAULICA RELATIVA
K5	$K > 1E-04$	ALTA
K4	$1E-05 < K \leq 1E-04$	MEDIO ALTA
K3	$1E-06 < K \leq 1E-05$	MEDIA
K2	$1E-08 < K \leq 1E-06$	BASSA
K1	$K \leq 1E-08$	MOLTO BASSA

**Tabella 3 - Classi di permeabilità adottate nel presente lavoro.**

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

- Substrato vulcanico

Per quanto concerne il substrato roccioso vulcanico, giova segnalare che i rilievi nel cunicolo esplorativo, scavato interamente nell'ammasso roccioso vulcanico della formazione di Gries, non hanno messo in evidenza la presenza di particolari venute idriche. Sono stati rinvenuti solo locali stillicidi dalla calotta o aree inumidite, in corrispondenza di porzioni dell'ammasso maggiormente fratturate.

Nel corso dei rilievi di superficie è stato riscontrato un solo punto (in prossimità del WP1472) in cui è stata individuata una venuta d'acqua, con portata non misurabile e classificabile come stillicidio. La causa di tale venuta è da ricercarsi in un probabile locale contrasto di permeabilità al passaggio tra le formazioni di Gries alla base e Ora al tetto. In virtù dei dati acquisiti durante il rilevamento di superficie e sulla base delle prove Lugeon eseguite nei sondaggi è possibile attribuire all'ammasso roccioso vulcanico una classe di permeabilità bassa. Solo in corrispondenza di locali porzioni interessate da fratturazione più persistente tale valore può risultare maggiore rendendo la roccia più permeabile.

Più in particolare si riportano nella tabella seguente i dati delle prove Lugeon relative alla formazione di Gries che verrà interessata dallo scavo della nuova galleria ed eseguite nei sondaggi BHG3 e VG1 che hanno attraversato la suddetta formazione. Il valore medio di permeabilità derivante da tali prove è pari a  $4.4 \times 10^{-7}$  m/s, corrispondente ad una classe di permeabilità bassa per fratturazione.

Sondaggio	Prof. (m)	K (m/s)
BHG3	35.3	1.78E-07
BHG3	46.2	4.06E-07
BHG3	52.1	2.70E-07
BHG3	59	1.33E-06
VG1	57.5	6.20E-08

**Tabella 4 - Valori di permeabilità da prove Lugeon (sondaggi BHG3 e VG1).**

- Depositi alluvionali

L'acquifero ospitato entro il complesso alluvionale ghiaioso-sabbioso che riempie la conca bolzanina è sicuramente quello più importante sia dal punto di vista dello sfruttamento che da quello della produttività. L'acquifero si divide in più layer, in funzione della profondità e delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti coinvolti. Per l'attribuzione dei valori di permeabilità ai sedimenti alluvionali nell'area in esame si è fatto ricorso alle prove Lefranc eseguite nei sondaggi della campagna 2018 e 2020 e a quelle eseguite durante la campagna indagini Italferr 2017 nell'ambito dello studio geologico per la riqualificazione dell'areale della stazione di Bolzano, congiuntamente a valutazioni sulla tessitura e granulometria dei depositi.

I valori risultano in linea con quanto riscontrato in bibliografia; i dati ricadono, generalmente nella classe di permeabilità alta o medio-alta. Quest'ultima in effetti è la classe maggiormente rappresentata; conseguentemente si è valutato di collocare i depositi in esame entro la classe di permeabilità per porosità medio alta. Sovrastanti ai depositi alluvionali si possono rinvenire depositi di origine antropica, con caratteristiche granulometriche spesso simili alle sottostanti ghiaie e sabbie alluvionali. Risulta disponibile una prova entro tali depositi, eseguita nel sondaggio BH6. La prova ha restituito un valore di permeabilità pari a  $2.32 \times 10^{-4}$  m/s, che appare in linea con esperienze pregresse su questo tipo di materiali; si è valutato pertanto di classificare questi materiali entro la classe di permeabilità alta per porosità.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

- Depositi glaciali e di versante

Le coltri di materiale detritico e gli accumuli di frana posti alla base dei versanti del Virgolo, in relazione alle loro caratteristiche granulometriche possono presentare una buona permeabilità; essi tuttavia non appaiono in grado di ospitare corpi acquiferi degni di nota, se non locali e momentanei ristagni d'acqua generati durante intensi e prolungati periodi piovosi. I materiali di origine glaciale, posti sulla sommità del rilievo, possono essere interessati solo da una limitata e locale circolazione idrica, a carattere stagionale, sostenuta dal substrato vulcanico. Sulla base della valutazione delle carote di sondaggio e dell'esperienza acquisita in contesti geologici analoghi si stima di poter collocare questi depositi in una classe di permeabilità medio-alta.

- Punti d'acqua

Dal punto di vista delle emergenze idriche, all'interno dell'areale cartografato, risultano censite nel database provinciale quattro sorgenti e una derivazione da torrente. Non sono disponibili informazioni relative alle caratteristiche chimico-fisiche di queste acque o ai valori di portata delle emergenze, situate comunque a distanza superiore ai 500 metri dal tracciato di progetto. È ragionevole ipotizzare una circolazione dei flussi alimentatori entro i depositi quaternari superficiali, senza l'interessamento diretto del substrato roccioso vulcanico. Dal rilevamento di campagna non sono emersi ulteriori punti d'acqua localizzati nei pressi del tracciato in progetto se non una venuta molto limitata (stillicidio). Ciò risulta in linea con le evidenze riscontrate nel cunicolo esplorativo, il cui sviluppo è caratterizzato solo da locali stillicidi o zone umide, evidenziando una generale, scarsa, circolazione idrica all'interno dell'ammasso roccioso.

- Dati piezometrici

I dati piezometrici raccolti durante le indagini geognostiche precedentemente citate sono stati confrontati con i dati provenienti dalla rete di monitoraggio delle acque di falda del comune di Bolzano. In linea generale i piezometri monitorati hanno mostrato un valore storico minimo di soggiacenza nel mese di ottobre 2020, caratterizzato da eventi piovosi molto significativi. Da questi dati si può desumere come i valori di soggiacenza varino, nell'area di interesse, tra un minimo di circa 10 m da p.c. e un massimo di circa 20-25 m da p.c.. Nell'insieme comunque i dati disponibili misurati ai piezometri installati nel corso delle diverse campagne geognostiche appaiono coerenti con i dati provenienti dalla rete di monitoraggio continuo. Nella seguente tabella sono evidenziati in grassetto i valori di soggiacenza riportati nei profili in asse tracciato (NB1D01D69F6GE0001001 e NB1D01D69F6GE0002001).

<b>Piezometri campagna Italferr 2020</b>					
<i>Sondaggio</i>	<i>VG0</i>	<i>VG1</i>	<i>VG2</i>	<i>VG4</i>	<i>VG5</i>
ott-20	14.72	13.94	15.68	-	10.98
nov-20	15.14	13.52	15.33	13.71	10.74
dic-20	-	15.01	16.42	14.28	11.47
gen-21	<b>16.88</b>	<b>15.74</b>	<b>16.74</b>	<b>14.58</b>	<b>11.70</b>

Piezometri campagna Italferr 2018				
Sondaggio	BH2	BH6	BHG3	BHG7
nov-18	16.58			
dic-18	17.13	18.6		
gen-19			58	
feb-19	18.32	18.12	55.45	
mag-19	16.25	13.93	53.12	167.9
giu-19	15	6.5	56.2	168.6
lug-19	16.25	12.5	58.95	168
ago-19	17.35	13.3	59.9	165.35
set-19	18.3	17.3	59.9	166.6
ott-19	18.8	18.27	59.9	164.08
nov-19	17.4	16.05	54.5	165.45
dic-19	17.8	16.75	53.55	166.2
feb-20	18.65	17.5	60.05	167.5
feb-20	18.97	18.23	62.45	166
mag-20	17.95	16.5	59.9	170.3
giu-20	15.83	12.64	57.9	169.6
lug-20	15.73	12.71	59.88	167.95
ago-20	16.88	14.84	59.92	169.32
set-20	14.98	12.32	58.25	169.12
ott-20	14.29	10.97	56.18	168.4
nov-20	14.15	10.96	53.98	167.38
dic-20	15.29	12.32	59.88	167.85
gen-21	<b>15.46</b>	<b>13.03</b>	<b>55.37</b>	<b>165.87</b>
Piezometri campagna Italferr 2017				
Sondaggio	S1	S3		
mar-17	<b>24.21</b>	24.7		

**Tabella 5 - Valori di soggiacenza misurata ai piezometri Italferr (m da p.c.).**

Nella carta idrogeologica (NB1D01D69G6GE0002001), attraverso la correlazione dei dati dei piezometri della rete comunale e di quelli attualmente disponibili per i piezometri Italferr, sono state tracciate, nell'intorno dell'area di progetto, le linee isofreatiche relative al mese di ottobre 2020, nel quale la falda, come visto in precedenza, ha raggiunto i valori massimi.

## 6.6 INDAGINI SVOLTE

Per l'approfondimento del quadro geologico-strutturale, geomorfologico ed idrogeologico dell'area in esame sono state eseguiti i rilievi e le campagne di indagini di seguito menzionati.

### 6.6.1 Rilievi geologici

L'attività di raccolta dati sul terreno ha riguardato una fascia di territorio sviluppata all'incirca in direzione SW-NE, estesa approssimativamente tra la stazione ferroviaria di Bolzano e Via Roma, ed all'interno della quale ricade il colle del Virgolo. Di importante ausilio alla definizione del quadro geologico, inoltre, sono stati i rilievi condotti all'interno del cunicolo esplorativo scavato da FS tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 alla base del colle e che lo attraversa in direzione circa NNE-SSW per uno sviluppo approssimativo di 450 m. L'imbocco di tale cunicolo, che è cieco alla sua estremità nord, è collocato in corrispondenza della zona sud-ovest della collina.

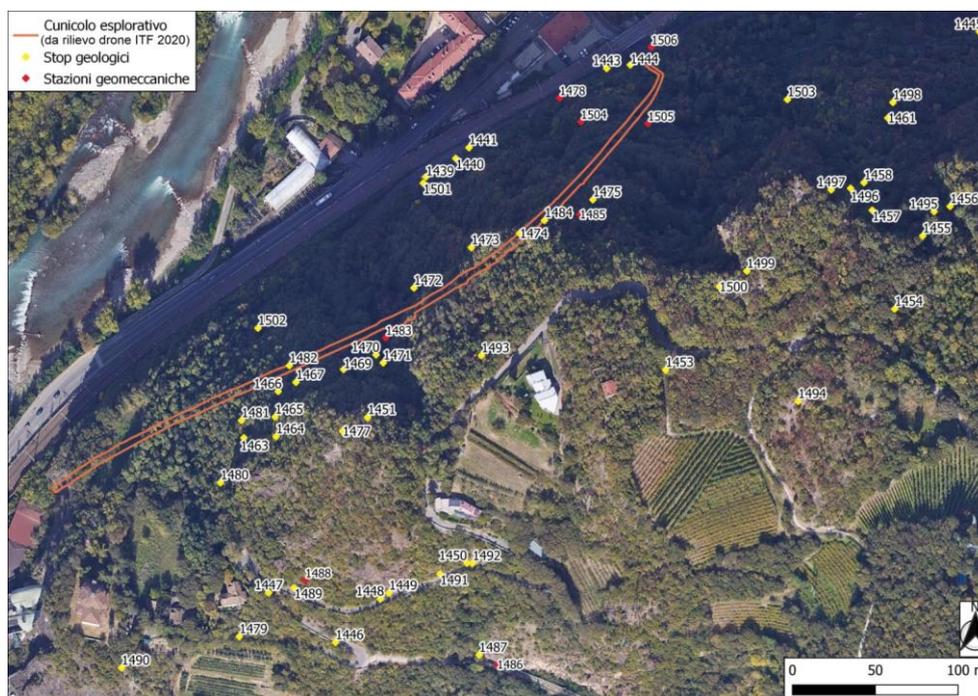


Figura 6.13 – Ubicazione degli stop geologici eseguiti in corrispondenza del Colle del Virgolo.

### 6.6.2 Indagini dirette

Allo scopo di acquisire ulteriori informazioni sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche dell'area di studio, sono state eseguite diverse campagne di indagini geognostiche, di seguito riassunte:

#### Indagini dirette – Campagna 2018

Tra la fine del 2018 ed inizio 2019 sono stati realizzati cinque sondaggi geognostici, (BH2, BHG3, BH5, BH6 e BHG7). I sondaggi sono stati realizzati a carotaggio continuo con esecuzione di prove in foro (SPT, prove pressiometriche, dilatometriche e di permeabilità) e prelievo di campioni. Il sondaggio BHG7, eseguito sulla sommità del colle del Virgolo, è stato spinto fino alla profondità di 188,4 m; in questo sondaggio sono state eseguite anche prove BHTV e prove di fratturazione.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 35 di 148

### Indagini dirette - Campagna 2020

Sono stati realizzati ulteriori 6 sondaggi (VG0, VG1, VG2, VG3, VG4 e VG5) ai piedi del colle del Virgolo, con una profondità che varia da 30 m a 60 m, per approfondire la caratterizzazione dei terreni quaternari interessati dal tracciato di progetto. I sondaggi sono stati realizzati a carotaggio continuo con esecuzione di prove in foro (SPT, prove pressiometriche, dilatometriche e di permeabilità) e prelievo di campioni.

Sono stati inoltre utilizzati i dati di indagini derivanti da pregresse campagne eseguite da Italferr (2017) nell'ambito dello studio per la riqualificazione dell'areale ferroviario di Bolzano e ulteriori dati provenienti dall'archivio sondaggi della Provincia Autonoma di Bolzano.

#### **6.6.3 Indagini indirette**

La campagna di indagini geofisiche 2020 è stata realizzata lungo il tracciato ferroviario di progetto, in una zona compresa tra il ponte ferroviario sul fiume Isarco e il quartiere di Oltrisarco. In questa campagna sono state eseguite 8 prove di tipo MASW/Re.Mi. e 3 prospezioni sismiche a rifrazione.

La campagna di indagini geofisiche 2018 è stata realizzata nell'intorno del ponte ferroviario esistente. Sono stati eseguiti due stendimenti di geoelettrica, uno parallelamente al ponte ferroviario ed uno perpendicolarmente allo stesso ed una prova sismica in foro di tipo Down-Hole attrezzando il sondaggio BH5.

#### **6.6.4 Rilievi geomeccanici**

Nel corso delle attività di campagna sono stati eseguite 8 stazioni geomeccaniche tradizionali di superficie. L'elaborazione statistica dei dati acquisiti ha permesso di classificare, dal punto di vista geomeccanico, le porzioni rocciose oggetto dei rilievi, sia secondo i criteri di Bieniawski (1989), attraverso la stima del coefficiente RMR, sia secondo quelli proposti da Barton (1974) mediante il calcolo del parametro Q.

Oltre alle suddette stazioni geomeccaniche tradizionali sono stati condotti rilievi geologico-geomeccanici in parete tramite 18 calate in corda.

#### **6.6.5 Rilievi fotogeologici in cunicolo**

Il cunicolo è stato oggetto di un rilievo fotografico al fine di poterne ricostruire, con tecniche fotogrammetriche, un modello 3D a nuvola di punti densa su cui poter condurre delle valutazioni di tipo geologico – geomeccanico.

#### **6.6.6 Rilievo fotogeologico con APR**

Al fine di ottenere un modello 3D delle porzioni rocciose più alte del versante e meno direttamente accessibili è stata realizzata una serie di voli aerofotogrammetrici con APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto). In tal modo sono stati acquisiti dati utili alle valutazioni geomeccaniche delle pareti rocciose sommitali. Tali dati sono stati confrontati ed integrati con gli esiti dei rilievi geomeccanici tradizionali a terra e di quelli su fune in parete.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 36 di 148

## 7 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.

### 7.1 IDROGRAFIA DELL'AREA

Dal punto di vista idrografico il territorio comunale di Bolzano coincide con la conca costituita dall'allargamento della vallata alla confluenza dei fiumi Adige, Isarco e Talvera, comprendendone la vasta pianura alluvionale e una parte dei pendii circostanti, sui quali si intrecciano i confini con i comuni limitrofi. L'area di intervento ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Adige e in particolare del sottobacino del Fiume Isarco che nasce da Passo Sella sopra il Passo del Brennero a quota circa 2024 m s.l.m. ed attraversa tutto il territorio dell'Alto Adige con andamento generale Nord Sud. La forma della valle è allungata e stretta ed ha un'estensione di circa 2100 km<sup>2</sup>, il Fiume Isarco percorre una lunghezza di circa 90 km con dislivello di circa 1789 m e pendenza media del 2%, escludendo il primo tratto dalle sorgenti al passo del Brennero avente pendenza pari al 24% il rimanente tratto scende a Bolzano con una pendenza media di circa 1.2%.

L'intervento in Progetto è ubicato alla chiusura del Bacino del Fiume Isarco in corrispondenza della confluenza con il Fiume Talvera.

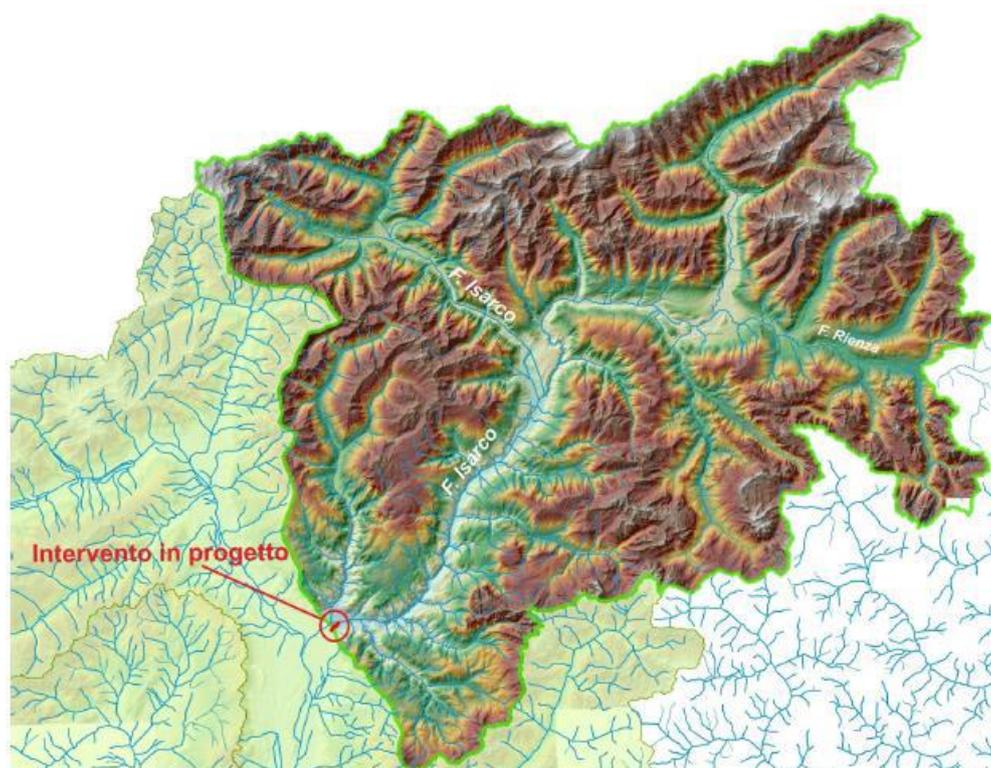


Figura 7.1 – Inquadramento idrografico delle aree di progetto

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 37 di 148

### 7.1.1 Analisi delle precipitazioni

Al fine di determinare le caratteristiche pluviometriche dell'area oggetto di studio si sono utilizzati i dati forniti dall'Unità Idrografica delle Provincia Autonoma di Bolzano per "Stazione meteorologica di Bolzano" avente codice 83200MS.

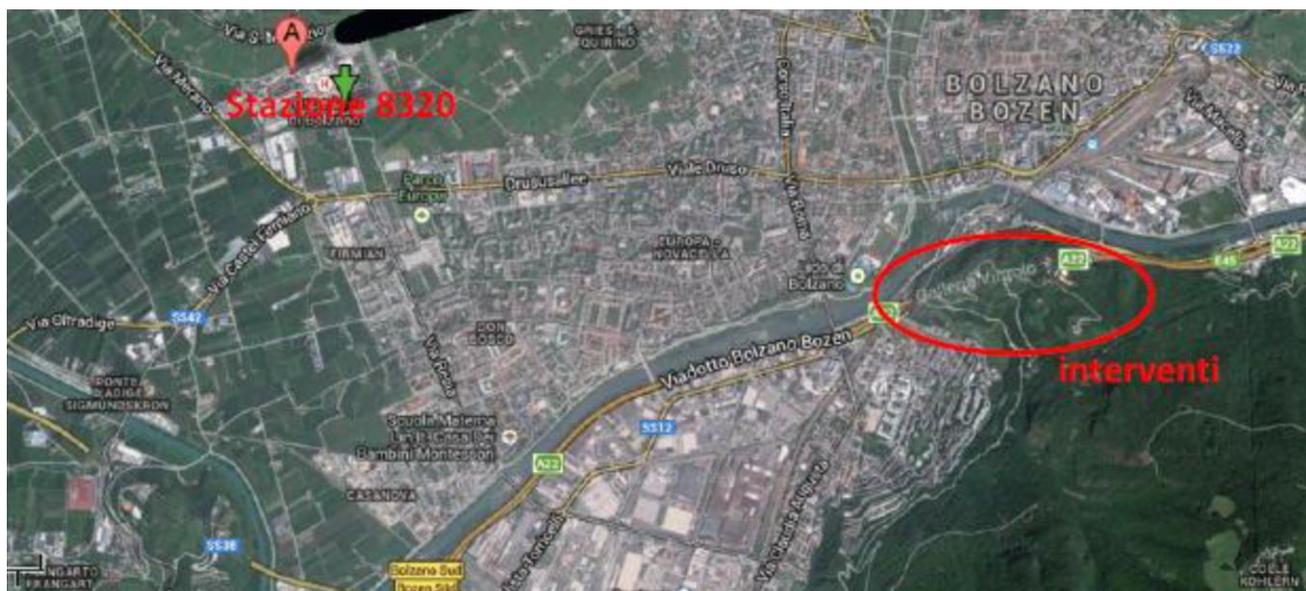


Figura 7.2 – Ubicazione della stazione meteorologica di Bolzano (n. 8320)

La determinazione delle dimensioni delle opere di drenaggio richiede la conoscenza delle portate che affluiscono alla rete dalle superfici scolanti.

Le portate al colmo di progetto dipendono da:

- caratteristiche dell'evento meteorico che interessa il bacino tributario sotteso;
- caratteristiche del bacino sotteso stesso (superficie, lunghezza, pendenza, copertura del suolo...).

È stato svolto quindi un accurato approfondimento relativo alle registrazioni pluviometriche disponibili, relative all'area di studio analizzando sia le registrazioni di massima intensità per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, sia le precipitazioni di notevole intensità e breve durata (inferiore all'ora).

Per quanto riguarda le acque provenienti dal versante sovrastante via Pie' di Virgolo, al fine di dimensionare il relativo fosso di guardia a monte della sede stradale, è stato individuato il bacino scolante e successivamente calcolata la portata di piena.

La precipitazione viene in parte intercettata dalla vegetazione, in parte si infiltra nel terreno, in parte si accumula in piccoli invasi naturali e/o artificiali come per esempio avvallamenti nel terreno, pozze o impluvi artificiali mentre la parte rimanente costituisce il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete idrografica in funzione della pendenza del bacino idrografico.

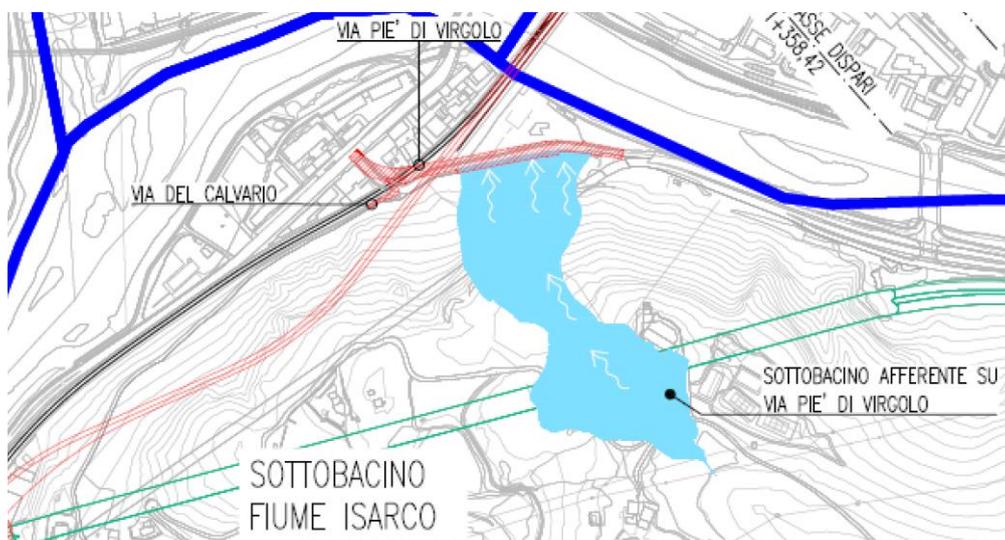
Il sistema suolo-vegetazione, quindi, costituisce una naturale capacità di invaso che tende a decurtare parte della pioggia che arriverà nella rete idrografica.



**Figura 7.3 - Versante a monte di Via Pie di Virgolo – Vista 3D Google Earth**

La riduzione della pioggia è dunque dipendente dalla capacità complessiva degli invasi che risulterà variabile nel tempo in quanto funzione del progressivo riempimento degli invasi e sia in funzione dei processi di trasferimento dell'acqua che agiscono nel sistema suolo-atmosfera.

La modellazione afflussi-deflussi è dunque la componente essenziale per la ricostruzione/stima degli idrogrammi di piena a partire dalla distribuzione areale delle piogge insistenti sul bacino idrografico.



**Figura 7.4 – Area di drenaggio afferente a via Pie' di Virgolo**

Il valore della portata complessiva dell'area di drenaggio afferente su via Pie' di Virgolo è pari a circa 384 l/s.

### 7.1.2 Fosso di guardia

Il fosso di guardia a monte della sede stradale previsto a protezione della stessa via Pie' di Virgolo, sarà sostenuto da un muro di sostegno di 147,44 m, e si svilupperà in contropendenza per scaricare nel fiume Isarco. Come da manuale di progettazione ferroviari, i fossi di guardia sono stati dimensionati con riferimento ad un Tr (Tempo di ritorno) pari a 100 anni. La superficie scolante da considerare per il dimensionamento del fosso, in questo caso è data dai terreni limitrofi in quanto la piattaforma stradale si trova in trincea. Il fosso di guardia dovrà quindi avere una capacità tale da contenere la totalità delle acque che defluiscono dal versante.

## 7.2 DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DI PERICOLO RISPETTO AL PZP

Come evidenziato nell'elaborato cartografico della corografia di inquadramento PAI/PGRA, l'area di intervento non ricade in aree caratterizzate da pericolosità idraulica mappate dalla Provincia autonoma di Bolzano. Inoltre, dalla sovrapposizione con le aree allagabili indagate nel PGRA risulta che gli interventi non ricadono in zone soggette ad allagamento, per tutti i tempi di ritorno considerati.

Si può concludere pertanto che l'intervento:

- non insiste su aree caratterizzate da pericolosità idraulica e quindi non modifica le attuali dinamiche di propagazione delle esondazioni;
- non interferisce con alcun corso d'acqua;
- non modifica le caratteristiche di infiltrazione delle superfici in cui insiste e quindi lascia invariato l'afflusso efficace.

Per tali motivi l'intervento non ha effetti apprezzabili sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata dallo stesso e non ne modifica le condizioni di sicurezza. Sulla base dell'analisi effettuata, si può pertanto concludere che l'intervento in progetto risulta compatibile con l'assetto idraulico del territorio.

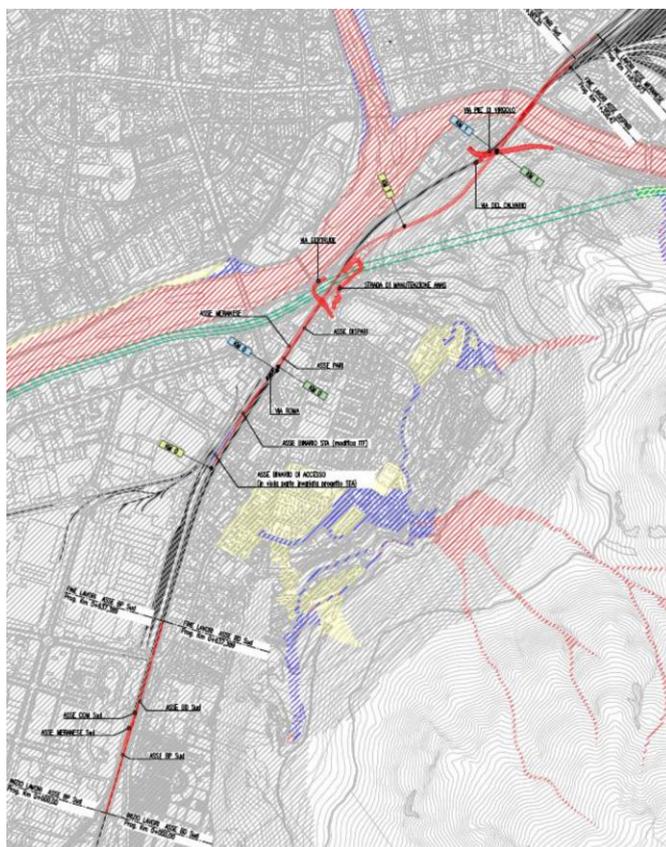


Figura 7.5 – Inquadramento PAI/PRGA

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 40 di 148

## SVILUPPO DEL PROGETTO

### 8 SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITÀ APPLICABILI

Il progetto, in relazione al campo geografico di applicazione (rif. Regolamento (UE) N. 849/2017), prevede l'utilizzo del Gabarit GC con PMO 5 e carico per asse 22,5 tonnellate (categoria D4) pertanto, per tali tratti, ai sensi del §4.2.1 della STI Infrastruttura possono essere applicati i parametri di prestazione **P1-P4** per il traffico passeggeri e **F2** per il traffico merci, come riportato nelle seguenti tabelle: **Tabella 6** e **Tabella 7**.

Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza utile del marciapiede [m]
P1		GC	17	250-350	400
P4		GB	22.5	120-200	200-400

Tabella 6: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2

Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza del treno [m]
F2		GB	22.5	100-120	740-1050

Tabella 7: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3

La linea esistente Meranese, esterna ai limiti di intervento; in relazione al campo geografico di applicazione e in base alle informazioni ricavabili attraverso l'applicativo PIRWEB di RFI ed il RINF ERA, può essere classificata, sempre ai sensi del §4.2.1 della STI Infrastruttura nella categoria **P6-F4**. Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori di riferimento per le suddette linee:

#### Linea Meranese:

Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza utile del marciapiede [m]
P6		G1	12	n.d.	n.d.

Tabella 8: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2

Codice traffico	di	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza del treno [m]
F4		G1	18	n.d.	n.d.

Tabella 9: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

Il carico per asse ammesso dalla linea meranese è di 20t/asse.

Le tratte di linea oggetto dell'intervento fanno parte delle reti TEN, di cui al Regolamento (UE) N. 849/2017, al fine di garantire l'interoperabilità per quanto riguarda i suoi requisiti essenziali, il Parlamento della Comunità Europea ha emanato le Specifiche Tecniche di Interoperabilità.

Le STI, applicabili al progetto sono quelle di seguito riportate:

- Regolamento (UE) N° 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "Infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 776/2019 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal Regolamento di Esecuzione (UE) 776/2019;
- Regolamento (UE) 919/2016 della commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi «Controllo-Comando e Segnalamento» del sistema ferroviario nell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 776/2019;
- Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18/11/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato con il Regolamento (UE) 2016/912 del 9 giugno 2016, e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

Il Dettaglio di quanto sopra sintetizzato è disponibile al documento "NB1D01D24RGMD0000001".

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 42 di 148

## 9 SICUREZZA IN GALLERIA

La presenza di significative infrastrutture ferroviarie in sotterraneo richiede un'analisi delle problematiche della sicurezza legate a tale tipologia di opere. Il Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento "NB1D01D17RGSC0003001".

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:

1. l'infrastruttura;
2. il materiale rotabile;
3. le procedure operative e gestionali.

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

1. prevenzione degli incidenti;
2. mitigazione delle conseguenze;
3. facilitazione dell'esodo dei viaggiatori;
4. 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.

### 9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA SICUREZZA IN GALLERIA

I requisiti di sicurezza previsti per la galleria del Virgolo saranno conformi a quanto previsto dal Manuale di Progettazione delle opere civili - RFI 2019 PARTE II SEZIONE 4 – GALLERIE (RFI DTC SI GA MA IFS 001 D), che risponde fedelmente alla Specifica Tecnica di Interoperabilità STI-SRT "Safety in Railway Tunnels" (Regolamento UE 1303/2014 in vigore dal 1° gennaio 2015) aggiornata dal successivo Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/776 e si attiene al DM 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie", in vigore dall'8 aprile 2006, ma secondo quando definitivo dalla Legge n.27 del 24/03/2012 art.53, comma 2.

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.

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

La specifica tecnica di interoperabilità sulla sicurezza in galleria (Regolamento UE 1303/2014), in vigore dal 1° gennaio 2015 e aggiornata dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019, si applica a gallerie nuove, rinnovate e adeguate presenti nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità, di lunghezza maggiore di 100 m.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 43 di 148

## 9.2 PREDISPOSIZIONI DI SICUREZZA IN GALLERIA

Ai fini della sicurezza in galleria, la lunghezza della galleria del Virgolo è stata assunta, con riferimento al binario dispari della linea del Brennero, pari a 526 m.

Le predisposizioni di sicurezza (requisiti minimi) e le scelte impiantistiche riferite alla galleria e di seguito sintetizzate sono attribuite in funzione alla sua lunghezza maggiore di 500 m e secondo un'articolazione che prevede i gruppi omogenei:

- opere civili;
  - Resistenza e Reazione al fuoco
  - Marciapiedi
  - Corrimano
- impianti e sistemi tecnologici;
  - Segnaletica di Emergenza
  - Illuminazione di Emergenza
  - Comunicazione nelle emergenze

Per la descrizione dettagliata di queste predisposizioni di sicurezza (requisiti minimi) e scelte impiantistiche, con rispettivi e puntuali riferimenti normativi, si rimanda al documento specialistico "NB1D01D17RGSC0003001".

### 9.2.1 Opere civili

#### Resistenza e reazione al fuoco

La STI-SRT, 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.

#### Marciapiedi

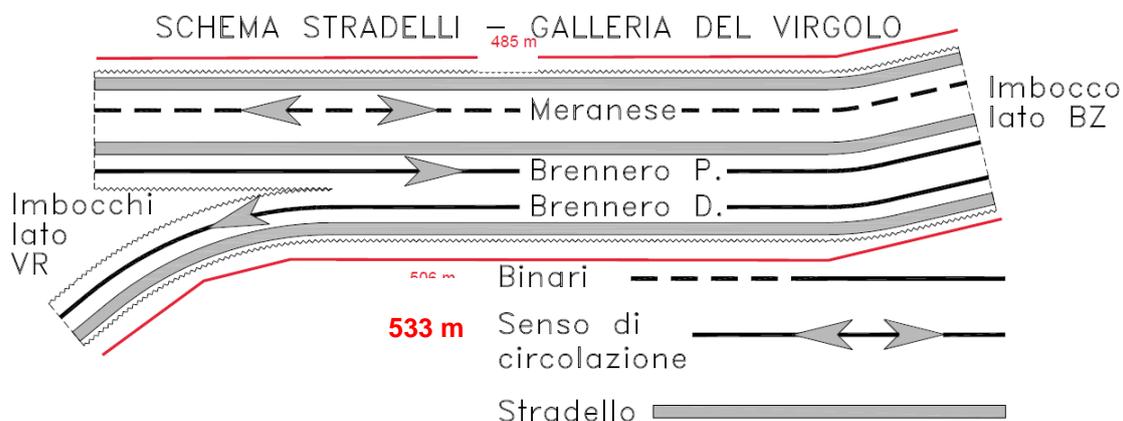
Ai sensi dei riferimenti normativi sulla sicurezza in galleria (STI/SRT, DM 28/10/2005 e MdP RFI), per una galleria di lunghezza maggiore di 500 m devono essere garantiti i marciapiedi di esodo ed in particolare, per una galleria a più binari, deve essere garantito il marciapiede anche a servizio del binario centrale.

Pertanto, aumentando l'interasse tra il binario della Meranese e il binario pari della linea del Brennero, sarà possibile inserire un marciapiede centrale di esodo, di 80 cm di larghezza, per tutta la lunghezza del tratto di galleria a tre binari.

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- marciapiedi laterali: larghezza minima 120 cm;
- marciapiede centrale: larghezza minima 80 cm;
- altezza dal piano del ferro: 55 cm (armamento tradizionale);
- distanza dal bordo interno della più vicina rotaia: 113 cm (misurata parallelamente al piano di rotolamento);
- spazio libero minimo al di sopra del marciapiede: almeno 225 cm;
- marciapiedi a geometria variabile.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>44 di 148</b>



**Figura 9.1 - Schema planimetrico della galleria del VirgoLO con indicazione dei marciapiedi**

### Corrimano

Per costituire una guida per i passeggeri durante l'esodo lungo il marciapiede, è prevista l'installazione di un corrimano, ad un'altezza di circa 1 m dal piano di calpestio dei marciapiedi laterali e del marciapiede centrale.

## **9.2.2 Impianti e sistemi tecnologici**

### Segnaletica di emergenza

La segnaletica di emergenza è sviluppata in base ai criteri ed alle indicazioni del Manuale di Progettazione delle opere civili - RFI 2020 PARTE II SEZIONE 4 – GALLERIE (RFI DTC SI GA MA IFS 001 E). Le caratteristiche della segnaletica di emergenza sono inoltre conformi ai requisiti della direttiva 2014/27/UE del Parlamento del Consiglio Europeo del 26 febbraio 2014 recante le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro e la norma ISO 3864-1. I cartelli in galleria saranno di tipo fotoluminescente e saranno posti esclusivamente longitudinalmente in aderenza alle pareti della galleria in modo da evitare abbagliamenti oppure confusione con segnali ferroviari o comunque errori di valutazione da parte del personale di condotta treno, pertanto non sarà realizzata mediante corpi illuminanti che potrebbero costituire sorgenti luminose.

### Illuminazione di emergenza

La galleria sarà attrezzata con gli impianti preposti alla sicurezza in galleria realizzati secondo i criteri definiti dalla specifica tecnica di costruzione RFIDPRIMSTCIFS611B "Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice per gallerie lunghe tra 500 m e 1000 m". L'impianto di illuminazione di emergenza sarà progettato e realizzato in maniera tale da consentire, in caso di emergenza, l'illuminazione delle vie di esodo della galleria (marciapiedi laterali) garantendo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad 1 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo sul piano di calpestio stesso. Le lampade, normalmente spente, potranno essere accese dai pulsanti di emergenza dislocati lungo la galleria o dai pulsanti di accensione nei Quadri di Piazzale (QdP) o da comando di accensione remoto. Per il marciapiede centrale, data la criticità di spazi, si prevede l'installazione di corpi illuminanti installati sotto il corrimano, ovvero integrati nel corrimano stesso.

### Comunicazione nelle emergenze

Anche se la lunghezza della galleria non richiede il rispetto di tale requisito, dal momento che si presuppone che la direttrice sarà attrezzata con il sistema ERTMS/ETCS L2 BL3, è prevista la radiocopertura GSM-R necessaria per il funzionamento del sistema, con antenne BTS, una all'imbocco sud della galleria e un'altra esistente alla stazione di Bolzano. È prevista inoltre l'estensione in galleria della rete cellulare GSM pubblico.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### 9.3 SICUREZZA LINEE

#### 9.3.1 Interferenze con altri sistemi di trasporto

I rischi correlati all'interferenza con altri sistemi di trasporto sono costituiti dalla possibilità di invasione della sede ferroviaria e/o interferenza visuale cinetica (abbagliamento degli automobilisti).

Per ridurre al massimo la frequenza di questa eventualità occorre che in tutti i tratti in stretto affiancamento con strade ed autostrade siano adottate idonee misure per impedire l'invasione della sede ferroviaria. La soluzione sarà funzione della geometria dell'area compresa tra le due infrastrutture, della distanza relativa e della differenza di quota tra piano del ferro e piano stradale. Per il dettaglio delle misure di sicurezza di seguito sintetizzate, si rimanda al documento specialistico "NB1D01D17RGSC0003001".

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità (cavalcaferrovia), occorre che siano previste idonee barriere stradali "bordo ponte" di tipo H4 (H3, ecc. in funzione delle caratteristiche di viabilità) e reti di protezione. Nel caso di stretto affiancamento in cui non è possibile modellare il terreno al fine di realizzare una via di fuga per i veicoli sviati sono previste, per la strada, barriere di sicurezza del tipo "bordo ponte" di classe H4; nel caso di normale affiancamento, è prevista la modellazione del terreno attraverso la realizzazione di una successione di una cunetta e di un rilevato.

#### 9.3.2 Interferenza con stabilimenti a rischio incidente rilevante

Con riferimento ad eventuali potenziali pericoli per la linea ferroviaria in progetto, quale elemento aggravante o causa prima di incidente, occorre verificare la presenza in prossimità della linea di insediamenti industriali a rischio di incidente rilevante ai sensi del Decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105 – Recepimento Direttiva 2012/18/UE "Seveso Ter" relativa al controllo del pericolo incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose.

Nell'eventualità siano realizzati nuovi insediamenti a rischio in prossimità della linea, il sistema di gestione delle emergenze presente nello stabilimento dovrà essere in grado di comunicare ai centri di gestione della circolazione treni l'avvenuto incidente per attivare le relative procedure di emergenza nell'area interessata dall'evento incidentale.

#### 9.3.3 Interferenza con condotte per il trasporto di gas e di idrocarburi

I problemi relativi all'interferenza con i sottoservizi, in particolare con oleodotti e gasdotti, sono legati essenzialmente a scenari riguardanti incidenti alle condotte stesse che possono coinvolgere la tratta ferroviaria. In tali casi dovranno essere seguite le raccomandazioni di cui al DM 4 aprile 2014 – "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".

### 9.4 ATTIVITÀ SOGGETTE AL CONTROLLO DI PREVENZIONE INCENDI DEI VV.F.

Nell'ambito dello sviluppo progettuale sono state identificate le attività ricomprese fra quelle soggette ai controlli dei VV.F. indicate nell'Allegato I del DPR 151/2011. La tabella seguente riassume le attività soggette, la loro ubicazione, la categoria in cui ricadono (A, B o C) ed il rispettivo quadro normativo di riferimento.

Attività soggetta	Installazione	Attività Sottoclasse Categoria	Normativa di riferimento
Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW.	Apparato SIAP (Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione) nel Gestore di Area 1	49.1.A	DM 13 luglio 2011

**Tabella 10 – Attività soggette a DPR 151/2011**

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 46 di 148

## 10 TRACCIATO FERROVIARIO

Il progetto prevede la realizzazione di una variante alla linea del Brennero per una lunghezza complessiva di circa 1,1 chilometri e permette inoltre al binario della Meranese, che attualmente si dirama dal binario pari alla pk 148+635 (progressiva punta scambi), di proseguire in maniera indipendente fino alla stazione di Bolzano, attestandosi sul 1° tronco.

L'inizio intervento a sud si trova alle seguenti progressive sui 3 binari interessati:

- 0+651 linea Meranese;
- 148+738 binario pari VR-Brennero;
- 148+735 binario dispari VR-Brennero.

Per quanto riguarda le opere civili, il termine intervento per tutti e tre i binari è collocato in corrispondenza della spalla sud del ponte esistente sul fiume Isarco (pk di progetto 1+516 per la linea Meranese e 1+036 per la linea del Brennero).

Per quanto riguarda l'armamento e le tecnologie, gli interventi proseguono all'interno della stazione di Bolzano con modifiche significative alla radice Sud (pk di progetto 1+894 per la linea Meranese, 1+309 per il BP e 1+276 per il BD della linea del Brennero) e alcuni interventi alla radice Nord necessari per ripristinare la configurazione del ferro attuale dopo la demolizione di un allaccio provvisorio funzionale alla fasizzazione delle lavorazioni.

La nuova sede ferroviaria a tre binari si sviluppa in parte in variante, con una galleria di lunghezza complessiva di poco superiore a 500 metri, e in parte allo scoperto, dove, per la maggior parte dello sviluppo, risulta in affiancamento alla sede esistente.

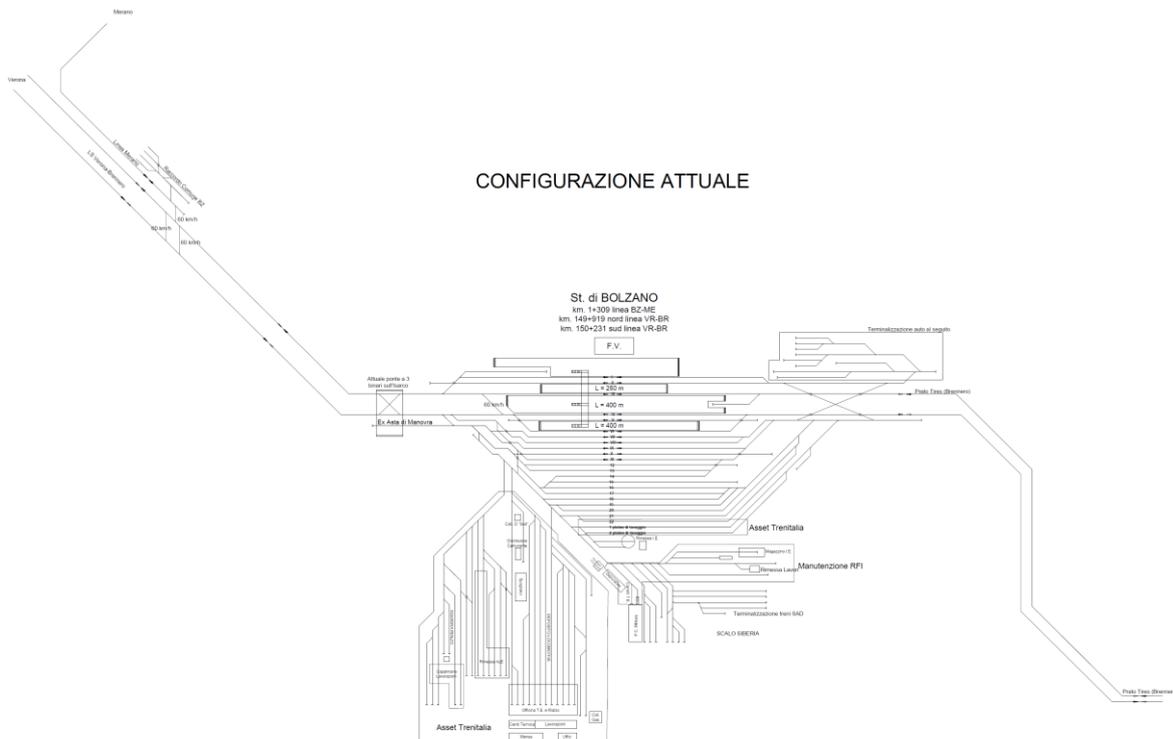
L'intervento prevede anche la demolizione dell'attuale bivio della Meranese e delle comunicazioni esistenti sulla linea del Brennero prima e dopo e la realizzazione di un nuovo gruppo di comunicazioni con schema analogo circa 1,1 km più a sud.

Le nuove comunicazioni saranno percorribili a 60 km/h mentre la nuova connessione fra Meranese e binario pari sarà percorribile a 100 km/h.

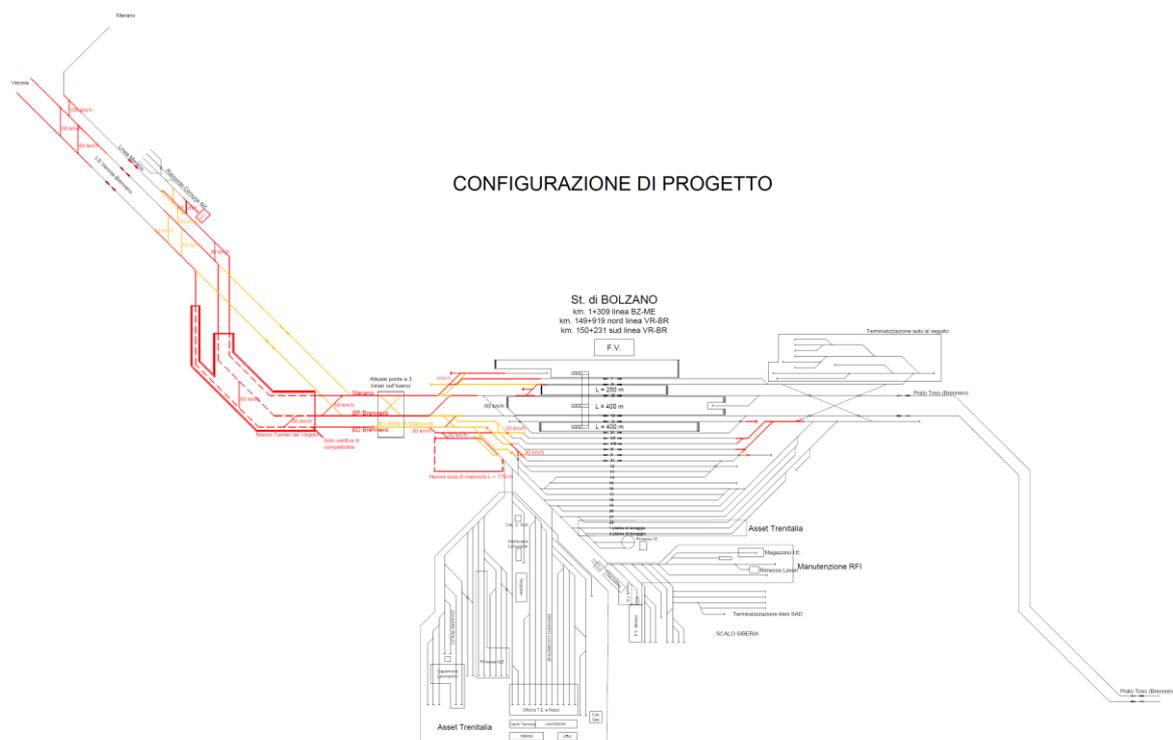
Per completare l'intervento sfruttando la nuova comunicazione a 100 è necessario velocizzare la linea Meranese portando la velocità di rango A a 100 km/h (attualmente è pari a 95 km/h).

Infine, a seguito di condivisioni con STA, viene ripristinata la connessione fra il proprio deposito e la linea Meranese prima del ponte di via Roma incrementando il modulo del binario di accesso, velocizzandone l'accesso tramite la posa di una comunicazione a 60 km/h e inserendo un tronchino di indipendenza.

Il dettaglio degli interventi sopra sintetizzati è disponibile agli elaborati planimetrici di progetto ed al documento "NB1D01D26RHIF0001001".



**Figura 10.1 – Scenario attuale**



**Figura 10.2 – Scenario di progetto**

## 10.1 CARATTERISTICHE TECNICHE

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

LINEA MERANESE	
Pendenza massima	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.0 ‰ asse Meranese Sud</li> <li>12.0 ‰ asse Meranese</li> </ul>
Velocità di tracciato	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 km/h asse Meranese Sud</li> <li>100 km/h asse Meranese fra le pk di progetto 0+000 e 0+742</li> <li>60 km/h asse Meranese fra le pk di progetto 0+742 e 1+894</li> </ul>
Raggio minimo planimetrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>NA asse Meranese Sud</li> <li>300 m asse Meranese</li> </ul>
Raccordo di transizione	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clotoide</li> </ul>
Massima sopraelevazione in curva	<ul style="list-style-type: none"> <li>NA asse Meranese Sud</li> <li>90 mm asse Meranese</li> </ul>
Raggio minimo altimetrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>3700 m asse Meranese Sud</li> <li>2000 m asse Meranese</li> </ul>
Interasse con BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.00 m asse Meranese Sud</li> <li>7.40 - 4.00 m asse Meranese</li> </ul>
Profilo minimo degli ostacoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMO 5</li> </ul>
Armamento e traverse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1435mm.</li> <li>Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto.</li> <li>Apparecchi di binario con piano di posa in c.a.p. da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI.</li> </ul>
Dispositivi di fine corsa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 1</li> <li>Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 2</li> </ul>
Categoria peso assiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>C3 (20.0 t/asse, 7.2 t/m) asse Meranese Sud</li> <li>D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) – Massima categoria – asse Meranese</li> </ul>

**Tabella 11 – Caratteristiche tecniche tracciato linea Meranese**

LINEA DEL BRENNERO - BINARIO PARI	
Pendenza massima	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 ‰ asse BP Sud</li> <li>10.2 ‰ asse BP</li> </ul>
Velocità di tracciato	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 km/h asse BP Sud</li> <li>100 km/h asse BP fra le pk di progetto 0+000 e 0+254</li> <li>60 km/h asse BP fra le pk di progetto 0+254 e 1+309</li> </ul>
Raggio minimo planimetrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>7000 asse BP Sud</li> <li>304.75 m asse BP</li> </ul>
Raccordo di transizione	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clotoide</li> </ul>

Massima sopraelevazione in curva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 mm asse BP Sud</li> <li>• 90 mm asse BP</li> </ul>
Raggio minimo altimetrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40000 m asse BP Sud</li> <li>• 2000 m asse BP</li> </ul>
Interasse con BD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.62 – 4.00 m asse BP Sud</li> <li>• 3.555 – 5.70 – 22.32 m asse BP</li> </ul>
Profilo minimo degli ostacoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PMO 5</li> </ul>
Armamento e traverse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1435 mm</li> <li>• Traverse in c.a.p. RF1240 con attacco indiretto</li> <li>• Apparecchi di binario con piano di posa in c.a.p. da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI</li> </ul>
Dispositivi di fine corsa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 1</li> <li>• Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 2</li> </ul>
Categoria peso assiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) – Massima categoria</li> </ul>

**Tabella 12 - Caratteristiche tecniche tracciato linea Brennero binario pari**

<b>LINEA DEL BRENNERO - BINARIO DISPARI</b>	
Pendenza massima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6.1 ‰ asse BD Sud</li> <li>• 11.0 ‰ asse BD</li> </ul>
Velocità di tracciato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 km/h asse BD Sud</li> <li>• 100 km/h asse BD fra le pk di progetto 0+000 e 0+313</li> <li>• 60 km/h asse BD fra le pk di progetto 0+420 e 1+276</li> </ul>
Raggio minimo planimetrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7000 asse BD Sud</li> <li>• 308.75 m asse BD</li> </ul>
Raccordo di transizione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clotoide</li> </ul>
Massima sopraelevazione in curva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 mm asse BD Sud</li> <li>• 90 mm asse BD</li> </ul>
Raggio minimo altimetrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40000 m asse BD Sud</li> <li>• 2000 m asse BD</li> </ul>
Interasse con BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.62 – 4.00 m asse BD Sud</li> <li>• 3.555 - 5.70 – 22.32 m asse BD</li> </ul>
Profilo minimo degli ostacoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PMO 5</li> </ul>
Armamento e traverse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1435 mm</li> <li>• Traverse in c.a.p. RF1240 con attacco indiretto.</li> <li>• Apparecchi di binario con piano di posa in c.a.p. da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI</li> </ul>
Dispositivi di fine corsa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 1</li> <li>• Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 2</li> </ul>
Categoria peso assiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) – Massima categoria</li> </ul>

**Tabella 13 - Caratteristiche tecniche tracciato linea Brennero binario dispari**

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 50 di 148

## 10.2 FASI ESECUTIVE DELL'INTERVENTO

Il progetto verrà realizzato in 4 macrofasi al fine di garantire sempre la continuità dell'esercizio ferroviario sia sulla linea del Brennero che sulla Meranese. Il dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile, dal punto di vista dell'esercizio al documento "NB1D01D16RGES0002001", da quello del Segnalamento Ferroviario al documento "NB1D01D58ROIS0000001", da quello della cantierizzazione al documento "NB1D01D53RGCA0000001" ed ai rispettivi elaborati grafici.

### Macrofase 1

- deviazione provvisoria di via del Calvario;
- scavo della galleria del Virgolo e realizzazione della variante a via Pie' di Virgolo fino al sottovia (incluso);
- realizzazione dell'allaccio provvisorio tra il V binario e l'asta di manovra nord al fine di garantire l'accesso alle officine durante le altre lavorazioni;
- realizzazione in configurazione finale della radice sud dei binari alti di stazione (VII - XVIII);
- realizzazione della nuova sede in variante dall'imbocco sud alla sede attuale e realizzazione della nuova viabilità di accesso all'area interclusa e all'edificio informazioni ANAS;
- realizzazione del sottovia di via S. Gertrude e della nuova opera di scavalco della SS12 sul futuro BD.

### Macrofase 2

- allaccio e attivazione del nuovo BD nel tunnel del Virgolo;
- demolizione del BD attuale nel tratto dismesso con l'attivazione della variante.

### Macrofase 3

- allaccio e attivazione del nuovo BP nel tunnel del Virgolo;
- spostamento in posizione definitiva della comunicazione tra II e III binario nella stazione di Bolzano;
- demolizione del BP attuale nel tratto dismesso con l'attivazione della variante;
- varo della nuova comunicazione a 30 km/h fra Meranese e BP prima dell'imbocco sud del tunnel;
- realizzazione della nuova opera di scavalco di via Roma e dell'allargamento della sede sul lato sinistro per ospitare il binario della Meranese;
- realizzazione del nuovo GA in prossimità di via Roma;
- riallineamento e adeguamento plano-altimetrico dei binari della linea del Brennero nell'area a sud propedeutici alla posa del nuovo gruppo di comunicazioni.

### Macrofase 4

- varo del nuovo gruppo di comunicazioni a Sud;
- demolizione del bivio della Meranese attuale e delle comunicazioni p/d poste prima e dopo;
- allaccio e attivazione del nuovo binario Meranese nel tunnel del Virgolo e del nuovo binario di accesso allo scalo STA;
- completamento della variante di via Pie' di Virgolo e riconnessione su questa di via del Calvario;
- sistemazione in posizione definitiva dei binari I tronco e I alla radice sud di Bolzano;
- demolizione dell'allaccio provvisorio di macrofase 1 alla radice nord e ripristino del ferro nello schema attuale.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 51 di 148

## 11 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. Il Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento "NB1D01D16RGES0001001" e "NB1D01D16RGES0002001".

### 11.1 SITUAZIONE INFRASTRUTTURALE ATTUALE

La stazione di Bolzano fa parte delle Direttrice Asse Orizzontale e, giurisdizionalmente, della Direzione Territoriale Produzione Verona. L'impianto è misto viaggiatori e merci. La lunghezza attuale dei marciapiedi sui binari di corsa varia tra 440 e 491 m. Un sottopasso pedonale collega i tre marciapiedi attualmente presenti, per l'accesso dai binari I e I tronco al VI. Attualmente, i binari III e IV sono i binari di corretto tracciato della Linea Brennero, mentre la linea Merano si innesta a singolo binario sul binario pari della Brennero circa un paio di chilometri più a sud della stazione, nella zona del Raccordo Area Industriale. I binari di stazione adibiti al deposito materiali sono il XV, XVI e XVII. Il binario XV è raggiungibile da sud utilizzando l'asta di manovra Virgolo di 220 metri che si dirama dai binari di circolazione. I binari XVI e XVII sono raggiungibili da nord e da sud utilizzando le rispettive aste di manovra (asta nord Kettmeier di 326 metri 326 e asta sud Virgolo metri 220) che dipartono dai binari di circolazione.

Nelle aree ferroviarie prospicienti la stazione oltre il binario XX vi sono le Officine Manutenzione RFI e le Officine Manutenzione Trenitalia, dotate di servizi rifornimento carburante macchine diesel, platee di lavaggio, platee di rifornimento idrico, aree smistamento e composizione, centri di manutenzione rotabili e centri di manovra. Come detto, l'attuale configurazione della radice sud dell'impianto di Bolzano prevede l'ingresso dei soli due binari della linea Brennero. La diramazione della linea Merano avviene in ambito stazione di Bolzano attraverso una diramazione a 60km/h in località Zona Industriale. In prossimità del bivio di diramazione sono presenti delle comunicazioni pari/dispari a 60km/h sulla linea Brennero (prima e dopo il bivio). La stazione, lato Sud è dotata di segnalamento plurimo di protezione e partenza. Il tratto di linea compreso tra la stazione di Bolzano e la diramazione Merano è attrezzato con un blocco automatico banalizzato, in continuità con quanto previsto sulla linea Brennero – Verona. La linea per Merano è attrezzata con un blocco elettrico conta assi dal bivio di diramazione. Il bivio è all'interno dei segnali di protezione e quindi è da considerarsi in ambito stazione.

Dal punto di vista tecnologico, attualmente l'apparato di Bolzano è di tipo elettromeccanico (ACEI), a schema di principio I0/16 con segnalamento di manovra luminoso, e gestisce, oltre al piazzale di stazione, anche la Zona Industriale a Sud della stazione con segnalamento plurimo di protezione e partenza. La stazione è esercita in Dirigenza Locale (regime di Stazione Porta Permanente rispetto al sistema di Automazione SCC): l'apparato di stazione è comunque telecontrollato dal sistema di Automazione SCC Direttrice Brennero che, sebbene non gestisca i movimenti, visualizza tutti gli enti significativi ai fini dell'inseguimento Marcia Treno in ambito stazione/linea. Il distanziamento di linea sulle tratte limitrofe è attrezzato con i seguenti sistemi:

- Blocco Automatico a correnti codificate banalizzato a 4 codici (SBA15 – costruttore Alstom) per la linea principale a doppio binario Verona-Brennero;
- Blocco Conta Assi ad unica sezione per la Linea Diramata a semplice binario Bolzano-Merano.

Dal punto di vista tecnologico, tuttavia, è opportuno considerare lo "stato inerziale", cioè lo stato degli impianti e sistemi in esercizio sulla linea ipotizzato all'atto della consegna dei lavori dell'intervento in oggetto, che non sarà coincidente con lo stato attuale degli impianti in esercizio.

Lo stato inerziale contempla una situazione di esercizio conseguente ad una serie di interventi in corso o in previsione di realizzazione sulla Linea Storica, che saranno completati a cura di RFI o altri soggetti, precedentemente all'intervento oggetto della presente progettazione.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 11.2 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 un giorno feriale medio di marzo 2019.

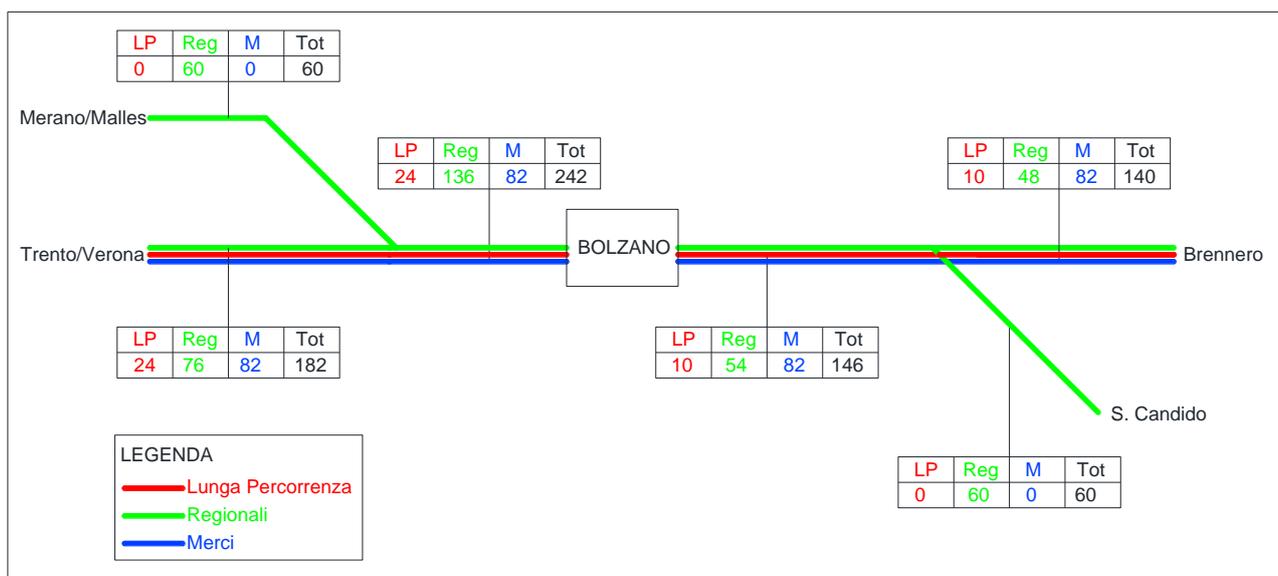


Figura 11.1 – Modello esercizio attuale (Fonte PIC)

Di seguito si riportano le principali composizioni tipo per treni passeggeri e merci relativo al modello di esercizio attuale. La ripartizione percentuale fra treni diurni (fascia oraria 6:00 – 22:00) e notturni (fascia oraria 22:00 – 6:00) sono state stimate in base ad un'estrazione della Piattaforma Integrata circolazione sul programmato di un giorno feriale medio di Marzo 2019 e distinte per tipologia di servizio ed è di seguito riportata:

- Lunga Percorrenza: 2 treni notturni sia nello scenario attuale che verranno mantenuti anche nel modello di esercizio di progetto;
- Regionali notturni: 10% dei treni regionali totali;
- Merci notturni: 35% dei treni merci totali.

## 11.3 CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURALE E TECNOLOGICA DI PROGETTO

L'intervento in analisi va ad inserirsi nella tratta di ingresso sud alla stazione di Bolzano. Dal Prospetto Informativo della Rete di RFI riferito all'anno 2019, tale tratta risulta la più critica a livello di traffico dell'intera linea Verona - Brennero dal momento che vede l'unione dei flussi di traffico della direttrice del Brennero con quelli della linea Meranese su un'infrastruttura a doppio binario. La criticità è dovuta sia al ridursi della disponibilità da 3 a 2 binari, sia alla presenza del bivio a raso con la linea Meranese che genera interferenze di taglio.

Il presente progetto del "Nuovo Tunnel del Virgolo a tre binari e spostamento della Linea Meranese" si pone l'obiettivo di risolvere tale criticità attraverso la realizzazione di itinerario di linea indipendente e di un ingresso indipendente a singolo binario della linea Merano all'interno della stazione di Bolzano, che si affianca agli attuali binari di corsa pari e dispari della LS del Brennero.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 53 di 148

Il tracciato di progetto dei 3 binari di circolazione si sviluppa dapprima sull'attuale, per poi discostarsi ed entrare in variante all'interno del Nuovo Tunnel del Virgolo. Il progetto prevede inoltre lo spostamento del bivio a raso tra le due linee dalla posizione attuale, in una posizione situata circa 1,1 km più a sud, nonché la revisione e il miglioramento dei binari di ingresso allo scalo STA.

Attualmente la linea Merano si innesta sul binario pari della linea Brennero con un bivio a raso a 60 km/h; nello stato di progetto, essa sarà velocizzata portando a 100 km/h la Velocità di Fiancanta (Rango A e B) ed avrà un ingresso indipendente con un singolo binario, nella stazione di Bolzano.

Si prevede, pertanto, la demolizione delle attuali comunicazioni pari/dispari presenti in corrispondenza del Raccordo del comune di Bolzano/Zona Industriale (attuale Bivio Meranese) e l'attivazione delle nuove comunicazioni pari/dispari 60 km/h, oltre ad una nuova comunicazione a 100 km/h fra il singolo binario della linea Merano ed il binario pari della linea Brennero, situate più a sud rispetto alle esistenti, con conseguente arretramento del bivio verso sud.

Subito a nord del Raccordo STA, i nuovi binari di linea si discostano dall'attuale tracciato che fiancheggia il colle Virgolo per entrare in variante in Galleria. All'interno di essa l'interasse tra la linea Meranese ed il Binario Pari sarà di 4,75m, invece dei 4 m che dividono il BP dal BD, per consentire la realizzazione del marciapiede di sicurezza previsto a servizio appunto del BP. Sempre in Gallerie si prevede la posa di un "cappello di prete" per itinerari fra i binari Pari e Dispari percorribili a 60 km/h.

Lo sbocco nord della Galleria avviene in prossimità dell'attuale ponte sul fiume Isarco e, prima di scavalcarlo, il tracciato di progetto, per la compatibilizzazione al progetto dell'Areale di Bolzano, prevede la predisposizione della futura comunicazione a 60 km/h. Sul Viadotto Isarco gli interassi tra Meranese-BP, e BP-BD, saranno rispettivamente di 4,00 m e 5,14 m. A valle del Viadotto si apre la radice di stazione, che andrà adeguata per accogliere lo scalettamento dei binari di circolazione nonché realizzare un nuovo accesso alle Officine Trenitalia.

Subito a valle dello sbocco nord, si è verificata e mantenuta la compatibilità con il deviatoio che dovrà servire per aprire verso i futuri binari di precedenza del progetto Areale di Bolzano. Il ponte attuale sul fiume Isarco non accoglierà più, come attualmente, i due binari della linea storica del Brennero e l'asta di manovra utilizzata per l'ingresso/uscita dalle Officine Trenitalia, ma i tre nuovi binari di corsa, con i binari pari e dispari scalettati per accogliere la Linea Merano in corretto tracciato sul I binario/I tronco.

A tal fine l'intera radice di stazione andrà ristrutturata, e i binari di corsa pari e dispari della linea storica del Brennero passeranno dagli attuali III e IV binari ai futuri IV e V binario. La Linea Merano invece entrerà in corretto tracciato sul I binario/I tronco di stazione. La realizzazione di una nuova asta di manovra di modulo 170 m (il massimo che è stato possibile ottenere) consentirà di manovrare il 70-80% del materiale diretto alle Officine Trenitalia.

Il fondamentale contributo ai fini della circolazione sarà costituito dalla realizzazione del terzo binario tra il bivio con la linea Meranese e la radice sud della stazione di Bolzano, con il quale sarà possibile separare i flussi di traffico da/per Merano da quelli dell'asse del Brennero. Inoltre, grazie all'installazione nella stazione di Bolzano del nuovo apparato centrale di tipo ACC (previsto già per la configurazione inerziale) sarà inoltre possibile una migliore gestione del traffico nel nodo, anche per quanto riguarda l'utilizzo dei 3 binari di ingresso alla stazione prima citati. Per una maggiore comprensione delle stesse si rimanda agli schematici funzionali della configurazione attuale e di progetto allegati al documento "NB1D01D16RGES0001001".

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 54 di 148

## 11.4 MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO

Le specifiche funzionali a base della presente progettazione considerano il Modello di Esercizio utilizzato anche nell'ambito delle precedenti progettazioni sull'area:

- Treni Lunga Percorrenza 22 treni/giorno (\*)
- Treni Regionali 168 treni/giorno
- Treni Merci 130 treni/ giorno

(\*) Il PD di ITF tiene conto di 24 LP in luogo di 22 poichè in orario vi sono anche due treni/giorno dell'operatore Italo Treno.

Per quanto attiene invece le ripartizioni giorno/notte dei treni, utilizzate anche ai fini delle verifiche acustiche sul rumore è stato ipotizzato e condiviso con la Committenza che anche per il modello di esercizio di progetto venga mantenuta la stessa ripartizione percentuale attuale fra treni diurni (fascia oraria 6:00 – 22:00) e notturni (fascia oraria 22:00 – 6:00). Di seguito si riportano tali ripartizioni, distinte per treni passeggeri Lunga Percorrenza, Regionali e Merci:

- Lunga Percorrenza: 2 treni notturni sia nello scenario attuale che in quello di progetto (\*\*)
- Regionali notturni: 10% dei treni regionali totali (\*\*)
- Merci notturni: 35% dei treni merci totali (\*\*)

(\*\*) Stime ricavate sulla base di estrazioni e lavorazione dati PIC 2019

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 55 di 148

## 12 INTERFERENZE, ATTIVITÀ PRELIMINARI E SOTTOSERVIZI

Di seguito si riepilogano i principali vincoli esecutivi che potranno generarsi durante la cantierizzazione e durante le lavorazioni delle opere.

### 12.1 INTERFERENZE CON L'ESERCIZIO FERROVIARIO

Gli interventi studiati nell'ambito della fasizzazione ed in progetto risultano tecnicamente fattibili. Tuttavia sarà necessario gestire alcuni impatti sull'esercizio ferroviario. In tutte le fasi, si garantisce sempre una circolazione sul doppio binario.

Le risorse di esercizio, in termini di Interruzioni Programmate in Orario (IPO) e periodi di sospensione, che possono essere richieste al Gestore dell'Infrastruttura per l'esecuzione delle lavorazioni interferenti con l'esercizio ferroviario sono desunti dal Fascicolo Circolazione Linee 041 (Compartimento di Verona) alla data del presente documento. (Dettaglio al documento "NB1D01D16RGES0002001").

Le risorse di esercizio disponibili per l'esecuzione delle lavorazioni interferenti per la linea Brennero hanno frequenza di 7 giorni a settimana, ma verranno precauzionalmente considerate disponibili 4 giorni su 7 (per lasciare al GI adeguati margini per la manutenzione dei binari di linea) e possono essere sintetizzate come di seguito:

- binari di linea a nord di Bolzano (Prato Tires):
  - *intervalli d'orario diurni non contemporanei:*
    - *per il senso dispari di durata 1h 14';*
    - *per il senso pari di durata 1h 12';*
  - *intervalli d'orario notturni non contemporanei:*
    - *per il senso dispari di durata 4h 50';*
    - *per il senso pari di durata 4h 40';*
- binari di linea a sud di Bolzano:
  - *intervalli d'orario diurni non contemporanei:*
    - *per il senso dispari, di durata 2h 04';*
    - *per il senso pari, di durata 0h 54';*
  - *intervalli d'orario notturni non contemporanei:*
    - *per il senso dispari, di durata 4h 40';*
    - *per il senso pari, di durata 4h 35'.*

Di seguito si riportano gli estratti dal Fascicolo Circolazione Linee 041 relativi alle IPO della linea Brennero ed una tabella riepilogativa delle risorse di esercizio disponibili.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

<b>Tratta BRENNERO - VERONA Parona (*)</b>								
Tratto	N.	SENSO DISPARI			N.	SENSO PARI		
		Ore delimitanti interruzione	treni ord.da istradare su binario di destra (1)	treni da sostituire con autocorse		Ore delimitanti interruzione	treni ord.da istradare su binario di destra (1)	treni da sostituire con autocorse
Prato T. Bolzano	19	9.31 - 10.45			20	10.43 - 11.55		
Prato T. Bolzano	19N (2)	23.40 - 4.30			20N (2)	23.40 - 4.20		

**Tabella 14 - IPO diurne e notturne binari di linea a nord di Bolzano**

(\*) Nei giorni di sabato e festivi gli orari e/o le modalità delle IPO potranno subire modifiche esplicitate nel programma mensile interruzioni emanato a cura del Rep. Progr. e Contr. di Verona.

(1) Oltre ai treni straordinari eventualmente effettuati.

(2) Notti: Venerdì/Sabato e Sabato/Domenica e Domenica/Lunedì e Lunedì/Martedì e Martedì/Mercoledì

<b>Tratta BRENNERO - VERONA Parona</b>								
Tratto	N.	SENSO DISPARI			N.	SENSO PARI		
		Ore delimitanti interruzione	treni ord.da istradare su binario di destra (1)	treni da sostituire con autocorse		Ore delimitanti interruzione	treni ord.da istradare su binario di destra (1)	treni da sostituire con autocorse
Bolzano Bronzolo	21	9.18 - 11.22			22	10.41 - 11.35		
Bolzano Bronzolo	21N (2)	0.10 - 4.50			22N (2)	23.55 - 4.30		

**Tabella 15 - IPO diurne e notturne binari di linea a sud di Bolzano**

(\*) Nei giorni di sabato e festivi gli orari e/o le modalità delle IPO potranno subire modifiche esplicitate nel programma mensile interruzioni emanato a cura del Rep. Progr. e Contr. di Verona

(1) Oltre ai treni straordinari eventualmente effettuati.

(2) Notti: Venerdì/Sabato e Sabato/Domenica e Domenica/Lunedì e Lunedì/Martedì e Martedì/Mercoledì.

Per completezza si riporta anche il periodo di sospensione della linea Merano.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

Linea BOLZANO - MERANO (*)			
Tratto	N.	Binario Unico	
		Ore delimitanti interruzione	Treni incompatibili
Bolzano Ponte Adige	109	22.55 - 5.40	

**Tabella 16 - IPO notturna linea a singolo binario Bolzano-Merano, tratta Bolzano-Ponte Adige**

(\*) Nei giorni di sabato e festivi gli orari e/o le modalità delle IPO potranno subire modifiche esplicitate nel programma mensile interruzioni emanato a cura del Reparto Programmazione e Controllo di Verona

Linea	Tratta	Durata IPO Senso Dispari	Durata IPO Senso Pari
Brennero	P. Tires-Bolzano	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Diurna: 1h 14'</u></li> <li>▪ <u>Notturna: 4h 50'</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Diurna: 1h 12'</u></li> <li>▪ <u>Notturna: 4h 40'</u></li> </ul>
	Bolzano-Bronzolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Diurna: 2h 04'</u></li> <li>▪ <u>Notturna: 4h 40'</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <u>Diurna: 0h 54'</u></li> <li>▪ <u>Notturna: 4h 35'</u></li> </ul>
Merano	Bolzano-Ponte Adige	Notturna: 6 h 45'	

**Tabella 17 - Riepilogo IPO diurne e notturne**

Ai fini dell'impostazione del Programma dei Lavori le attività interferenti con l'esercizio ferroviario sono state ipotizzate come eseguibili con le seguenti disponibilità:

- interruzione notturna di 4 ore per 4 giorni alla settimana in regime di toltensione;
- interruzione diurna di 1 ora per 4 giorni alla settimana.

Alcune lavorazioni, come quelle di allaccio e conseguente riconfigurazione di impianto, dovranno avvenire prevedendo il ricorso ad interruzioni puntuali prolungate, da collocare nei fine settimana, della durata di circa 12 ore. Sono previste anche interruzioni da 5 ore per il varo dei deviatoi.

**Resta inteso che gli intervalli d'orario sia diurni sia notturni sono programmabili e utilizzabili per l'esecuzione dei lavori interferenti previa richiesta preventiva al Gestore dell'Infrastruttura. In particolare, nel caso di lavorazioni la cui durata ecceda l'ampiezza delle risorse di esercizio disponibili, dovranno essere preventivamente quantificate e richieste al Gestore dell'Infrastruttura Interruzioni puntuali prolungate e/o i fuori servizio prolungati al fine di prevedere e programmare la modifiche di orario da attuare.**

## 12.2 INTERFERENZE SULLE VIABILITÀ

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>58 di 148</b>

Gli interventi ferroviari in oggetto si collocano in un contesto territoriale fortemente urbanizzato e caratterizzato da numerose attività commerciali e produttive esistenti, determinando di conseguenza inevitabili interferenze ed impatti delle lavorazioni sul contesto antropico attraversato (soggezioni alle viabilità per effetto della circolazione dei mezzi di cantiere, eventuali parzializzazioni e modifiche temporanee alla circolazione viaria, soggezioni al servizio passeggeri ecc).

Soggezioni al traffico veicolare potranno verificarsi in occasione della realizzazione delle opere di sottoattraversamento della linea ferroviaria ed in particolare:

- **Via Roma** - La realizzazione dell'opera è prevista per fasi che prevedono deviazioni locali del traffico, senza ricorrere alla chiusura completa della viabilità. Infatti, è prevista la chiusura di un fornice alla volta per la realizzazione delle opere strutturali del prolungamento del sottovia;
- **Via Santa Geltrude** - Per l'esecuzione del monolite scatolare e il suo successivo varo a spinta sotto i binari è necessario chiudere al traffico via Geltrude;
- **SS12** - La nuova opera sarà la prosecuzione del monolite FS che attualmente ospita i due binari esistenti e sarà costituita da un solettone in calcestruzzo armato vincolato da entrambi i lati su una doppia palificata di pali realizzata a tergo dello scatolare per cui è prevista la demolizione della soletta superiore. In questo modo si ridurrà al massimo il tempo di chiusura della SS12 (limitato alla sola posa delle predalles autoportanti previste per sostenere il getto del solettone);
- **Via Piè di Virgolo** - La realizzazione delle opere di imbocco della nuova galleria del Virgolo lato Bolzano comportano lo spostamento del tracciato di via Piè di Virgolo e la realizzazione di un sottovia stradale. Per poter realizzare tali opere è prevista la chiusura della viabilità per tutto il tempo necessario ai lavori;
- **Via del Calvario** – Per la durata della loro realizzazione, le opere dell'imbocco lato Bolzano e del rifacimento di Via piè di Virgolo comprometteranno l'accesso alla Via dalla SS12, unica direzione dalla quale ad oggi si effettua l'accesso (da Via Trento non vi è opportuno raggio di curvatura). In questa fase, tramite lo smantellamento dell'arco e muro di sostegno dell'ex-funicolare del Virgolo, sarà ricreato adeguato raggio di curvatura che garantirà l'accesso da Via Trento. In fase finale invece si prevede il rifacimento dell'innesto a Via piè di Virgolo, migliorativo rispetto all'attuale.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 59 di 148

### 12.3 INTERFERENZE CON I 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.

Essendo un intervento da realizzare in parte anche sulla linea ferroviaria esistente, come prima attività sono state richieste a RFI/Ferservizi le convenzioni già stipulate con Enti gestori di sottoservizi nei punti d'incrocio sulla linea ferroviaria. Seguentemente sono stati interessati tutti gli Enti gestori dei sottoservizi potenzialmente interferenti, con la richiesta di voler fornire un quadro dettagliato della presenza di servizi urbani di propria competenza nella zona interessata dalle opere, evidenziata come area da indagare.

Nel presente progetto è stata implementata la modellazione BIM dei sottoservizi potenzialmente interferenti.

Sulla base delle informazioni raccolte nella precedente fase progettuale, delle convenzioni fornite da Ferservizi, della cartografia regionale e dei dati GIS ricavati dal Geoportale Alto Adige sono stati creati i seguenti modelli BIM, uno per tipologia di rete:

- RETE ACQUE
- RETE ELETTRICA
- RETE FOGNARIA
- RETE GAS
- RETE TELEFONICA

Il Dettaglio dei metodi di lavoro (BIM) e dei risultati ottenuti sono disponibili al documento "NB1D01D53RGSIO000001" e relativi elaborati grafici.

Il territorio attraversato con la linea ferroviaria in progetto si dispone pressoché totalmente in ambito urbano e come tale gli interventi di risoluzione risulteranno di particolare complessità stante anche la presumibile necessità di mantenere la continuità del servizio. Pertanto, in questa fase progettuale, la risoluzione delle suddette interferenze è stata trovata con i gestori delle utenze mediante accordi scritti e preventivi, in conformità alle disposizioni delle aziende di gestione del servizio ed alle loro specifiche costruttive. Il Dettaglio è disponibile al documento "NB1D01D26RGSIO000001" ed elaborati grafici correlati.

Si elencano di seguito le principali interferenze individuate a seguito dell'analisi del materiale sopra citato:

1. Rete idrica, fognaria e teleriscaldamento
  - Tubazione rete idrica DN100 alla pk 0+850 asse Meranese;
  - Tubazione rete idrica DN100 alla pk 0+450 asse Pari;
  - Tubazione rete idrica DN100 alla pk 0+400 e 0+405,47 asse Dispari;
  - Tubazione rete idrica DN100 alle pk 0+197,9, 0+120,00, 0+100,00 e da 0+020,00 a 0+040,00 della strada di manutenzione ANAS NV03;
  - Tubazione teleriscaldamento DN 250 in corrispondenza del sottovia di via S. Geltrude;
  - Tubazione teleriscaldamento DN 250 e idrica DN 250 in corrispondenza del cavalcavia di via Roma;
  - Tubazione acque chiare DN 200 dalla pk 0+000,00 a 0+218,45 di via del Virgolo;
  - Tubazioni acque chiare DN 200 dalla pk 0+027,00 a 0+041,93 di via del Calvario;



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	60 di 148

- Tubazione acque chiare da pk 0+020,00 a 0+040,00 della strada di manutenzione ANAS NV03;
  - Tubazione acque chiare alla pk 0+633,00 asse Meranese.
2. Gasdotti e metanodotti
- Tubazione gas DN 100 alla pk 0+090,00 della strada di manutenzione ANAS NV03;
  - Tubazione gas DN 100 in corrispondenza del cavalcavia di via Roma. – POSTO AL CENTRO DELLA VIABILITA' CON SFIATI -
3. Rete telefonica
- Rete telefonica alla pk 1+591,00 asse Meranese;
  - Rete telefonica alla pk 1+203,45 asse Pari;
  - Rete telefonica alla pk 1+209,50 asse Dispari;
  - Rete telefonica da pk 0+000,00 a 0+274,48 di via del Virgolo;
  - Rete telefonica in corrispondenza del cavalcavia di via Roma.
4. Rete elettrica
- Rete elettrica e cavo illuminazione da pk 0+000,00 a 0+274,48 di via del Virgolo;
  - Rete elettrica e cavo illuminazione dalla pk 0+027,00 a 0+041,93 di via del Calvario;
  - Cavo illuminazione alla pk 0+957,50 asse Meranese;
  - Cavo illuminazione alla pk 0+563,31 asse Pari;
  - Cavo illuminazione alle pk 0+560,67, asse Dispari;
  - Rete elettrica alle pk 0+160,00, 0+080,00, 0+040,00 e 0+000,00 della strada di manutenzione ANAS NV03;
  - Cavo illuminazione alle pk 0+062 e 0+010 della strada di manutenzione ANAS NV03.
5. Sottoservizi SEAB

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE					
	<b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A	FOGLIO 61 di 148

## 12.4 VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO E ATTIVITÀ DI SORVEGLIANZA ARCHEOLOGICA AI MOVIMENTI TERRA

In materia di verifica preventiva dell'interesse archeologico il competente Ufficio Beni Archeologici della Provincia Autonoma di Bolzano ha dato parere favorevole al progetto, prescrivendo l'assistenza archeologica in corso d'opera.

Pertanto nell'ambito della fase costruttiva sarà assicurato da parte dell'Affidatario che tutti i lavori di scavo per le opere all'aperto (di qualsiasi entità, compresi gli scotichi iniziali dei cantieri, gli scavi per la bonifica da ordigni bellici, e in generale per tutte le opere che richiedono l'asporto dei livelli superficiali di terreno fino alla quota di affioramento dei depositi geologici/sterili) siano seguiti costantemente da personale specializzato archeologico e/o da ditte in possesso delle attestazioni SOA per la categoria OS25. Quanto sopra al fine di verificare l'eventuale presenza di preesistenze storico-archeologiche, che dovessero emergere nel corso di scavi e che possano determinare l'avvio di ulteriori indagini archeologiche.

L'inizio dei lavori e i nominativi dei professionisti archeologi e/o delle Ditte archeologiche dovranno essere comunicati con congruo anticipo all'Ufficio Beni Archeologici. Il suddetto personale specializzato archeologico e le ditte specializzate incaricate dovranno operare secondo le direttive del competente Ufficio Beni Archeologici della Provincia Autonoma di Bolzano, con il quale pertanto manterranno costanti contatti.

Con "assistenza archeologica" si intende un controllo per la risoluzione di 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 scala adeguata in funzione dell'entità e della tipologia 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 la Soprintendenza.

## 12.5 BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI

La BST rappresenta la prima operazione propedeutica alla costruzione di un'opera tesa a scongiurare pericoli per le maestranze che verranno impiegate per la realizzazione delle varie opere, le persone e gli edifici e quant'altro si trova nell'immediato intorno dei cantieri. Il Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento "NB1D01D26RHBB0000001".

### 12.5.1 RICERCA STORICA BOMBARDAMENTI

Tra il 2 settembre 1943 e il 28 febbraio 1945 la città di Bolzano è stata oggetto di 13 bombardamenti. Le incursioni aeree su Bolzano hanno provocato la distruzione del 60% del patrimonio immobiliare della città: 335 edifici completamente distrutti, 648 stabili seriamente danneggiati, altri 1.395 furono interessati dalle bombe. A disposizione della popolazione c'erano diversi rifugi antiaerei di varie dimensioni, nonché la galleria del Virgolo che offriva riparo a 8.000 persone.

Gli ordigni che l'hanno colpita durante i bombardamenti compresi fra il 2 settembre 1943 e il 4 ottobre 1944 sono stati registrati puntualmente, mentre gli altri tre successivi, tra il 4 gennaio e il 28 febbraio 1945, non sono documentati. Le incursioni hanno interessato prevalentemente la zona della stazione ferroviaria. Questi dati sono riportati sulla mappatura degli ordigni bellici che il Curatorio per i Beni Tecnici Culturali ha reperito presso l'Abbazia di Muri Gries nel corso delle ricerche archivistiche condotte. Il materiale cartografico originale indica la localizzazione puntuale con simboli precisi degli ordigni bellici (riportata in modo puntuale sulla mappa catastale di Bolzano). La preziosa documentazione, dopo la sua digitalizzazione, il 30 settembre 2020 è stata trasferita alla pubblica amministrazione, Provincia e Comune di Bolzano.

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	62 di 148



Figura 12.1 – Mappatura Ordigni Bellici, Provincia di Bolzano

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

### 12.5.2 ATTIVITÀ DI BONIFICA SISTEMICA TERRESTRE

Le operazioni di Bonifica da Ordigni Bellici saranno effettuate dove è prevista la realizzazione di opere civili di tipo permanente, temporanee e che prevedano scavi in profondità ed opere come micropali, pali e/o diaframmi, consolidamenti dei terreni etc. e prevederanno le seguenti attività:

- Fase 1: Taglio Vegetazione e Bonifica Superficiale;
- Fase 2: Nell'eventualità di zona con un forte inquinamento ferromagnetico per le quali sarebbe impossibile l'utilizzo del metal detector, si procederà mediante Scavo Assistito dai 30 ai 50 cm;
- Fase 3A: Bonifica Profonda fino ad un massimo di -3,00m dal piano campagna;
- Fase 3B: Bonifica Profonda fino ad un massimo di -5,00m dal piano campagna;
- Fase 3C: Bonifica Profonda fino ad un massimo di -7,00m dal piano campagna.

Nella tabella di seguito sono riportate le fasi che verranno adottate per le diverse opere civili in progetto, a seconda della loro tipologia.

n.	tipologia opera civile	codifica	FASI
1	Cavalcavia via Roma	VI01	1-2-3C
2	Sottovia via Gertrude	SL02	1-2-3B
3	Cavalcavia prolungamento SS12 accesso area ANAS	NW03	1-2-3C
4	Sottopasso zona interclusa	SL05	1-2-3B
5	Scatolare via Pie' di Virgolo	SL04	1-2-3B
6	Muro di sostegno via Pie' di Virgolo	SL04	1-2-3B
7	Paratia via Pie' di Virgolo	SL04	1-2-3C
8	Copertura SS12	SL03	1-2-3C
9	Opera di protezione pila autostradale	OC01	1-2-3C
10	Muri di sostegno	MU01/MU06	1-2-3C
11	Fabbricato	GA01	1-2-3A
12	Piazzale GA01	PT01	1-2-3A
13	Piazzale BTS	PT02	1-2-3A

**Tabella 18 - Attività di Bonifica Bellica**

## 12.6 DEMOLIZIONI

La tabella fornisce un quadro riassuntivo degli interventi di demolizione previsti per quanto attiene gli edifici e le altre opere d'arte. Il Dettaglio è disponibile al documento "NB1D01D26RHOC000X001".

Demolizioni Via Roma				
N.	Codifica	um	Quantità	H
1	APPARATO TECNOLOGICO - AT01	mq	60,00	
2	CASELLO FS - FAB12	mq	47,41	7,00
3	FABBRICATO - FAB13	mq	16,70	2,70
4	FABBRICATO - FAB14	mq	9,00	7,40
5	MURI - MUR04	m	42,00	VARIE
Demolizioni Zona Sottopasso Via S. Geltrude				
6	SOTTOPASSO SCATOLARE - SC01	mq	75,46	4,90
7	MURI - MUR01	m	72,76	VARIE
Demolizioni Tratto Galleria Artificiale SS 12				
8	TRATTO GALLERIA ARTF. SS12 - SC02	mq	220,94	1,10
9	PAVIMENTAZIONE STRADALE - PAV03	mq	488,33	
Demolizioni Zona centro manutenzione ex-Anas				
10	FABBRICATO - FAB01	mq	318,80	3,00
11	FABBRICATO - FAB02	mq	70,75	3,00
12	FABBRICATO - FAB03	mq	66,55	9,00
13	FABBRICATO - FAB04	mq	36,00	2,40
14	DISTRIBUTORE CARBURANTI - DC01	mq	8,58	2,40
15	FABBRICATO - FAB05	mq	364,53	5,00
16	FABBRICATO - FAB06	mq	86,70	3,80
17	FABBRICATO - FAB07	mq	458,60	5,40
18	FABBRICATO - FAB08	mq	249,55	6,00
19	FABBRICATO - FAB09	mq	139,50	4,60
20	PAVIMENTAZIONE STRADALE - PAV01	mq	2716,75	
Demolizioni Zona Via Piè di Virgolo				
21	FABBRICATO - FAB10	mq	10,00	3,00
22	PONTICELLO - PO01	mq	110,11	5,00
23	FABBRICATO - FAB11	mq	60,00	4,00
24	PAV. STRADALE - PAV02 MARCIAPIEDI E CORDOLI	mq	1898,69	
			418,92	
25	MURI - MUR02	m	206,00	VARIE
26	MURI - MUR03	m	73,47	VARIE

Tabella 19 – Quadro riassuntivo delle demolizioni

### 13 OPERE CIVILI - AREE ALL'APERTO

Di seguito vengono riportate le descrizioni delle opere d'arte puntuali, di linea e accessorie previste in progetto per la risoluzione delle interferenze stradali, idrauliche e con il tessuto urbano circostante la tratta ferroviaria in progetto ad eccezione della galleria del Virgolo sviluppata nei successivi paragrafi.

Le opere oggetto di progettazione sono riportate nel seguente elenco:

- VI01 (via Roma) Cavalcavia a 2 luci in affiancamento ad uno scatolare esistente.
- SL02 (via S. Gertrude) Sottopasso varato a spinta.
- NW03 (Viabilità di accesso area ex-ANAS) ponte a campata singola.
- SL05 (Viabilità in area ex-ANAS) sottopasso in calcestruzzo armato.
- SL03 (SS12) prolungamento di uno scatolare esistente.
- SL04 (via Piè del Virgolo) sottopasso in calcestruzzo armato.

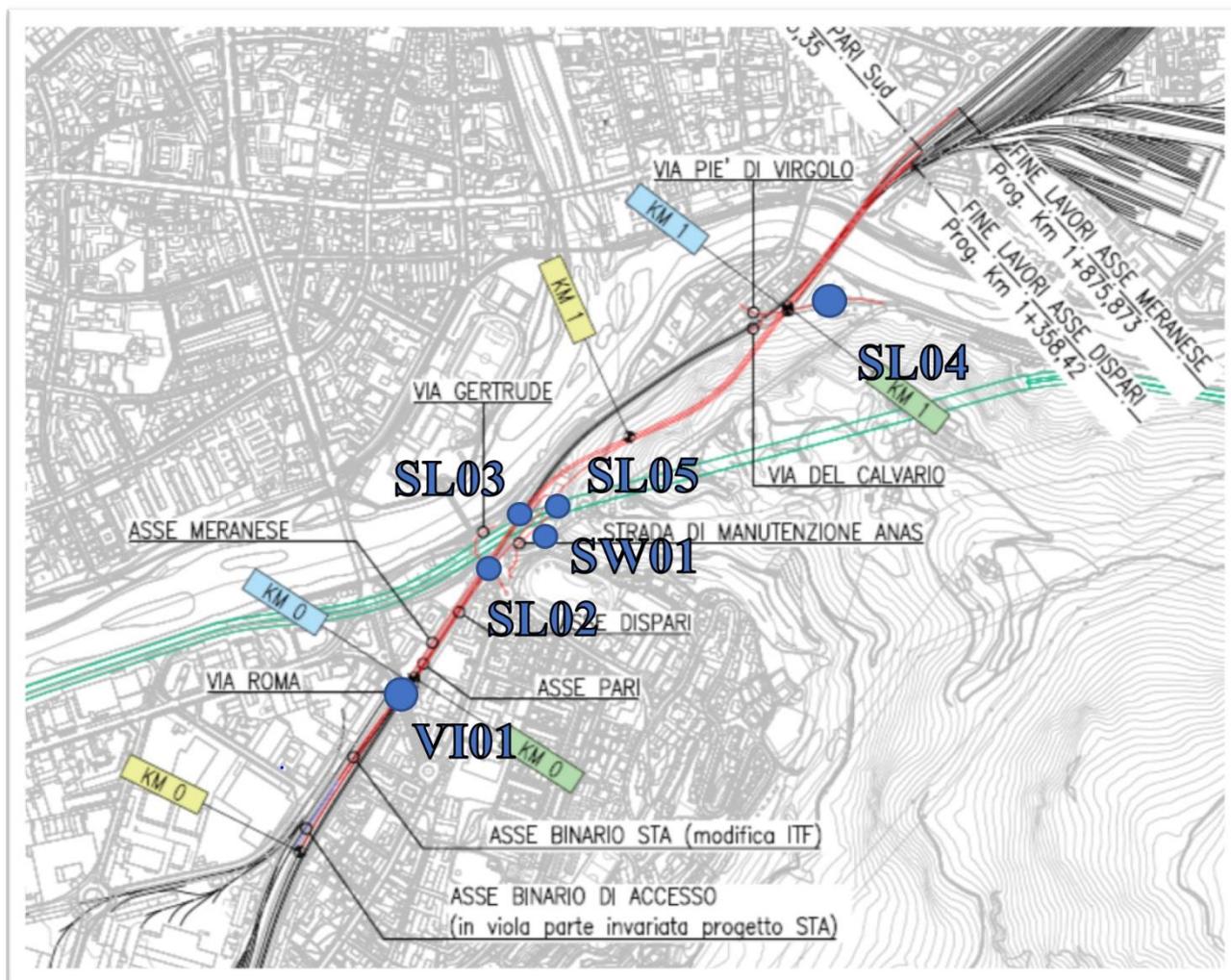


Figura 13.1 – Localizzazione opere civili

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

### 13.1 VIABILITÀ STRADALE

Per quanto riguarda le modifiche alla viabilità stradale esistente, il progetto della Variante del Virgolo prevede le seguenti realizzazioni:

- **NV01:** L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo cavalcavia in affiancamento allo scatolare esistente. L'opera è progettata per essere indipendente dalle opere esistenti e rispetta il franco previsto dalla normativa. Pertanto, non è necessario intervenire sul tracciato piano-altimetrico di Via Roma. I soli interventi previsti per la parte stradale riguarderanno il ripristino della pavimentazione e della segnaletica stradale.
- **NV02:** Si prevede di demolire l'attuale scatolare e di realizzarne uno nuovo a spinta. La nuova struttura potrà ospitare una sezione stradale di 5,70 metri e una pista ciclopedonale di 3 metri. Il tracciato di Via Santa Geltrude non verrà modificato, mentre si otterrà un allargamento della sezione stradale.
- **NV03:** L'intervento prevede una nuova viabilità di accesso all'area ex-ANAS. Il tracciato stradale di progetto è classificato dalla norma che "Strada locale a destinazione particolare". Non è pertanto applicabile il parametro velocità di progetto; tuttavia per la viabilità in oggetto si è fatto riferimento ad una velocità di progetto massima di 30 km/h.
- **NV04:** L'intervento consiste nella modifica di Via Piè del Virgolo reso necessario per consentire la realizzazione delle opere di imbocco della nuova galleria del Virgolo lato Bolzano. Dal punto di vista normativo l'intervento è classificato come "Adeguamento di una viabilità esistente" e Strada locale urbana di Categoria F1 con velocità di progetto massima adottata pari a 50 km/h.
- **NV05:** L'intervento scaturisce dalla necessità di modificare Via del Calvario in accordo con Via Piè del Virgolo. Dal punto di vista normativo l'intervento è classificato come "Adeguamento di una viabilità esistente" come Strada locale urbana con velocità di progetto massima adottata pari a 30 km/h.

Nel caso di "adeguamento di strada esistente", per il quale la norma cogente di riferimento è rappresentata dal DM 22/04/2004, si pone sotto la responsabilità del progettista la decisione se accettare, sotto controllate condizioni, la possibilità di discostarsi dal dettato del corpo normativo valido per strade di nuova costruzione (che è di riferimento non cogente: DM 5/11/2001 e DM 19/04/2006), con l'unico vincolo, posto dalla normativa vigente, di raggiungere in ogni caso un miglioramento del livello di sicurezza della strada.

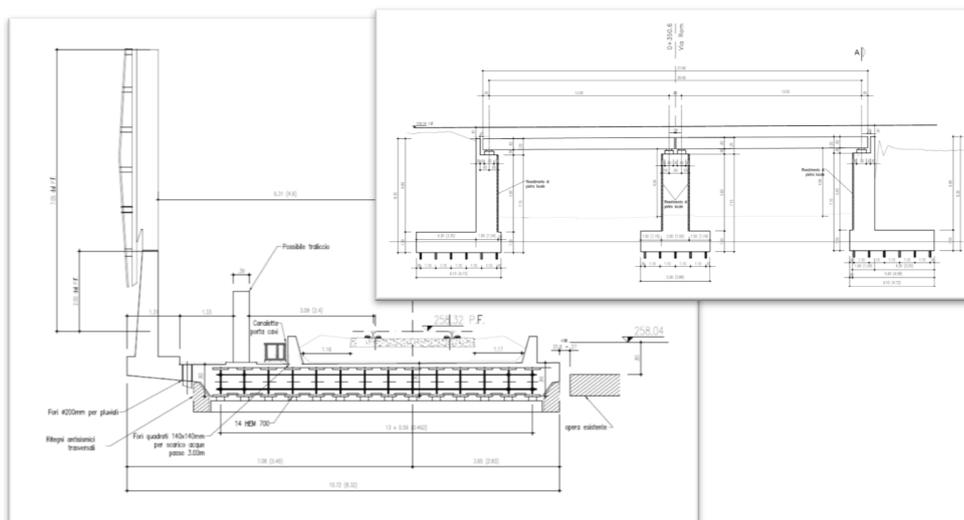
### 13.1.1 Via Roma e Cavalcavia VI01

L'opera esistente deve essere ampliata per ospitare il nuovo binario della linea Meranese. A tal fine è prevista la realizzazione di un sottovia a due luci adiacente all'opera esistente con le stesse luci. Si prevede di non apportare variazioni plano-altimetriche alla viabilità esistente della quale, ultimata la nuova opera, verrà ripristinata la pavimentazione e la segnaletica.



**Figura 13.2 – Cavalcavia esistente Via Roma**

Il nuovo sottovia avrà una pila centrale allineata a quella esistente e due spalle, anch'esse allineate con quelle dell'opera esistente, che porteranno un impalcato a due luci in semplice appoggio realizzato con la tecnologia delle travi metalliche incorporate nel calcestruzzo.



**Figura 13.3 – Sezioni in progetto**

Le fondazioni di pile e spalle saranno realizzate su micropali Ø300mm disposti a maglia regolare. La realizzazione dell'opera è prevista per fasi, quindi parziali delle carreggiate che permetteranno tuttavia il mantenimento del doppio senso di marcia, senza ricorrere alla chiusura completa della Via. Il Dettaglio delle citate fasi è disponibile al "NB1D01D26DZVI0100001".

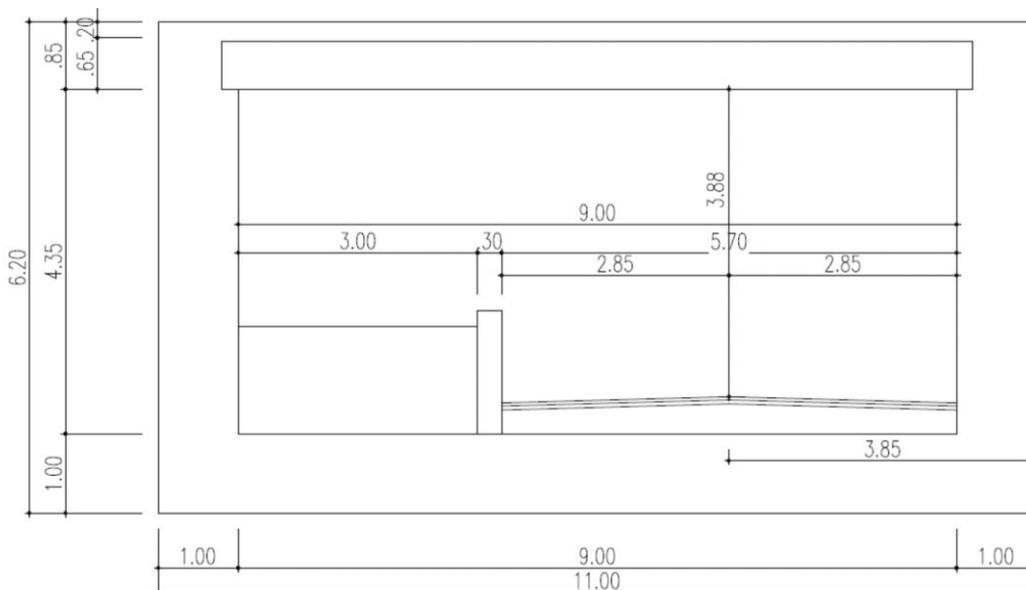
### 13.1.2 Via Santa Geltrude e Sottopasso SL02

Si prevede di demolire l'attuale scatolare e di realizzarne uno nuovo a spinta. La demolizione e la spinta del manufatto avverrà con le linee esistenti in esercizio utilizzando un sistema di sostegno provvisorio dei binari.



**Figura 13.4 – Sottopasso esistente – Via S. Geltrude**

La sottostante e vincolante presenza della galleria artificiale della SS12 non permette di modificare la livelletta esistente quindi, Via Santa Geltrude dovrà rimanere altimetricamente invariata mentre, tenendo fermo il ciglio destro, si allargherà per allontanarsi dall'interferenza con la galleria artificiale della SS12. Per conservare almeno il franco esistente di 3,5m sarà opportuno ridurre al minimo lo spessore della soletta mediante l'utilizzo di un sistema costruttivo che ingloba nel calcestruzzo della soletta stessa le travi prefabbricate precomprese. Nonostante tali vincoli è stato possibile trarre una larghezza interna del manufatto di 9,00m in grado di ospitare una sezione stradale di 5,70 metri ed una pista ciclopedonale di 3 metri; misure che consentiranno di migliorare il servizio stradale e ciclopedonale. Per l'esecuzione del monolite scatolare ed il suo successivo varo si renderà necessario chiudere al traffico la Via.



**Figura 13.5 – Sezione scatolare**

### 13.1.3 Sottopasso SL03 – Copertura SS12 con singolo binario

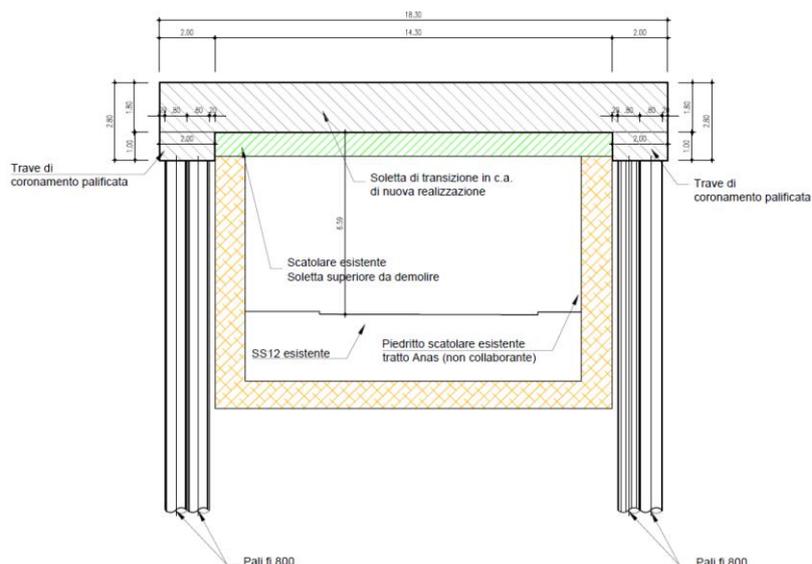
Per ospitare il nuovo Binario Dispari della Brennero, si prevede il prolungamento della galleria ferroviaria esistente previa demolizione della soletta superiore dello scatolare che attualmente ospita la strada di accesso all'area di servizio ANAS.



**Figura 13.6 – Sottopasso esistente SS12 copertura con singolo binario**

La nuova opera sarà la prosecuzione del monolite FS che attualmente ospita i due binari esistenti e sarà costituita da un solettone in calcestruzzo armato vincolato da entrambi i lati su una doppia palificata di pali Ø800 realizzata a tergo dello scatolare per cui è prevista la demolizione della soletta superiore. In questo modo si ridurrà al massimo il tempo di chiusura della SS12 (limitato alla sola posa delle predalles autoportanti previste per sostenere il getto del solettone).

Col fine di migliorare la viabilità di accesso all'area di servizio ANAS, ridurre ulteriormente i tempi di realizzazione delle opere ed in particolare quelli di interruzione della SS12, la nuova strada di accesso all'area ANAS sarà realizzata in una nuova posizione rettificata rispetto all'attuale e supererà la SS12 con un cavalcavia a travi in c.a.p. (opera NW03).



**Figura 13.7 – Sezione sottopasso SS12**

### 13.1.4 Viabilità NV03, Scavalco SS12 – NW03 e Sottopasso SL05 verso zona interclusa

Il Tracciato di Progetto del Binario Dispari comporta la demolizione dell'attuale Via Romano Guardini e grande parte del piazzale e fabbricati dell'area ex-Anas. Inoltre il Tracciato di Progetto del BD e del Binario Pari creeranno un'area interclusa tra loro all'interno della quale vi sarà una pila del viadotto autostradale ed il nuovo apparato BTS necessario alla nuova Galleria Ferroviaria. Per continuare a garantire l'accesso all'area ex-Anas e all'area interclusa, si è prevista la realizzazione della viabilità NV03 che si sviluppa per 256m

Dalla progressiva 0 a circa il Km 0+100,00 si è prevista una sezione stradale di categoria F1 (strada locale in ambito urbano) in accordo con il DM 05/11/2001, prevedendo un marciapiede di 1.50 m sul lato destro per un totale di 8.00 m (viabilità di accesso alle aree di emergenza e ricuciture di viabilità locali). Nella seconda parte la sezione si riduce a 6 metri, individuando due corsie da 2.75 metri senza banchine e senza marciapiedi, con unica pendenza verso il lato sinistro e quindi con una cunetta da 60 cm. La seconda parte della viabilità è totalmente in trincea, in parte con muri di sostegno.

Il dettaglio del tracciato stradale è disponibile ai documenti "NB1D01D26RHN0300001" e "NB1D01D26P8NV0300002".

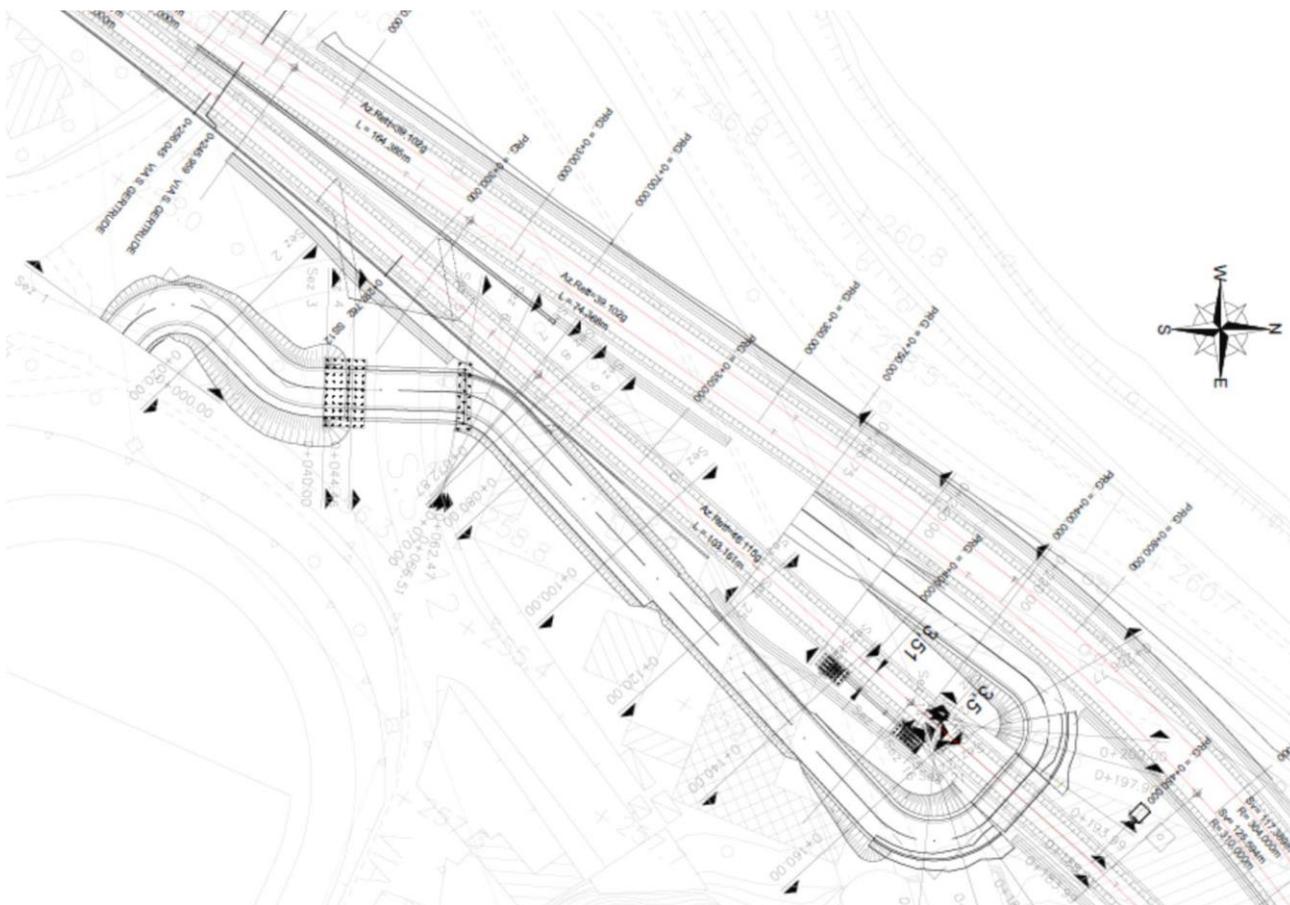
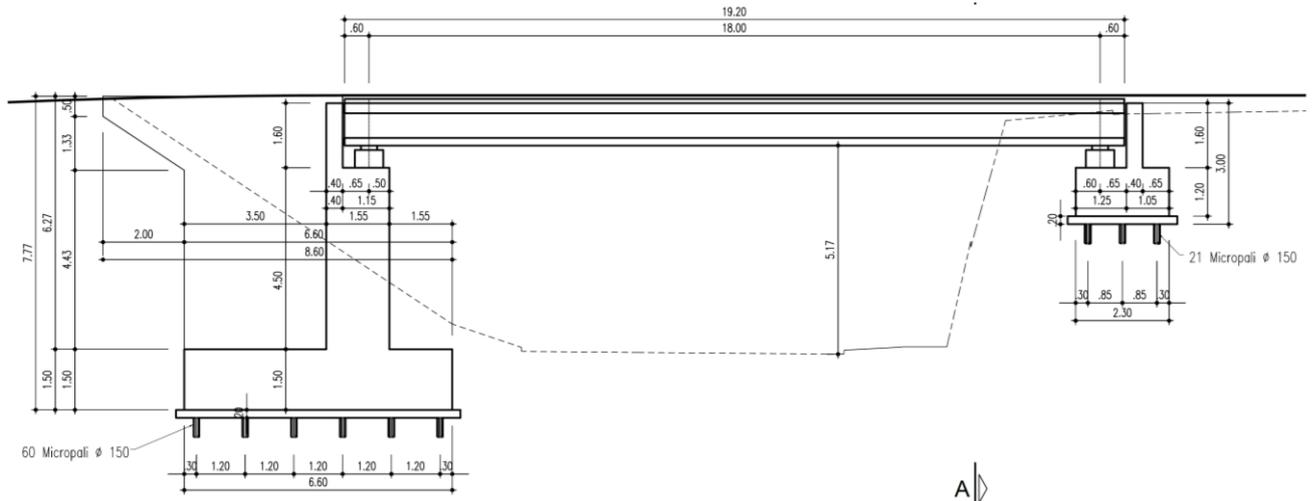


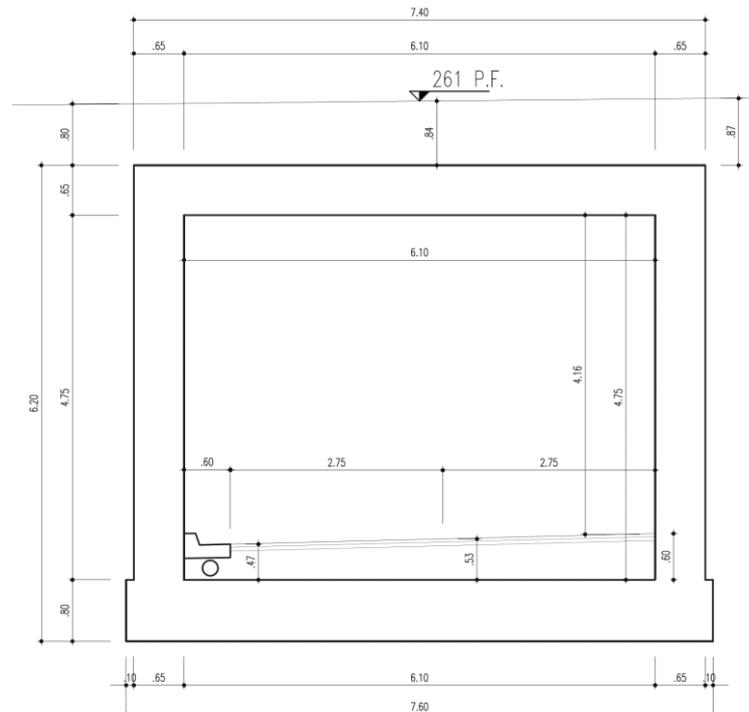
Figura 13.8 – Sviluppo della nuova viabilità NV03 e posizione dello scavalco NW03 e sottopasso SL05

Per attraversare la SS12 e raggiungere l'area ANAS è previsto un cavalcavia in c.a.p. ad unica campata con luce di calcolo 18 m. L'impalcato è in semplice appoggio su spalle fondate su micropali ed è costituito da 4 travi in c.a.p. tipo "pi greco rovescio", ha una larghezza complessiva di 9,1m e può ospitare una strada locale tipo F urbana con un marciapiede da 1,5 m da un solo lato.



**Figura 13.9 - Sezione 1 - Cavalcavia c.a.p.**

Dall'edificio ANAS, attraverso un sottopasso ferroviario (opera SL05), si potrà accedere ad un'area che risulterà interclusa dai futuri binari di progetto. Tale sottopasso scatolare in c.a., di lunghezza 10m, larghezza 6,5m e altezza libera 4m, permetterà l'ispezione e la manutenzione delle pile del viadotto A22.



**Figura 13.10 - Sezione 1 - Sottopasso SL05**

### 13.1.5 Via Pie' di Virgolo e Sottopasso SL04

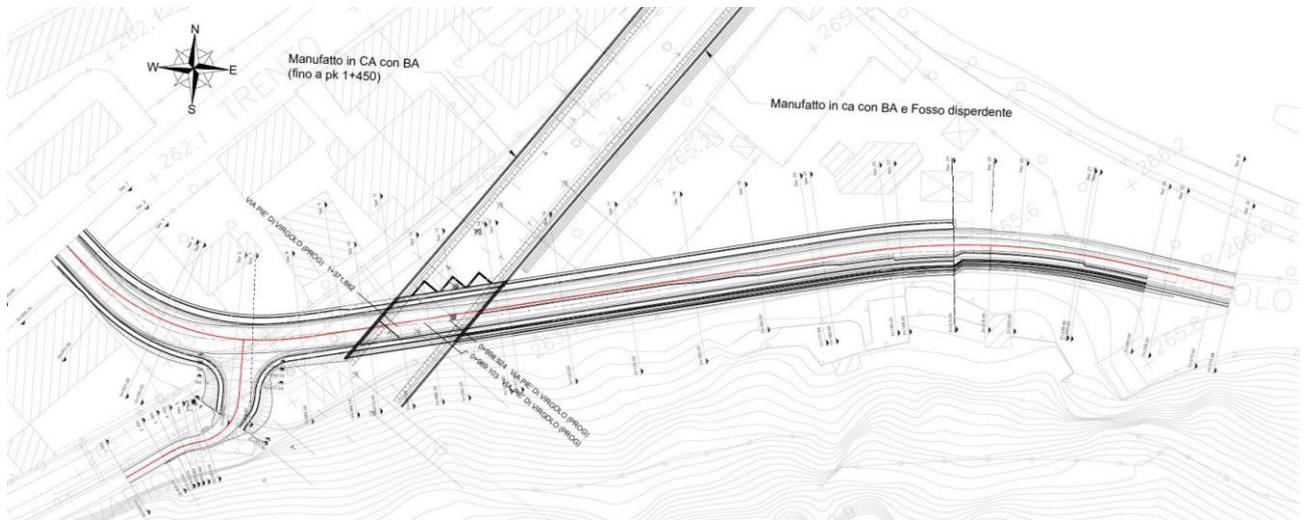


**Figura 13.11 – Sottopasso esistente Via Pie' di Virgolo**

L'attuale via Piè del Virgolo misura circa 350 metri e collega la SS12 con Via Trento costeggiando l'ammasso roccioso del Virgolo. La percorrenza da Via Trento è a doppio senso di marcia per circa 250 metri fino alla stazione di servizio, mentre per gli ultimi 100 metri diviene a senso unico procedendo dalla SS12 verso Via Trento. La realizzazione delle opere di imbocco della nuova galleria del Virgolo lato Bolzano comportano lo spostamento del tracciato di via Piè di Virgolo e la realizzazione di un sottovia stradale.

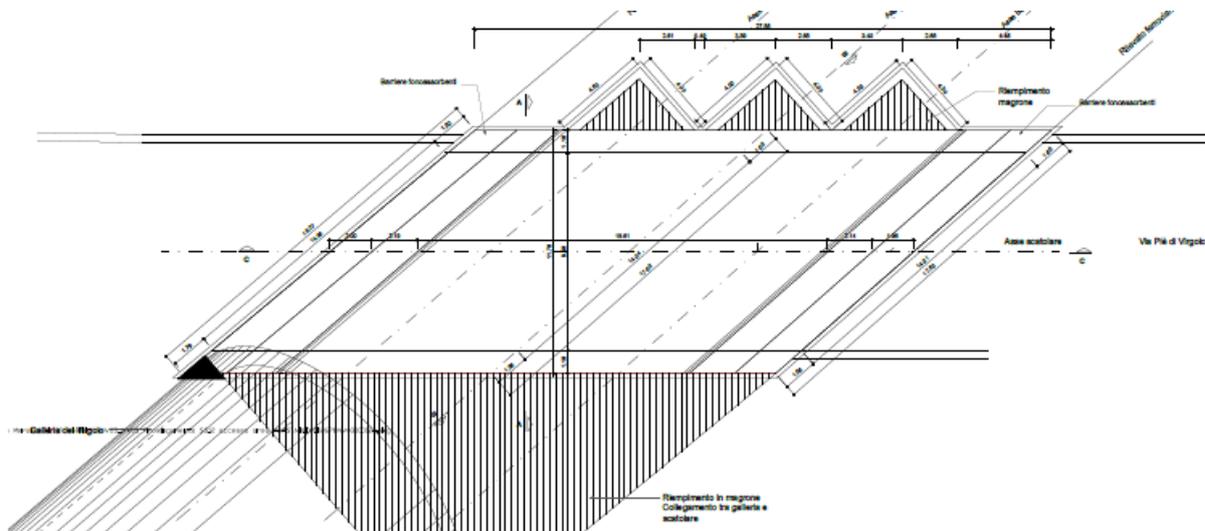
L'intervento si sviluppa per 274 metri e, dal punto di vista orografico, la viabilità è così suddivisa:

- Per il primo tratto, da prog 0+000 a prog 0+225, si sviluppa in trincea;
- Nella parte finale, il tracciato si atterra sul piano campagna.



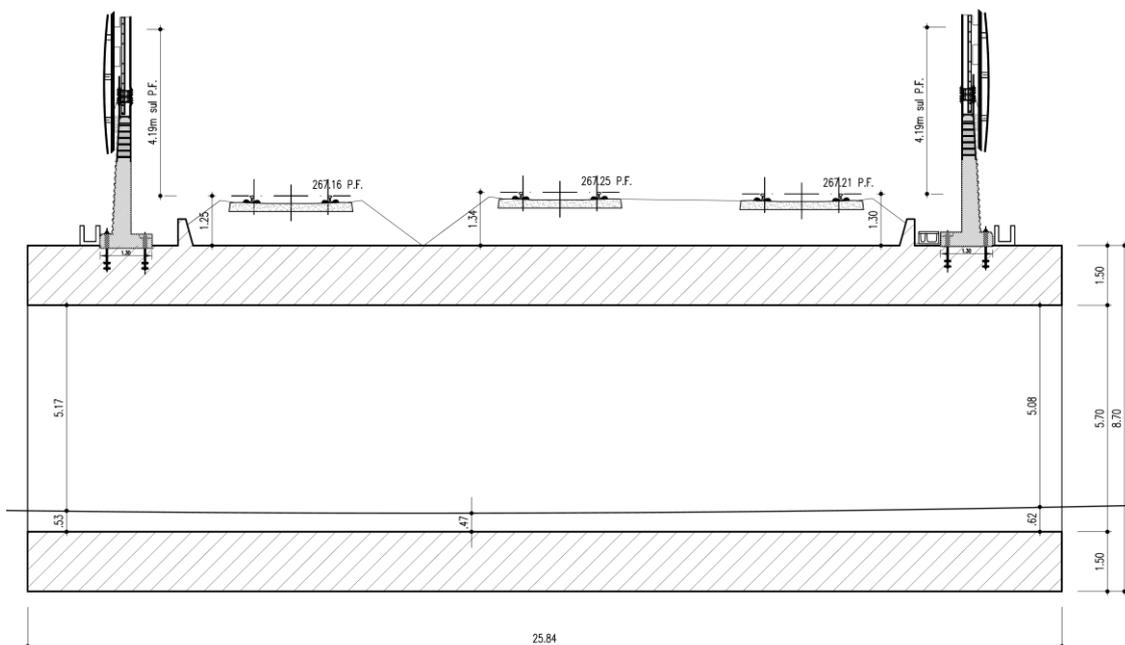
**Figura 13.12 – Vista planimetrica della NV04 e del Sottovia SL04**

La struttura del sottovia SL04 consiste in uno scatolare in calcestruzzo armato gettato in opera di lunghezza circa 26 m, larghezza interna netta 9,5 m e altezza netta 5,7 m per consentire un franco sulla strada di 5,1 m.



**Figura 13.13 – Vista Planimetrica del Sottopasso SL04**

Poichè la livelletta stradale sarà più bassa dell'attuale, si renderà necessaria la realizzazione di opere di sostegno, provvisorie e definitive, prima e dopo il sottopasso scatolare. Inoltre, per rispettare l'ortogonalità della struttura con i binari saranno realizzati lungo la parete verso la stazione di Bolzano delle pareti in c.a. a pianta triangolare riempite di calcestruzzo magro; mentre verso l'imbocco della galleria è previsto un getto di magrone per riempire lo spazio tra la nuova l'opera e il costone roccioso.



**Figura 13.14 – Sezione longitudinale sottopasso in progetto**

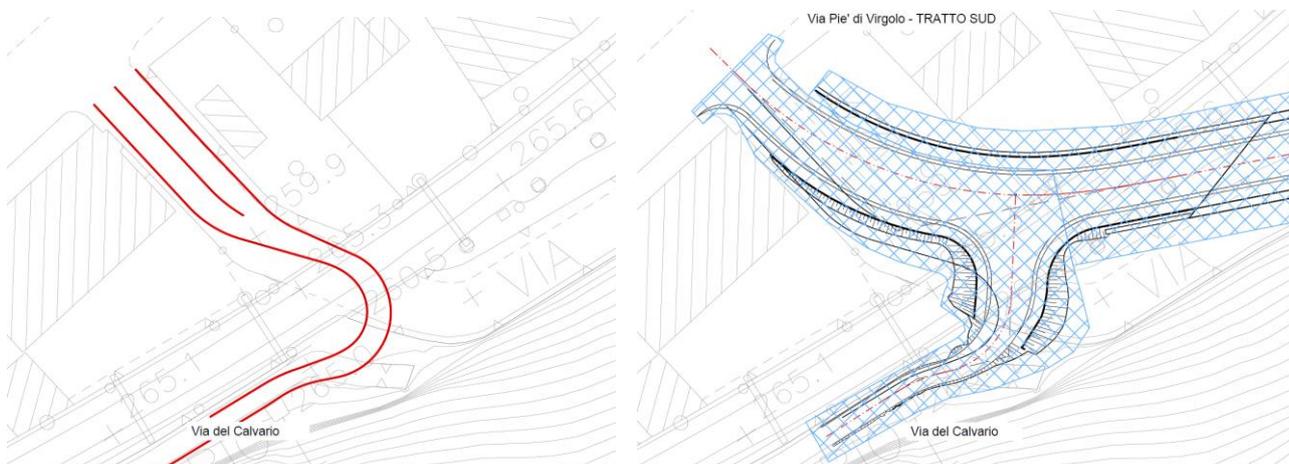
### 13.1.6 Via Calvario

Via del Calvario, si innesta a valle su via Piè del Virgolo e si arrampica velocemente, con pendenze molto forti (maggiori del 17 %), sull'ammasso roccioso del Virgolo. La sezione è di circa 3 metri ed è vincolata tra le pendici del monte e la ferrovia esistente che la costeggia ad una quota più bassa. Nonostante la sezione trasversale ridotta, il traffico veicolare è a doppio senso di marcia; sono presenti lungo il tracciato alcuni allargamenti per permettere ai veicoli di scambiarsi. La strada serve proprietà private ed un ristorante che si trova sulla sommità. Una particolarità è rappresentata dalle Edicole contenenti rappresentazioni religiose che trovano posto lungo il tracciato fino a giungere alla Chiesa del Santo Sepolcro.



**Figura 13.15 – Viste del tratto iniziale di Via del Calvario**

L'intervento si sviluppa per 42 metri circa e scaturisce dalla necessità di raccordare via del Calvario alla nuova via Piè del Virgolo modificata a causa della realizzazione delle opere di imbocco della nuova galleria del Virgolo lato Bolzano. Dovendo chiudere Via piè di Virgolo per effettuare i lavori legati all'imbocco, al sottovia ed al nuovo tracciato della medesima Via, nel transitorio il traffico a/da Via del Calvario sarà permesso da/per Via Trento grazie alla possibilità di usufruire dell'intera carreggiata ed il sedime dell'arco e muro di sostegno della ex-funicolare del Virgolo per raggiungere un raggio di curvatura di circa 8m. La nuova configurazione di progetto consente di trapiantare la sezione F1 (strada locale in ambito urbano) in accordo con il DM 05/11/2001, comprensiva dei due marciapiedi, e l'immissione di via Piè del Virgolo è stata resa ortogonale, garantendo la corretta visibilità e la continuità dei marciapiedi con la stessa.



**Figura 13.16 – Assetto Provvisorio dell'ingresso a Via del Calvario ed Assetto Definitivo**

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 13.2 OPERE DI CONTENIMENTO DEL TERRENO

### 13.2.1 Muri e Paratie

Le opere civili che interessano esclusivamente la linea ferroviaria comprendono:

- le opere definitive di sostegno dei rilevati ferroviari (paratie, muri di contenimento a “L” e muri a “U”);
- le opere temporanee necessarie per la realizzazione delle opere di sostegno definitive (paratie provvisorie).

Di seguito si riportano le tipologie di opere definite in precedenza e le relative progressive:

- MU01A: Paratia provvisoria di micropali di lunghezza 51 m tra la pk 0+042 e 0+093 di contenimento del rilevato esistente binario Meranese;
- MU01B: Paratia definitiva di micropali di lunghezza 115 m tra la pk 0+093 e 0+208 di contenimento del rilevato esistente binario Meranese;
- MU02: Muro a “U” tra la pk 0+042 e 0+093 per la realizzazione del binario STA;
- MU03: Muro a “L” tra la pk 0+093 e 0+320 per la realizzazione del binario STA e sostegno binario Meranese;
- MU04: Muro a “L” tra la pk 0+320 e 0+357 per sostegno binario Meranese;
- MU05: Muro a “L” tra la pk 0+388 e 0+644 per sostegno binario Meranese e barriera acustica;
- MU06: Muro a “L” tra la pk 0+710 e 0+729 per sostegno BD e barriera acustica;
- MU07: Muro a “L” tra la pk 1+496 e 1+509 per sostegno binario Meranese e barriera acustica.



### 13.3 MANUFATTO DI PROTEZIONE DELLA PILA AUTOSTRADALE ESISTENTE

In prossimità della Galleria del Virgolo è prevista la realizzazione di un manufatto di protezione della pila autostradale del ponte sovrastante la linea ferroviaria di progetto. Le problematiche connesse al deragliamento e all'urto del vettore ferroviario su elementi strutturali al di sotto di un ponte, sono trattate dalle normative vigenti, che prescrivono le distanze minime relativamente al posizionamento di elementi strutturali in adiacenza alla ferrovia, e le azioni prodotte dal treno deragliato sugli elementi verticali di sostegno adiacenti alla sede ferroviaria. L'opera di protezione è caratterizzata da una struttura di tipo misto costituita in parte in acciaio e in parte in conglomerato armato. Tale struttura si sviluppa parallelamente alla direzione dei binari ed è costituita da due blocchi di estremità in c.a., posti al di fuori dell'ingombro delle pile, da cui fuoriesce una trave d'acciaio costituita da 5 profili metallici del tipo HE saldati insieme, che, sviluppandosi longitudinalmente ai binari, costituisce una barriera di protezione delle pile in caso di deragliamento del treno. La fondazione è costituita da un plinto su micropali.

### 13.4 FABBRICATI TECNOLOGICI

#### 13.4.1 FA01 – Gestore di Area GA1

A fronte dell'aumento della distanza tra l'ipotetica posizione del fabbricato PP/ACC e i nuovi deviatori del Bivio Meranese (oltre 1100 metri più a Sud rispetto all'attuale bivio) e dell'aumento del numero di enti gestiti (doppio segnalamento interno/esterno), alla chilometrica 0+315 della linea Meranese il presente progetto prevede la realizzazione di un nuovo Gestore di Area (GA1) collegato al PP/ACC per la gestione degli enti più distanti (deviatori, segnali, cdb e posti di stabilizzazione). Il Gestore di Area GA1 sarà installato in un nuovo Fabbricato Tecnologico GA1 ubicato nei pressi della ex-Zona Industriale, al km ~148+600 (Km ~0+352 Merano). Il Fabbricato Tecnologico GA1 (Tipologia T4\_A), si sviluppa su un piano fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni pari a 19,90x6,70 m. L'edificio è caratterizzato da una copertura a capanna la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 4,70 m (altezza sotto gronda pari a circa 3,50 m), dotato di una serie di porte di varia dimensione su 1 lato, dotate tutte di sopraluce, e di finestre a nastro di altezza pari a 0,80 m. Seguendo una sequenza logico-funzionale, partendo dal lato rivolto verso il Gruppo Elettrogeno, all'interno del fabbricato sono presenti: Locale Batterie, Sala Alimentazione, Sala ACC, Locale TLC/Quadri BT e Servizi igienici.

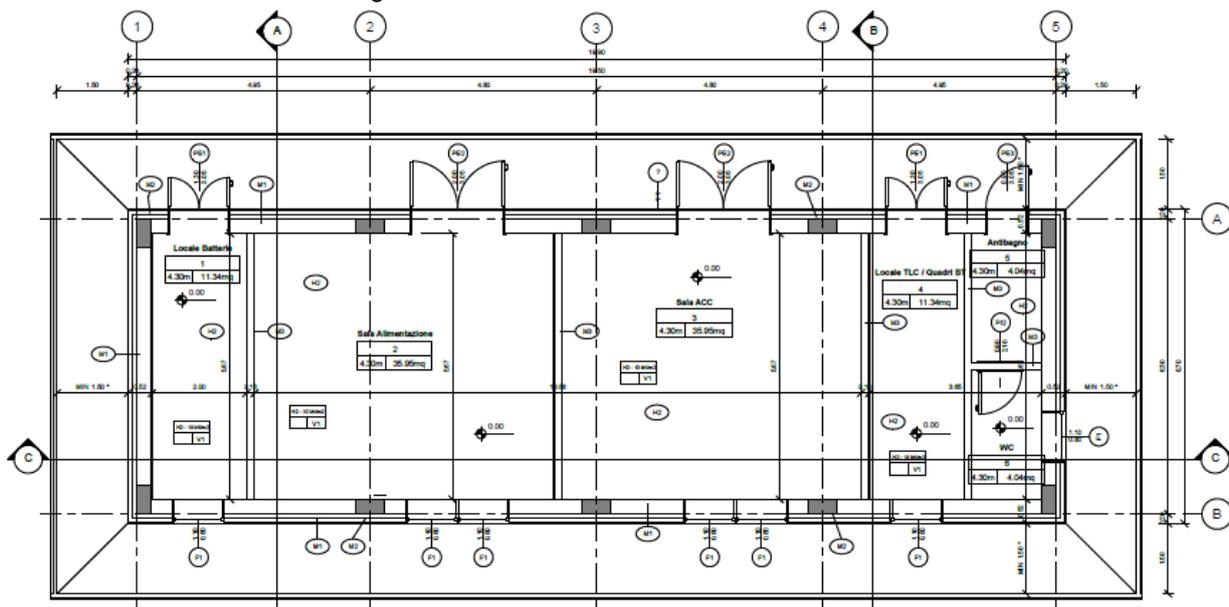


Figura 13.18 – Fabbricato tecnologico

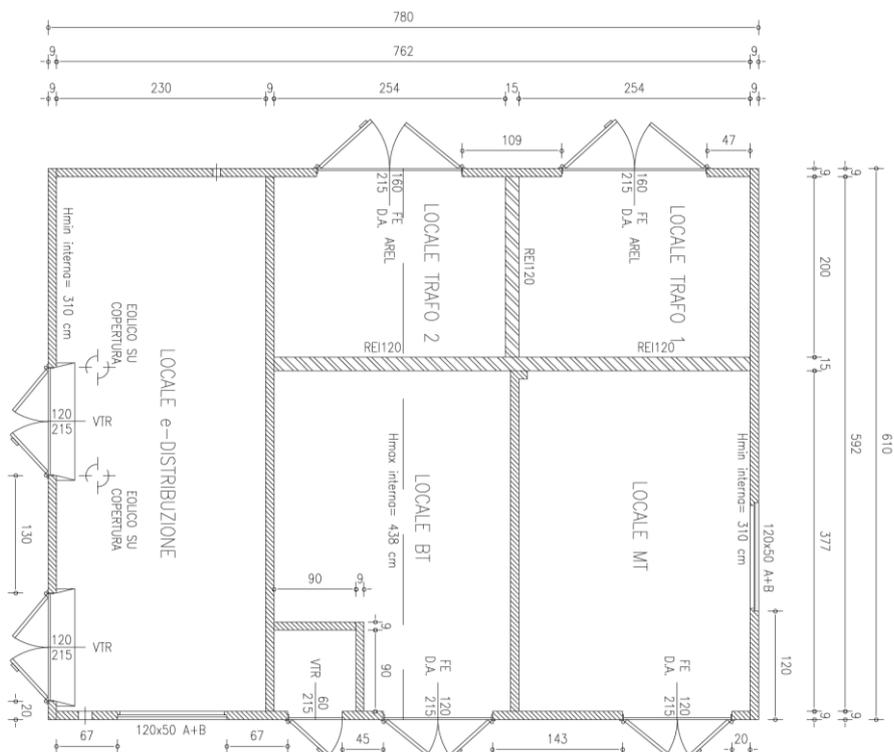
### 13.4.2 FA02 – Cabina di Consegna MT e Trasformazione MT/bt

Per soddisfare le esigenze di alimentazione relative al nuovo impianto GA1, all'impianto RED, all'impiantistica civile dei fabbricati e agli impianti di sicurezza galleria, alla chilometrica 0+386 della linea Meranese è prevista la realizzazione di una cabina di consegna in Media Tensione alimentata da ente distributore alla tensione di 15kV. Si prevede l'installazione di un prefabbricato delle dimensioni esterne in pianta di 6.1 x 7.8 m, conforme alle prescrizioni ENEL DG 2092 ed.03 ed ubicato in modo tale da avere libero accesso al locale Ente Distribuzione da via pubblica, avente la funzione di permettere la consegna di energia elettrica in MT da parte del Distributore pubblico. All'interno della cabina sarà presente un impianto di ventilazione forzata di estrazione del calore, un sistema rilevazione incendi e controllo accessi.

Il fabbricato è suddiviso in:

- Locale ENTE, accessibile direttamente dalla viabilità pubblica, di esclusiva competenza del Distributore pubblico;
- Locale Misure, ad uso promiscuo (ENTE – Utente RFI);
- Locale Utente MT, di esclusiva competenza RFI;
- Locale Utente BT, di esclusiva competenza RFI;
- 2 Locali Trasformatori MT/BT, di esclusiva competenza RFI..

Dettagli sulle caratteristiche del fabbricato sono disponibili ai documenti "NB1D01D18ROLF000001". E "NB1D01D18PBLF0200002".



**Figura 13.19 – Cabina MT/bt**

## 14 STABILIZZAZIONE VERSANTE DEL COLLE VIRGOLO

### 14.1.1 Descrizione dell'intervento

La morfologia dell'area si presenta molto articolata, con pareti rocciose sub-verticali o strapiombanti che sovrastano la piana sottostante ove si sviluppano la linea ferroviaria ferrovia Verona-Brennero e Via del Calvario. Ulteriori approfondimenti rispetto quanto di seguito sintetizzato sono disponibili al documento "NB1D00D07RHGB0000001".

Lo studio geomeccanico e strutturale del versante è un aspetto fondamentale per la definizione delle caratteristiche di stabilità dell'ammasso roccioso.

Per tale ragione il versante è stato indagato, anche nell'ambito del progetto di realizzazione del nuovo tunnel ferroviario del Virgolo, mediante diverse tecniche di indagine:

1. rilevamento geomeccanico tradizionale di superficie;
2. rilevamento geomeccanico in parete;
3. rilevamento con APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto).

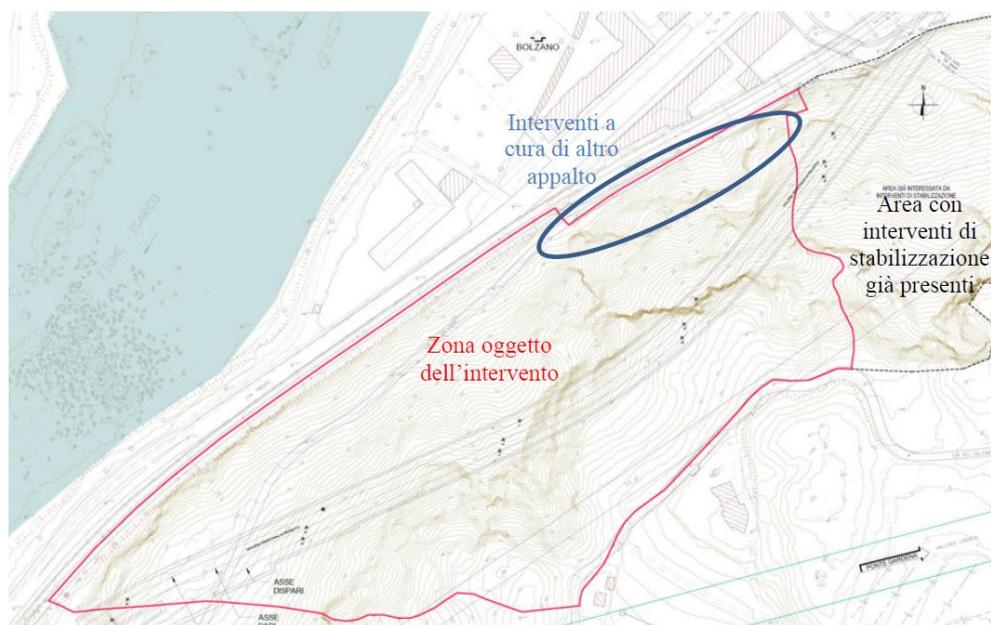
Gli affioramenti rocciosi sono oggetto di crolli in roccia frequenti che regolarmente interessano le infrastrutture al piede del versante. I fenomeni di instabilità più ricorrenti sono rappresentati da:

- caduta di massi che si origina da fenomeni di scivolamento e ribaltamento di porzioni dell'ammasso roccioso affiorante, individuate dalle discontinuità;
- scivolamenti e colate di detrito. Specialmente in concomitanza di fenomeni metereologici intensi e/o prolungati.



Figura 14.1 – Vista generale del Versante

L'area d'intervento interessa il versante Nord Ovest del Colle e si estende dal piede del versante fino alle pareti sommitali.



**Figura 14.2 - Planimetria generale degli interventi**

Sulla base dello studio geologico di dettaglio e di un'accurata identificazione dei meccanismi di instabilità dell'area in esame, sono state individuate le tipologie di intervento più adeguate ai fini della stabilizzazione del versante.

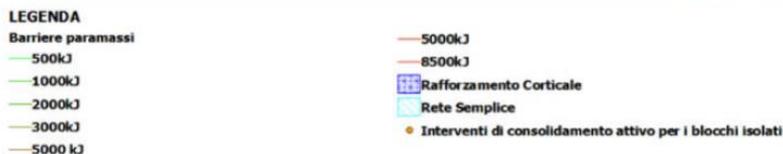
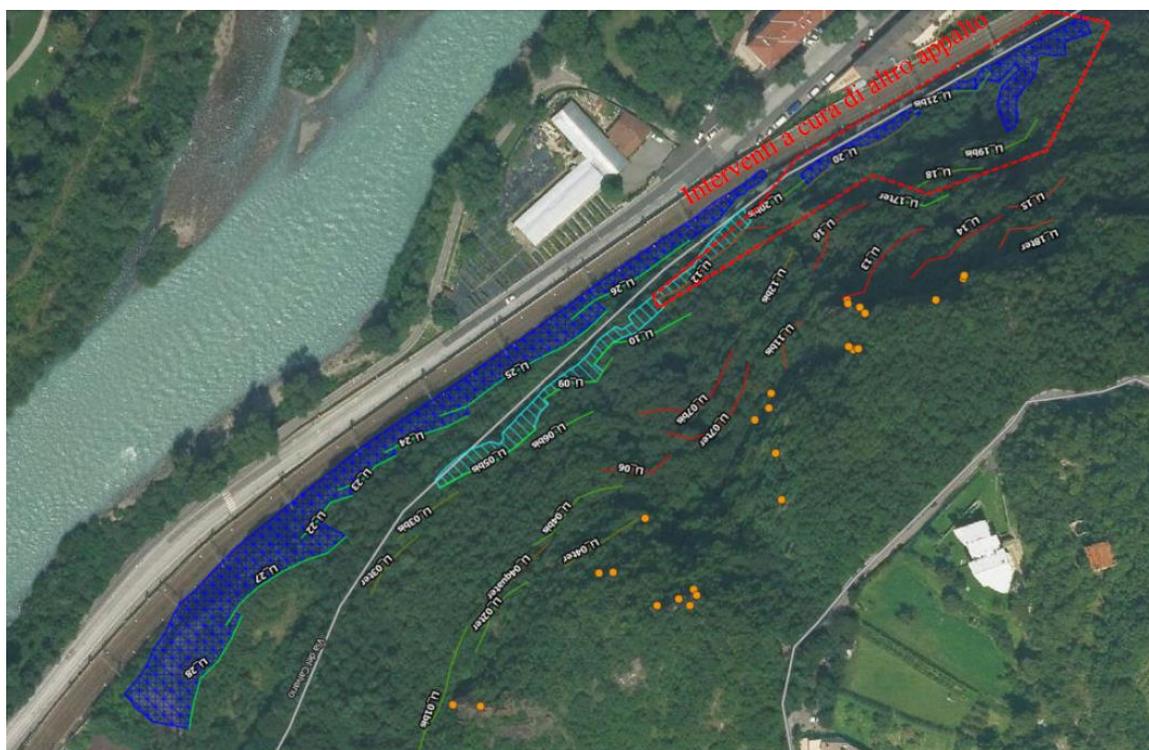
Si prevedono interventi di tipo attivo e di tipo passivo:

- *interventi di difesa attiva*: hanno la funzione di prevenire, impedire o ridurre il distacco, la caduta e il rotolamento delle masse rocciose; si tratta quindi di opere che impediscono il distacco degli elementi lapidei dal versante, mantenendoli in posto sulla parete o aumentandone il fattore di sicurezza, ad esempio: reti rinforzate con funi e chiodi, pannelli in fune, chiodature di blocchi isolati; sono anche tutti gli interventi che prevedono l'asportazione degli elementi instabili mediante abbattimento controllato;
- *interventi di difesa passiva*: hanno la funzione di rallentare, deviare, ostacolare la caduta, il rotolamento e il movimento di masse rocciose; in questa categoria rientrano tutti gli interventi la cui funzione è quella da un lato di intercettare le traiettorie, dall'altro di assorbire e smorzare l'energia posseduta dai blocchi in movimento, ad esempio: rilevati paramassi, barriere paramassi, gallerie artificiali. Sono interventi a cui è necessario ricorrere quando non è possibile intervenire direttamente sulle porzioni instabili del versante, quando non si è in grado di indentificarle con precisione e/o quando le dimensioni del fenomeno renderebbero tempi e costi di un intervento attivo poco vantaggiosi.

Nell'area in esame le tipologie di interventi previsti, singolarmente o in combinazione per la mitigazione del rischio sul versante oggetto di studio, consistono in:

- interventi di rafforzamento corticale (intervento attivo);
- interventi di rivestimento superficiale con reti semplici (intervento passivo);
- realizzazione di barriere paramassi (intervento passivo);
- consolidamento di blocchi instabili (intervento attivo).

Il criterio di applicazione degli interventi è basato principalmente sulla tipologia del meccanismo di instabilità, sull'estesa dell'area interessata dal fenomeno e sulla dimensione dei blocchi potenzialmente instabili.



**Figura 14.3 - Planimetria generale con ubicazione degli interventi**

Tutti gli interventi inoltre dovranno essere preceduti da disboscamento e pulizia delle aree in modo da individuare la presenza di materiale instabile che dovrà essere rimosso. Tutte le operazioni dovranno essere eseguite procedendo dall'alto verso il basso al fine di evitare danneggiamenti del materiale installato a seguito di blocchi movimentati dalle lavorazioni seguenti. Data quindi la natura e specificità degli interventi, la loro esecuzione dovrà essere eseguita da ditte specializzate e preceduta da opportuno rilievo di dettaglio per verificare le condizioni locali del versante, delle quote e delle dimensioni dei blocchi instabili rilevate.

## 14.2 INTERVENTI PER VRU SUPERIORI A 3 [M<sup>3</sup>]

L'analisi dello studio geomeccanico e strutturale del versante, effettuato e descritto in precedenza, evidenzia che i volumi rocciosi presenti nella parte alta del versante, tra circa quota 360m s.l.m. e il ciglio del versante, possono produrre eventi nell'ordine delle decine di metri cubi, con una variabilità significativa in termini di volume e di meccanismi di instabilità.

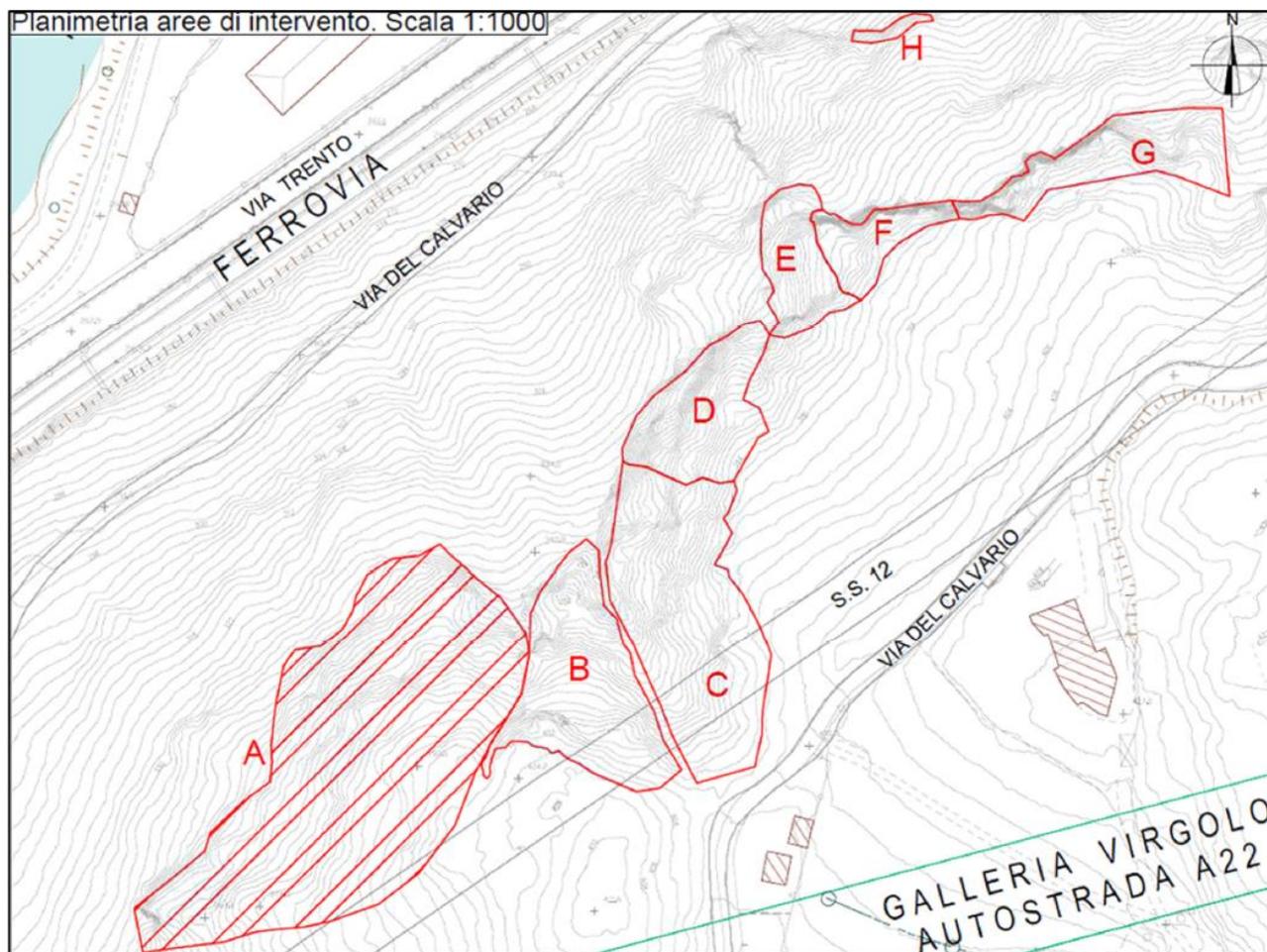


Figura 14.4 – Blocchi instabili presenti nell'area di intervento

In tale settore del versante, per blocchi instabili con volumi maggiori di 3 m<sup>3</sup> circa, le opere di mitigazione del rischio più adeguate consistono in interventi di consolidamento attivo in parete mediante cinturazione con funi in acciaio e/o pannelli di fune e/o consolidamento mediante chiodature.

Tali opere risultano adeguate per la stabilizzazione di elementi rocciosi isolati e disarticolati in zone nelle quali sono presenti blocchi di varie dimensioni ed intensa fratturazione. Quando possibile si procederà con la fasciatura dell'ammasso roccioso con pannelli di fune; questa tecnica permette di modellare l'intervento seguendo le asperità morfologiche, operare da posizione sicura al di fuori del blocco ed utilizzare elementi prodotti in stabilimento e certificati.

Al fine di individuare la migliore tecnologia di interventi di consolidamento attivo per ciascun blocco è stata eseguita un'analisi combinata che ha portato alla definizione di più aree di intervento basate sulle condizioni morfologiche e di fratturazione delle pareti. Sono state quindi individuate 8 aree (A-H) che seguono l'andamento del versante da sud-ovest verso nord-est.



**Figura 14.5 – Individuazione aree per interventi di consolidamento attivo.**

All'interno di ogni area si sono identificati i blocchi in condizioni di stabilità maggiormente critiche e con volumi rocciosi unitari (VRU) superiori ai 3 m<sup>3</sup> valutati di dimensioni superiori a quelle che sono gestibili, in sicurezza, con barriere paramassi.

Dall'analisi geomeccanica si evince che il cinematiso di rottura più rappresentato sia quello combinato di scivolamento e ribaltamento, a cui è soggetta oltre la metà dei volumi. Seguono poi lo scivolamento (4 blocchi) e il ribaltamento (5 blocchi) considerati singolarmente. Rimangono infine due volumi, in area B, di cui non risulta chiaro il meccanismo di instabilità.

Nel range di volumi più comuni sulle pareti sommitali, compreso tra 3 e 10 m<sup>3</sup>, sono stati individuati 4 interventi tipologici (T01a, T01b, T01c e T02) applicabili ai volumi di roccia sulla base di caratteristiche geometriche e geomeccaniche. I tipologici T01a,b,c sono costituiti da pannelli in fune e chiodature GEWI, che si differenziano per la maglia dei pannelli ed il passo delle chiodature perimetrali. Il tipologico T02 è invece costituito da sole chiodature diffuse. La definizione di interventi tipologici per la stabilizzazione delle pareti sommitali consente di gestire con flessibilità le diverse situazioni che potranno verificarsi in fase di realizzazione, secondo un approccio "osservazionale". Per i volumi maggiori di 10 m<sup>3</sup>, invece, è stato necessario prevedere interventi ad hoc. La realizzazione degli interventi di cui sopra richiede la pulizia ed il taglio della vegetazione spontanea cespugliosa da parte di personale specializzato. Tale operazione deve essere eseguita prioritariamente, al fine di verificare le dimensioni e le caratteristiche dei blocchi eventualmente celati dalla vegetazione, i quali saranno gestiti con i tipologici sopra detti nel caso di volumi inferiori a 10 m<sup>3</sup>.

### 14.3 INTERVENTI PER VRU INFERIORI A 3 [M<sup>3</sup>]

Per i blocchi instabili con dimensioni fino a 3 m<sup>3</sup> è prevista l'installazione di barriere paramassi. Tale valore corrisponde al volume caratteristico del blocco, ai fini del dimensionamento energetico delle barriere effettuato secondo Norma UNI 11211-4:2018. Sulla base dello studio geologico e delle simulazioni di caduta massi 3D ("NB1D00D69RHGE0001004") è stato possibile definire le principali aree sorgenti di blocchi di dimensioni fino a 3 m<sup>3</sup> e le traiettorie principali. Questo ha consentito di eseguire uno studio più approfondito del versante, definendo il posizionamento planimetrico, l'energia e l'altezza di ciascuna barriera (circa 1200 m lineari di barriere con energie da 500 kJ a 8500 Kj e altezze comprese tra 3.5 m e 8.0 m, dettaglio al documento "NB1D00D07RHGB0000001").

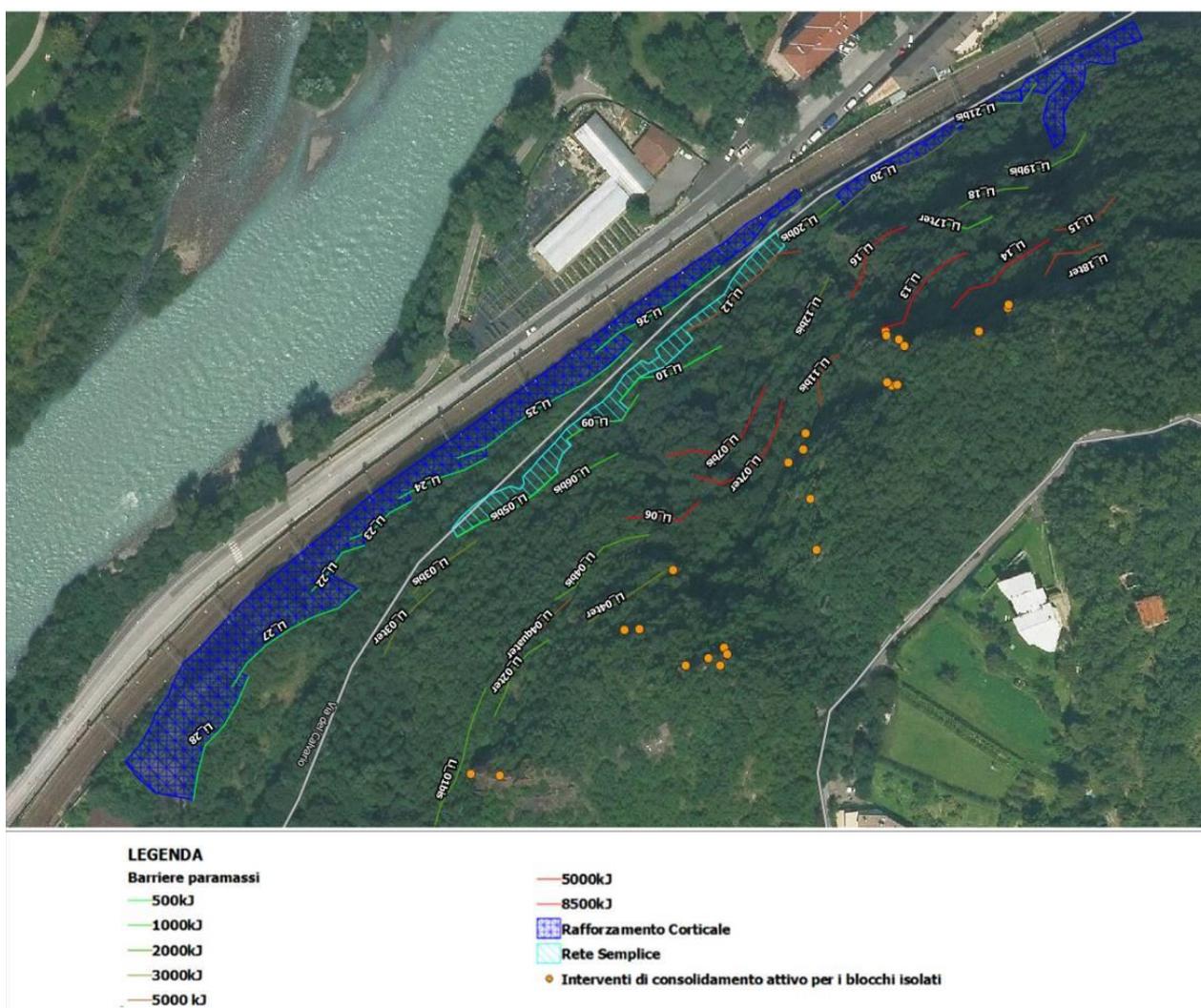


Figura 14.6 – Planimetria ubicazione interventi

Le barriere con classe energetica maggiore sono state predisposte, immediatamente sotto alla porzione sommitale del versante, nell'area caratterizzata da maggiore verticalità e possibilità di distacchi di volumi rocciosi maggiori (area in cui sono stati stabilizzati i blocchi isolati). In tal modo si riduce il rischio che eventuali blocchi di minori dimensioni, non consolidati singolarmente, possano giungere fino alla ferrovia.

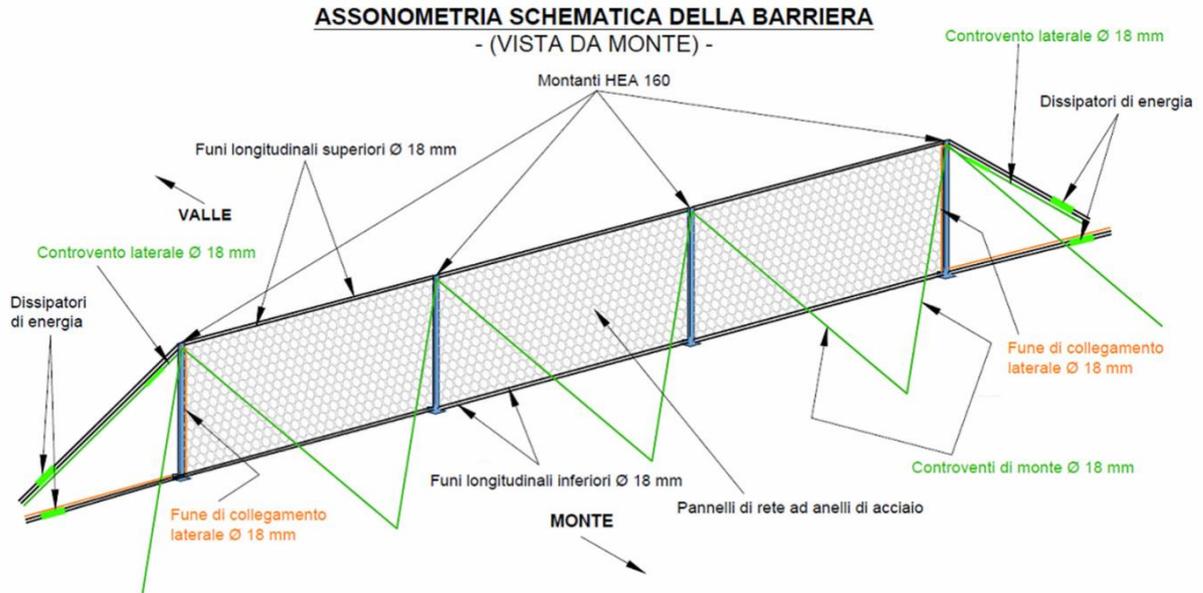


Figura 14.7 – Schema vista assonometrica di una barriera.

#### 14.4 INTERVENTI PER VRU INFERIORI A 0,5 [M<sup>3</sup>]

Come si evince dalla figura precedente, una fila di barriere da 500 kJ è stata predisposta a valle di via del Calvario, in modo tale da proteggere la ferrovia dall'impatto di piccoli blocchi di volume modesto (volume blocco di progetto 0.5 m<sup>3</sup>) che possono originarsi anche dalla rimobilizzazione di detrito di crollo presente lungo la scarpata di valle di via del Calvario. A valle delle barriere paramassi, è stato progettato un intervento di rafforzamento corticale con funi e chiodature in barre al fine di attenuare i fenomeni di dissesto della porzione di ammasso roccioso più superficiale sia delle pareti rocciose aggettanti sulla via Calvario, al limite nord dell'area di studio ove essa è adiacente alla ferrovia, sia nella porzione di versante compresa tra la ferrovia e via Calvario, presso il suo limite sud occidentale.

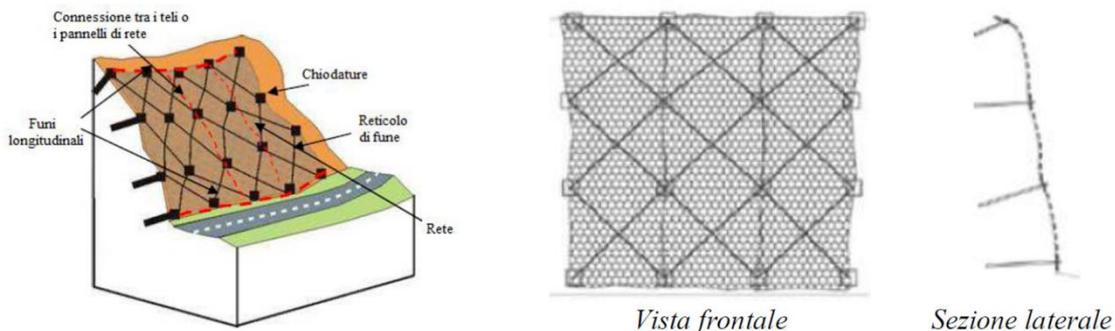


Figura 14.8 – Schema generale, vista frontale ed in sezione di un intervento con Rafforzamenti corticali.

Queste pareti rocciose sono caratterizzate da aree, ben circoscritte e poco estese, soggette a crollo con volumi unitari che raggiungono di rado 0,5 m<sup>3</sup>. Al piede del versante, gli affioramenti si presentano più fratturati, spigolosi e detensionati e la crescita degli apparati radicali sui cigli concorre alla diffusa attività di crollo di elementi litoidi generalmente inferiori a 0,1 m<sup>3</sup>.

Infine, nel tratto iniziale di via del Calvario è stato predisposto un intervento di rivestimento con reti semplici che consente di intercettare i blocchi di modeste dimensioni, evitandone il rimbalzo, che possono comunque costituire pericolo per la linea ferroviaria sottostante.



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	86 di 148

## 14.5 MONITORAGGIO

Il monitoraggio in opera prevede strumenti automatizzati in controllo remoto: fessurimetri a barra, clinometri, sensori di urto/vibrazioni e celle di carico. Gli strumenti installati sono collegati via cavo alla centralina di acquisizione in grado di inviare i dati registrati in remoto.

Per il monitoraggio dei consolidamenti locali si prevede l'installazione di set di strumentazione differente a seconda delle dimensioni dei blocchi. In particolare, si prevede di strumentare solo alcuni dei blocchi di medie dimensioni (fino a 10m<sup>3</sup>) e tutti i blocchi di grandi dimensioni (sopra i 10m<sup>3</sup>). I blocchi strumentati sono indicati nell'elaborato NB1D00D07P8GB0000003 – "Planimetria di monitoraggio".

È previsto inoltre un sistema di monitoraggio per le barriere paramassi installate immediatamente sotto alla porzione sommitale del versante.

Gli strumenti di cui sopra previsti sono:

- Estensimetri a barra in parete nord: lo strumento è costituito da un contenitore cilindrico reso stagno, per l'alloggiamento del trasduttore di spostamento. All'estremità dello strumento sono posizionati i due ancoraggi per il fissaggio ai lati della frattura.
- Clinometro biassiale: il clinometro elettrico di superficie è costituito da un contenitore stagno (IP67), per l'alloggiamento del sensore inclinometrico di tipo micro-elettromeccanico MEMS.
- Sensori di urto/vibrazione: questo sensore verrà installato in corrispondenza di n.2 montanti delle barriere paramassi e serve a rilevare eventuali urti tra massi e barriera. In questo caso verrà inviato un segnale di allarme differenziato in funzione dell'energia dell'urto.
- Cella di carico: tale strumento consente di misurare i livelli di tensione all'interno delle barre e funi di ancoraggio delle barriere e degli interventi delle pareti alte.

Di seguito si riporta il "set" di strumenti da installare per i diversi interventi di protezione.

Barriera paramassi strumentata

- 2 sensori di urto/vibrazione;
- 2 celle di carico sulle funi principali.

Blocco strumentato di medie dimensioni:

- 1 fessurimetro a barra da posizionare sulla frattura principale che isola il blocco, orientato in modo tale da cogliere i segnali premonitori dell'instabilità del blocco stesso;
- 2 celle di carico da installare sui sistemi di ancoraggio (barre, funi o pannelli di fune).

Blocco strumentato di grandi dimensioni:

- 2 fessurimetri a barra da posizionare sulle fratture principali che isolano il blocco, orientati in modo tale da cogliere i segnali premonitori dell'instabilità del blocco stesso;
- 1 clinometro biassiale di alta precisione;
- 2 celle di carico da installare sui sistemi di ancoraggio (barre, funi o pannelli di fune).



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	87 di 148

## 15 OPERE IN SOTTERRANEO: GALLERIA VIRGOLO

Nei successivi paragrafi, sono sviluppati i temi legati alla progettazione definitiva delle opere in sotterraneo i cui 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.

Il Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento “NB1D01D07RHGN0000001” e relativi elaborati grafici.

### 15.1 METODOLOGIA DI LAVORO

La progettazione delle opere in sotterraneo ha riguardato la definizione della configurazione della galleria della tratta nel rispetto delle normative in termini di sicurezza sulle gallerie ferroviarie<sup>1</sup> 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>2</sup>, la progettazione si è articolata nelle seguenti fasi progettuali:

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

<sup>1</sup> DM 28/10/2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie” e Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea (1303/2014) relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente “la sicurezza nelle gallerie ferroviarie” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;

<sup>2</sup> Lunardi P. “Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS”. Ed. Hoepli, 2006.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo interessato dalle opere in sottterraneo. Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica.

Dall'imbocco lato Verona ubicato alla pk 0+455 circa la galleria interessa per l'intero suo sviluppo la Formazione di Gries (IGR) fino all'imbocco lato Bolzano ubicato alla pk 0+980 circa. La presenza del cunicolo esplorativo ha consentito di rilevare le caratteristiche dell'ammasso in profondità.

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/rocce interessati dall'opera in sottterraneo lungo il suo tracciato.

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.

Sulla base dei risultati delle analisi effettuate, esaminati in modo critico, tenendo conto dell'affidabilità dei dati di ingresso in termini di parametri di ammasso (rigidezza e resistenza), delle condizioni idrauliche al contorno, di eventuali variabilità attese lungo il tracciato della galleria e di possibili conseguenze per comportamenti imprevisi, si prevede lungo tutto lo sviluppo della Galleria del Virgolo un comportamento del nucleo-fronte di scavo di categoria A (stabile).

Considerate le caratteristiche geometriche dell'opera in sottterraneo si prevede di realizzare la galleria con metodo tradizionale, ponendo la massima attenzione verso gli effetti secondari legati alle attività di scavo in termini di vibrazioni indotte, sia con riferimento alle strutture esistenti nelle vicinanze (gallerie stradali), sia con riferimento al versante e alle porzioni instabili dell'ammasso roccioso che possono generare il fenomeno della caduta massi.

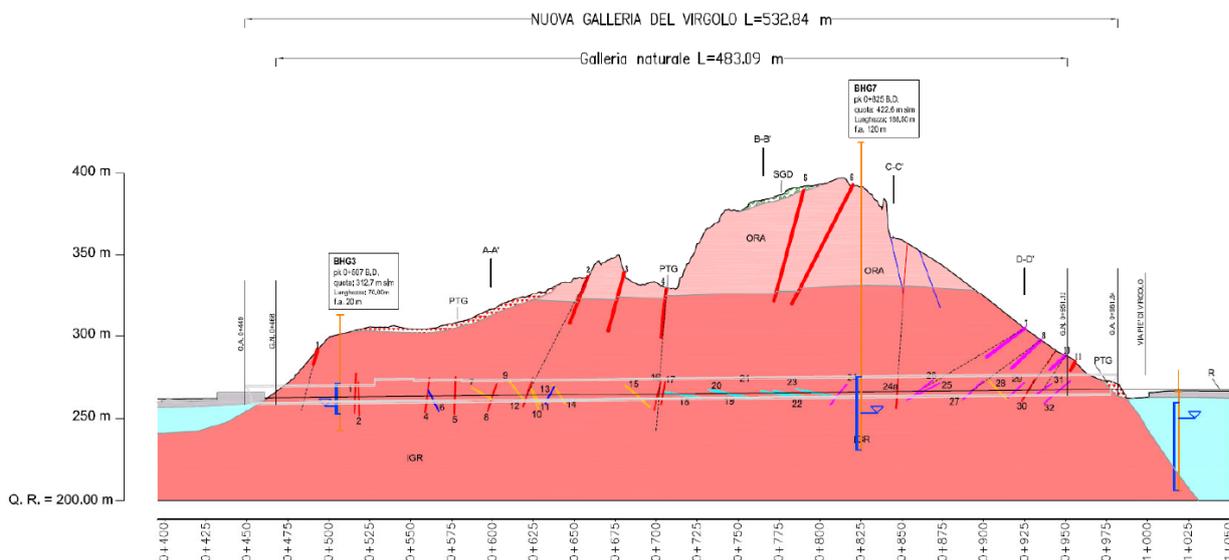
A tale scopo si prevede l'avanzamento con esplosivi con l'impiego di microritardi al fine di ridurre la carica detonante simultanea.

## 15.2 CONFIGURAZIONE E SVILUPPO DELLE OPERE IN SOTTERRANEO

### 15.2.1 Il tracciato e le opere in sottterraneo

La galleria, denominata nuova Galleria del Virgolo, si sviluppa tra le progressive di tracciato (Binario Dispari linea del Brennero) km 0+449 (imbocco lato Verona galleria singolo binario) e km 0+981,84 (imbocco lato Bolzano), per una lunghezza complessiva in sottterraneo pari a 533 m. La velocità di tracciato è di 200 km/h. In galleria si ha una pendenza longitudinale massima pari a 10,2 ‰, e raggio di curvatura minimo di 308,75 m.

Partendo dall'imbocco lato Verona, posto ad una quota di 262 m s.l.m., il tracciato procede sempre in salita fino all'imbocco lato Bolzano (alla quota di 267,15 m s.l.m.) con pendenza compresa tra 9,4 ‰ e 10,2 ‰. La copertura massima è di circa 110 metri.



**Figura 15.1 - Profilo nuova galleria del Virgolo**

La nuova Galleria del Virgolo è costituita da un tratto in naturale di 483,1 m e da due tratti in artificiale in corrispondenza degli imbocchi di lunghezza pari a 19 m per l'imbocco lato Verona della galleria singolo binario e pari a 30,7 m per l'imbocco lato Bolzano. Il tratto di galleria a doppio binario (imbocco lato Verona) prevede un tratto di galleria artificiale sotto dima di 3 m e un portale di imbocco di 8 m..

Partendo dall'imbocco lato Bolzano la galleria presenta una configurazione a tre binari, per una lunghezza di 350 m circa. Alla pk 0+625 (binario dispari linea del Brennero) i tre binari, sino a quel punto paralleli, iniziano a divergere. La linea Meranese ed il binario pari della linea del Brennero continuano affiancati, con interasse pari a 4,75 m, mentre il binario dispari della linea del Brennero si separa piegando verso il rilievo del Virgolo fino all'imbocco lato Verona, passando quindi dalla configurazione a tre binari ad una configurazione doppio più singolo binario tramite un camerone di diramazione. Il tratto a singolo binario ha una lunghezza di 58 m circa; il tratto a due binari ha una lunghezza di 38 m circa. Il camerone di diramazione ha una lunghezza di 100 metri circa; ha un andamento planimetrico pressoché rettilineo e sezioni di larghezza crescente.

In tabella sono riportate le progressive delle opere in sotterraneo previste lungo la tratta e delle opere di imbocco ad esse connesse.

Opera	pk <sub>inizio</sub>	pk <sub>fine</sub>	L <sub>parziale</sub>	L <sub>TOT</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m]
Galleria artificiale singola canna/doppio binario (GA01)	0+474,1 (B.P.)	0+485 (B.P.)	10,9	532,8 (B.D.)
Galleria artificiale singola canna/singolo binario (GA02)	0+449	0+468	19	
Galleria Naturale (GN01)	0+468	0+951,1	483,1	
Galleria artificiale singola canna triplo binario (GA03)	0+951,1	0+981,8	30,7	

**Tabella 20 – Progressive della galleria**

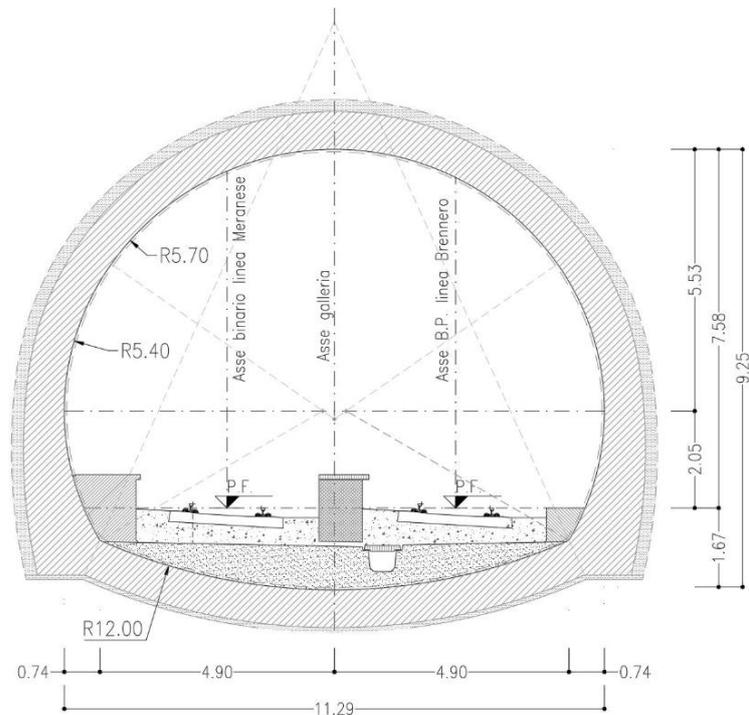
**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	90 di 148

La galleria è progettata per consentire il transito del Gabarit C (PMO n°5). La velocità di tracciato in galleria è pari a 60 km/h.

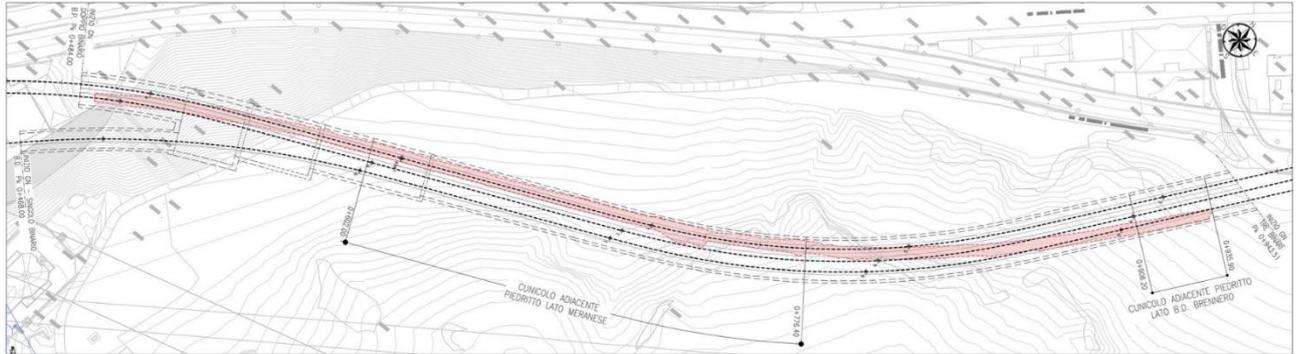
Le sezioni geometrico-funzionali sono idonee al transito del Gabarit indicato con velocità di progetto sino a 200 km/h. La sezione a singolo binario è stata definita in accordo agli standard RFI per velocità  $160 < v \leq 200$  km/h; mentre la sezione a doppio binario è stata progettata per questo caso specifico, dovendo prevedere un marciapiede d'esodo tra i due binari: ciò ha comportato l'adozione di un interasse tra i due binari pari a 4,75 m (rispetto ai 4 m standard). Pertanto, nel tratto a singolo binario è prevista una sezione policentrica (Figura 14.3) con raggio di calotta pari a 2,85 m ed area libera pari a 39 m<sup>2</sup> circa, nel tratto a doppio binario è prevista una sezione policentrica (Figura 14.2) con raggio di calotta pari a 5,70 m ed area libera pari a 71 m<sup>2</sup> circa, mentre. Nel tratto a tre binari la sezione ha raggio di calotta pari a 8,30 m ed area libera pari a 110 m<sup>2</sup> circa (Figura 14.4). È previsto l'alloggiamento dell'armamento tradizionale con traverse tipo "RFI-240" poggiate su ballast ed elettrificazione a corrente continua a 3 kV.



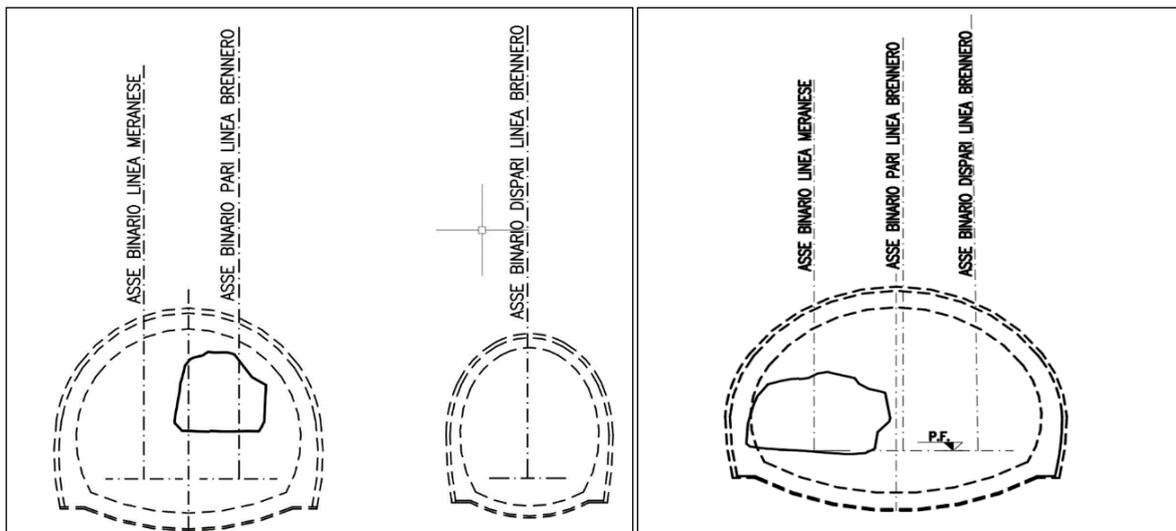
**Figura 15.2 – Sezione di intradosso per la tratta a doppio binario**



Meranese; a partire dalla pk 0+780 binario dispari il tracciato del cunicolo devia verso l'interno della galleria, portandosi nella zona centrale della stessa fino alla pk 0+906 binario dispari da dove si sviluppa parallelamente al piedritto lato binario dispari della linea del Brennero.



**Figura 15.5 – Planimetria galleria con cunicolo esplorativo**



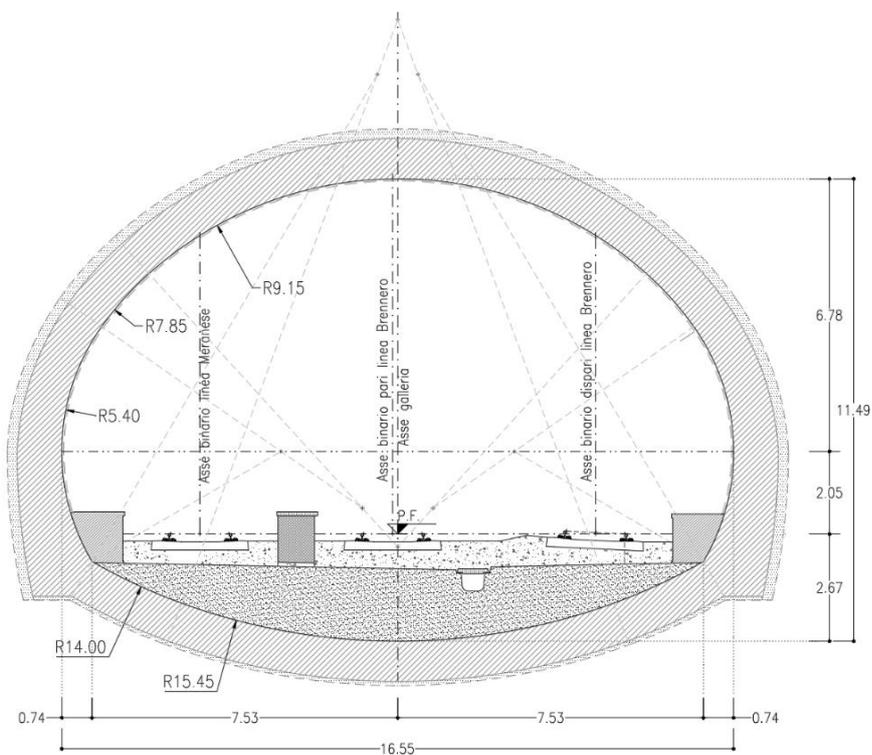
**Figura 15.6 – Sezioni galleria con cunicolo esplorativo**

### 15.2.2 Camerone di diramazione

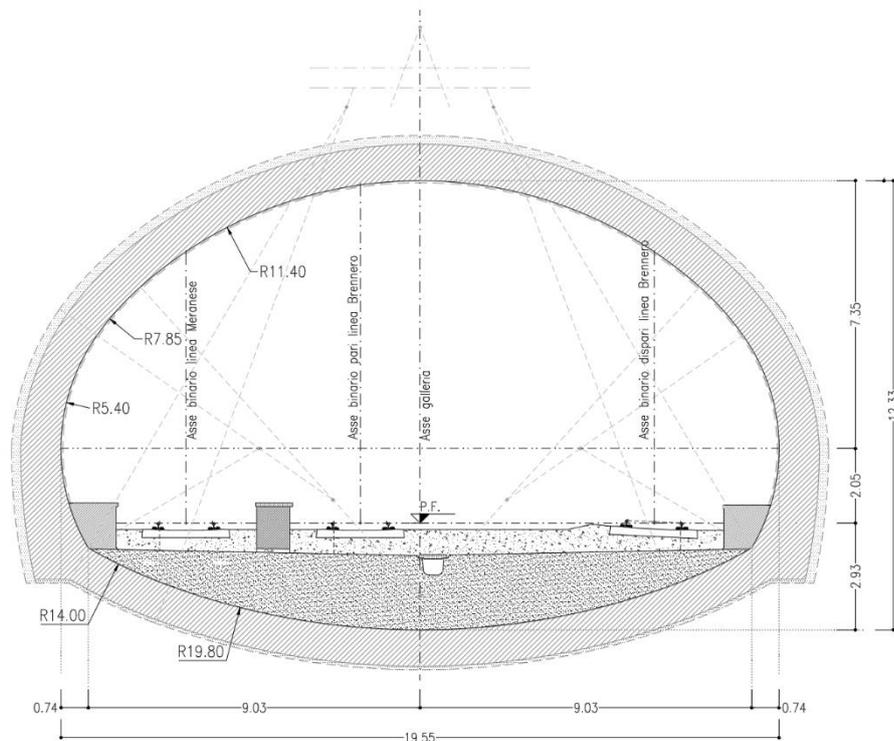
Per il passaggio dalla configurazione a singola canna tre binari alla configurazione a doppia canna doppio binario e singolo binario è previsto un camerone di diramazione a sezione variabile per accogliere l'interasse variabile tra i due binari della linea del Brennero, da 4 m fino a 11,45 m. Sono previste 3 sezioni di intradosso.

	Lunghezza [m]	Area libera [m <sup>2</sup> ]
CAMERONE INTERASSE 4-5	43,7	120
CAMERONE INTERASSE 5-8	28,9	150
CAMERONE INTERASSE 8-11,45	27,5	190

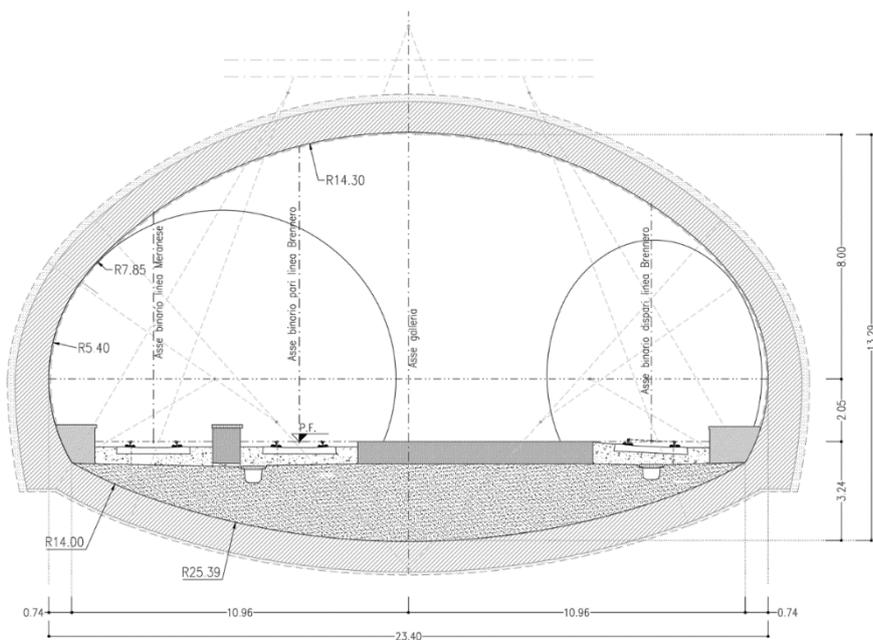
**Tabella 21 – Sezioni del camerone di diramazione**



**Figura 15.7 – Sezione di intradosso camerone interasse 4 – 5**



**Figura 15.8 - Sezione di intradosso camerone interasse 5 – 8**



**Figura 15.9 - Sezione di intradosso camerone interasse 8 – 11,45**

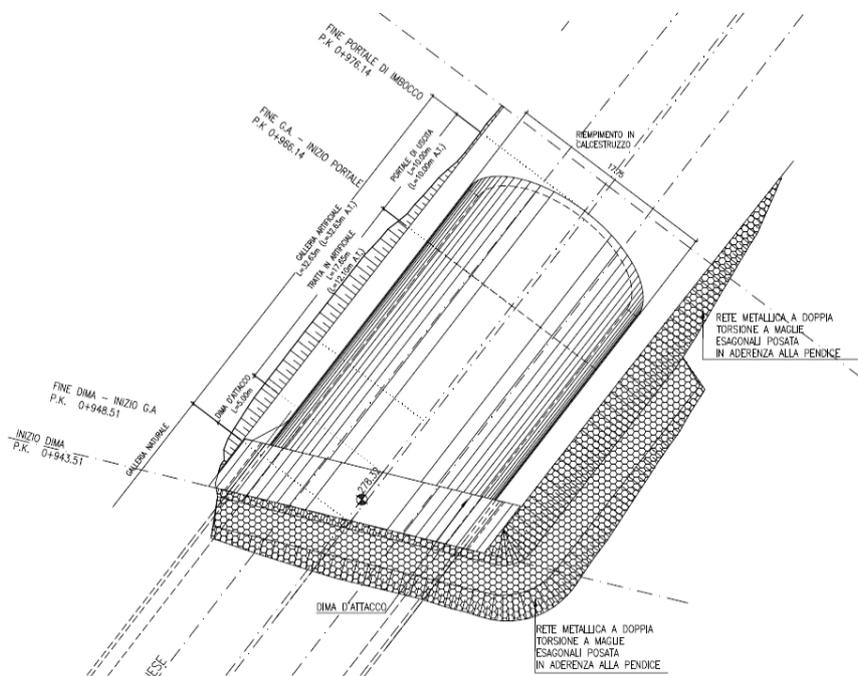
### 15.2.3 Opere di imbocco

Per la zona di imbocco lato Verona è previsto un'intervento di stabilizzazione della porzione di versante adiacente alle aree di intervento: in coerenza con quanto previsto per l'intervento di consolidamento del

Colle del Virgolo, saranno realizzati interventi di rafforzamento corticale per mezzo di rete metallica a doppia torsione, ancoraggi e funi metalliche. Per la zona di imbocco lato Bolzano è previsto un intervento di consolidamento delle pareti di scavo in quanto la porzione adiacente alla zona di imbocco è già interessata da interventi di consolidamento per mezzo di barriere paramassi di recente realizzazione.

Imbocco lato Bolzano

Le opere di imbocco della Nuova galleria del Virgolo lato Bolzano ricadono tra le progressive (binario dispari Brennero) km 0+951,10 e km 0,981,80. La configurazione della galleria a partire da tale imbocco è a singola canna tre binari. Data la natura dell'ammasso interessato dalla realizzazione dell'imbocco, è stata prevista una soluzione che prevede un attacco diretto in roccia. In considerazione della condizione di parietalità, nonché delle interferenze con le viabilità esistenti, l'attacco della galleria naturale non è ortogonale agli assi dei binari. La realizzazione dell'imbocco richiede sbancamenti con pendenze significative (80° circa sull'orizzontale). Dalle analisi condotte le scarpate non richiedono interventi di stabilizzazione propedeutici allo scavo; tuttavia, è previsto un intervento di stabilizzazione con chiodi, funi e rete metallica a doppia torsione che verrà realizzato contestualmente allo scavo ed è concepito per stabilizzare la coltre superficiale della parete soggetta ad alterazione nel lungo termine. È inoltre prevista una galleria artificiale con un portale in aggetto a "becco di flauto rovesciato", che assolve anche alla funzione di protezione della piattaforma ferroviaria dalla caduta eventuale di blocchi di roccia di piccole dimensioni, proveniente dal versante sovrastante. Per tale motivo è stata prevista una carpenteria della galleria artificiale con spessori maggiori rispetto al tratto in galleria naturale. Tale soluzione è analoga a quelle presenti in corrispondenza degli imbocchi della galleria autostradale adiacente alla nuova galleria del Virgolo.



**Figura 15.10 – Planimetria imbocco lato Bolzano**

Imbocco lato Verona

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	96 di 148

Lato Verona sono previste due opere di imbocco, una per la galleria a singolo binario, una per la galleria a doppio binario. Entrambi gli imbocchi sono caratterizzati da una condizione di spiccata parietalità che ha portato allo studio di una soluzione comune per entrambe che consente di evitare riprofilature e scavi importanti del versante, con conseguenti problemi di sicurezza e di impatto ambientale. Si prevede la realizzazione di una “protesi” che consente di fornire alla galleria la copertura idonea per un attacco in naturale. La protesi sarà realizzata per mezzo di un calcestruzzo alleggerito (tipo “Geomix”) che permette un getto omogeneo, veloce, stabile e l’altrettanto veloce demolizione con mezzi meccanici (escavatore, martello demolitore). Nella parte superiore della protesi sarà realizzato un muretto di contenimento allo scopo di trattenere materiale di piccola dimensione che potrebbe cadere dal versante sovrastante. Non sono previste opere di contenimento ma un semplice cassero, avendo l’accortezza di realizzare il getto per strati di altezza limitata. Nella condizione definitiva è previsto un intervento di riambientalizzazione di tale copertura. Per garantire le lavorazioni in sicurezza, è previsto un intervento di stabilizzazione della parete rocciosa sovrastante mediante chiodi, funi e rete metallica a doppia torsione. L’intervento ha carattere definitivo ed è concepito per stabilizzare la coltre superficiale del versante sottoposta ad alterazione dovuta agli agenti atmosferici che potrebbe provocare l’insorgenza di crolli. Per la galleria a singolo binario il tratto sotto protesi si estende da pk 0+468 a pk 0+485 per una lunghezza pari a 17 m, mentre per il tratto di galleria a doppio binario si estende da pk 0+484 a pk 0+495,5 binario pari per una lunghezza pari a 11,5 m.



Figura 15.11 – Zona di imbocco lato Verona (fonte Google Maps)



**Figura 15.12 – Parete rocciosa imbocco lato Verona (fonte Google Maps)**

La soluzione prevista per la galleria a doppio binario è analoga a quella presente in corrispondenza dell'imbocco Sud della galleria stradale del Virgolo (SS12).

Per il singolo binario in uscita dal tratto sotto protesi è previsto un tratto di galleria artificiale per la quale non è previsto un ricoprimento nella sistemazione definitiva, in analogia con quanto previsto per l'imbocco lato Bolzano. Per entrambe le gallerie è previsto un portale in aggetto (“becco di flauto rovesciato”) (Figura 14.13)



**Figura 15.13 - Sistemazione finale imbocco lato Verona**

### 15.2.4 Opere per la sicurezza in galleria – Marciapiede di esodo

I requisiti di sicurezza previsti per la galleria Virgolo sono conformi alle disposizioni legislative emanate in campo europeo attraverso la Specifica Tecnica di Interoperabilità e le indicazioni del Manuale di Progettazione delle opere civili di RFI.

La nuova Galleria del Virgolo ha una lunghezza superiore a 500 m, pertanto è necessario prevedere marciapiedi di esodo a servizio dei tre binari (Meranese, Brennero pari e dispari). I marciapiedi a servizio della linea Meranese e del binario dispari della linea del Brennero sono posti all'esterno del tracciato, hanno larghezza minima non inferiore a 120 cm e sono dotati di corrimano posto a circa 1 m di altezza dal piano di calpestio del marciapiede. Il marciapiede di esodo a servizio del binario pari della linea del Brennero è realizzato tra il binario della Meranese e il binario pari della linea del Brennero: il marciapiede ha una larghezza non inferiore a 80 cm ed è in grado di accogliere l'ingombro minimo di 0,80\*2,25 m previsto dalle STI per l'esodo dei passeggeri. È previsto un corrimano lungo il camminamento a servizio del binario pari della Brennero, posto a circa 1 m di altezza dal piano di calpestio del marciapiede e sorretto da montanti progettati in modo da non interferire con il percorso di esodo. Le gallerie non sono dotate di nicchie di ricovero personale. Non sono inoltre necessarie nicchie per ospitare tecnologie ed impianti.

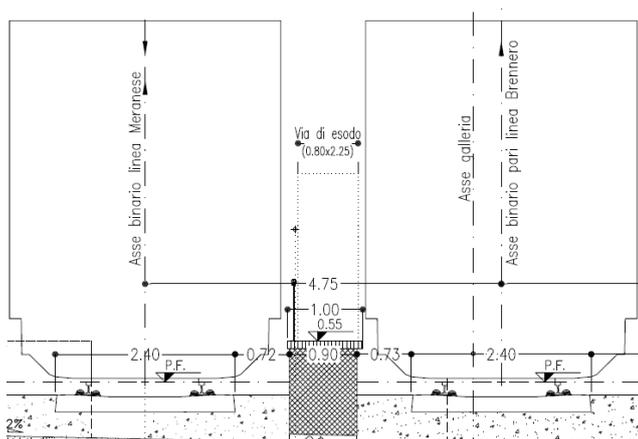


Figura 15.14 - Dettaglio marciapiede binario pari Brennero

### 15.2.5 Interventi di consolidamento cunicolo esistente

Il tracciato del cunicolo esplorativo si mantiene sempre all'interno del profilo di scavo della nuova Galleria del Virgolo. Tra la pk 0+602 e la pk 0+780 (binario dispari Brennero) il tracciato del cunicolo si colloca in prossimità del piedritto della galleria lato linea Meranese, mentre tra la pk 0+906 e la pk 0+936 (binario dispari Brennero) si sviluppa in prossimità del piedritto lato binario dispari Brennero. In queste tratte, in cui il cunicolo interferisce parzialmente con la sagoma di scavo della galleria, si prevede un intervento di consolidamento, realizzato dall'interno del cunicolo, con iniezioni di miscela cementizia a bassa pressione per mezzo di tubi in PVC valvolati. Obiettivo di tale intervento è riempire eventuali discontinuità aperte nell'intorno del cunicolo esplorativo, che potrebbero generare eccessivi sovrascavi. In considerazione degli spazi ridotti all'interno del cunicolo, le attività di consolidamento dovranno essere eseguite per campi di lunghezza pari a 30 m, in avanzamento con lo scavo della galleria, prevedendo dapprima il rivestimento delle superfici del cunicolo per mezzo di spritz beton fibrorinforzato con spessore pari a 10 cm.

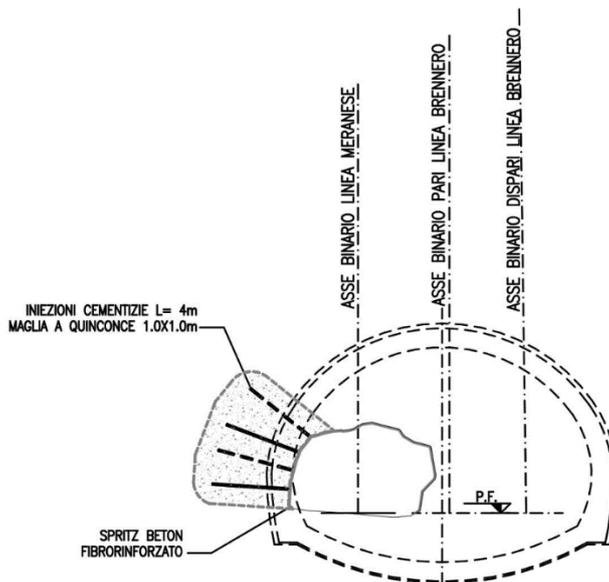


Figura 15.15 - Intervento di consolidamento cunicolo esplorativo

### 15.2.6 Macrofasì e sezioni di avanzamento

Lo scavo della galleria sarà eseguito da entrambi gli imbocchi. Dall'imbocco lato Bolzano lo scavo proseguirà verso Sud con lo scavo del tratto di galleria a tre binari. Dall'imbocco lato Verona, le attività prenderanno l'avvio dalla galleria a doppio binario, proseguendo con lo scavo della sezione n.3 del camerone di transizione. Lo scavo del tratto a singolo binario avverrà una volta ultimato lo scavo del tratto a doppio binario. Sulla base delle velocità di avanzamento previste, l'incontro tra i due fronti di scavo avverrà nel tratto di galleria a tre binari.

Per ogni dettaglio relativo alle fasi di scavo della galleria si veda l'elaborato di riferimento

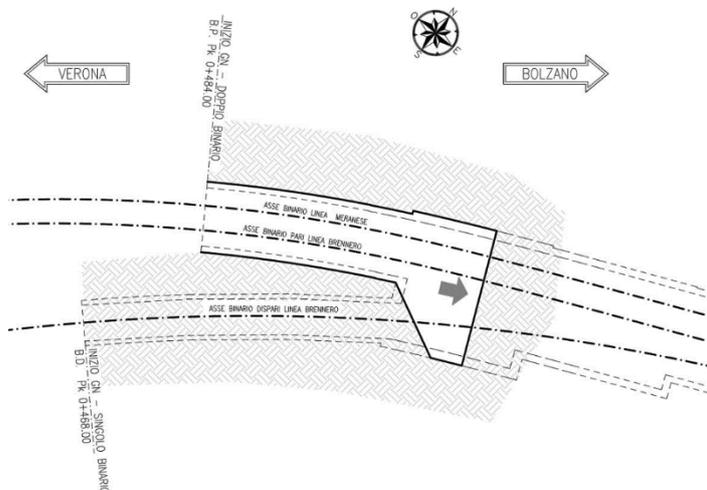
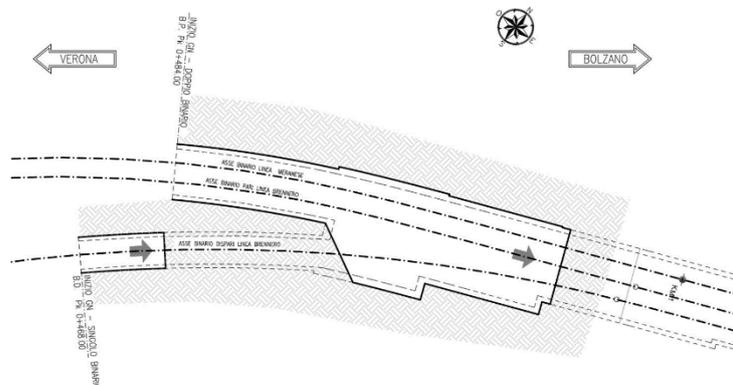
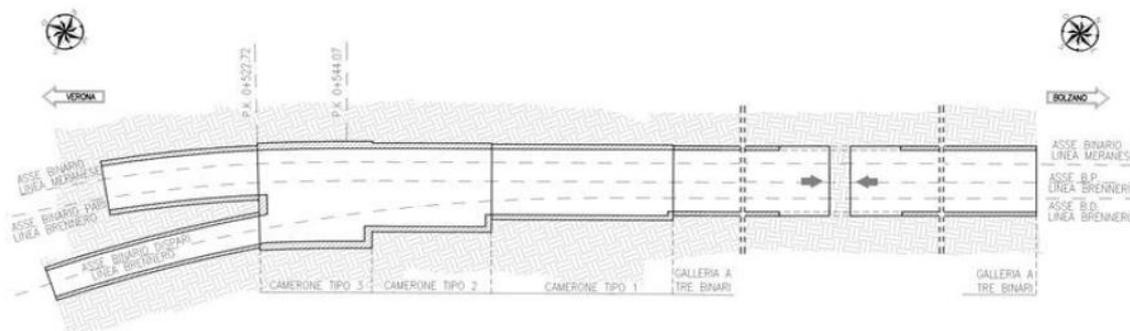


Figura 15.16 - Macofase 1



**Figura 15.17 - Macrofase 2**



**Figura 15.18 - Macrofase 3**

In generale, non si rendono necessari interventi preventivi di consolidamento; lo scavo avviene per sfondi successivi, con applicazione, dopo ogni sfondo, di un priverivestimento costituito da spritz-beton fibrorinforzato e bullonatura radiale eseguita in calotta con barre ad ancoraggio puntuale. Nelle zone in cui l'ammasso roccioso si presenta con grado di fratturazione elevato si farà ricorso ad un priverivestimento costituito da centine metalliche e spritz-beton fibrorinforzato. Nei tratti di galleria a singolo e doppio binario, a causa della ridotta distanza tra le due gallerie e alla significativa condizione di parietalità si prevede l'impiego sistematico di sezione con priverivestimento costituito da centine e spritz beton e, laddove l'ammasso si presenta con grado di fratturazione maggiore, si farà ricorso anche all'adozione di chiodi ad ancoraggio continuo.

Il getto delle murette, dell'arco rovescio e del rivestimento definitivo di calotta avverrà a una distanza dal fronte funzione del comportamento deformativo della cavità. È prevista la realizzazione di un'impermeabilizzazione al contorno della galleria, con telo in PVC protetto da uno strato di tessuto non tessuto. Le acque intercettate dall'impermeabilizzazione saranno smaltite da tubazioni drenanti, ubicate al piede del manto in PVC, collegate alla canaletta centrale.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle sezioni di avanzamento:

- Quattro sezioni (Sezione singolo binario, doppio binario, a tre binari e sezione camerone interasse 4-5) in cui viene eseguito uno scavo a sezione piena.
- Due sezioni (Sezione camerone interasse 5-8 e interasse 8-11,45) aventi area di scavo maggiore, che saranno realizzate parzializzando lo scavo con lo scavo dapprima della parte di calotta e successivamente della porzione di arco rovescio.
- Una sezione di raccordo (sezione di transizione tra sezione della galleria doppio binario e sezione camerone interasse 8-11,45), applicata per una lunghezza di 12m.

### 15.2.7 Interferenze lungo il tracciato

Il tracciato dell'opera in sotterraneo si sviluppa per un lungo tratto in condizioni di parietalità: la distanza estradosso galleria-versante varia da un minimo di pochi metri in prossimità degli imbocchi, ad un massimo di circa 70 m. Nel rilievo del Virgolo sono presenti altre due importanti infrastrutture sotterranee: la Strada Statale 12 e l'autostrada del Brennero A22. Il tracciato ferroviario si sviluppa quasi in affiancamento alla galleria della SS12, con una distanza minima tra le due opere di circa 30 m. La galleria dell'autostrada del Brennero A22, prossima al tracciato ferroviario nella zona dell'imbocco Sud, diverge rapidamente procedendo verso Nord: la distanza tra la futura galleria ferroviaria e le opere autostradali aumenta dai 30m circa a più di 100m. Lungo tutto lo sviluppo la galleria del Virgolo si mantiene ad una quota inferiore rispetto alla galleria autostradale. Il rilievo del Virgolo attraversato dalla linea ferroviaria è pressoché disabitato; sono presenti pochi edifici collegati al fondovalle dalla strada del Calvario che si inerpica sul versante e che conduce alla chiesa del Calvario. In prossimità dell'imbocco lato Bolzano è presente inoltre una funivia storica che partendo da via del Calvario raggiunge le chiese di San Virgilio e la chiesa del Santo Sepolcro.

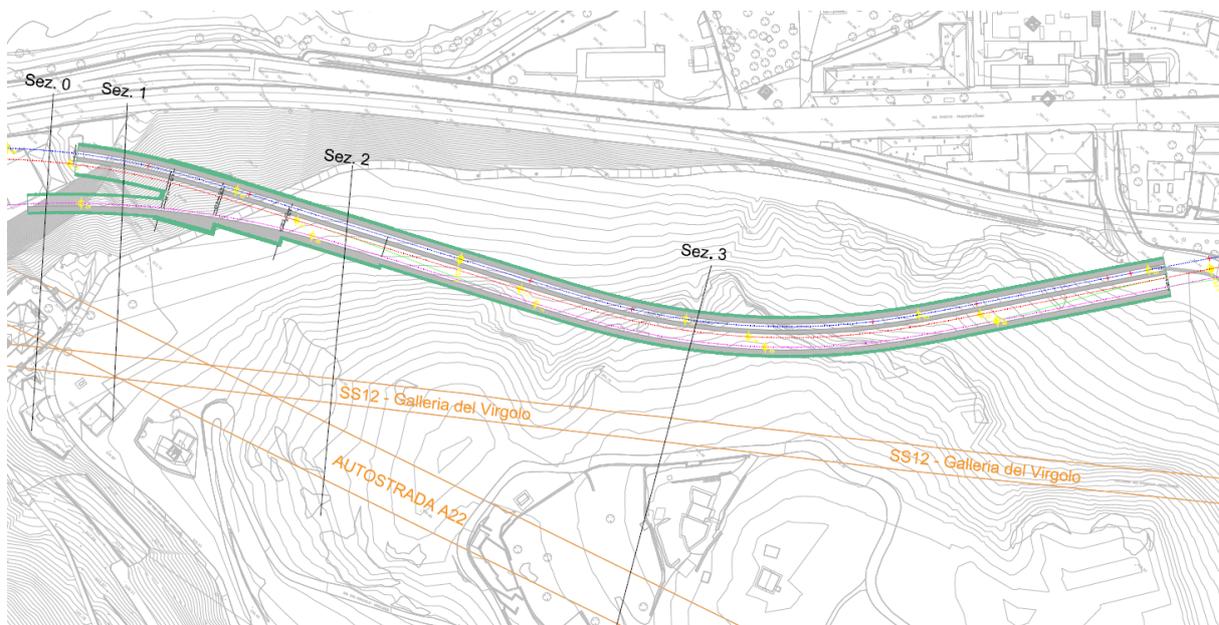


Figura 15.19 - Planimetria dell'opera in sotterraneo con sezioni

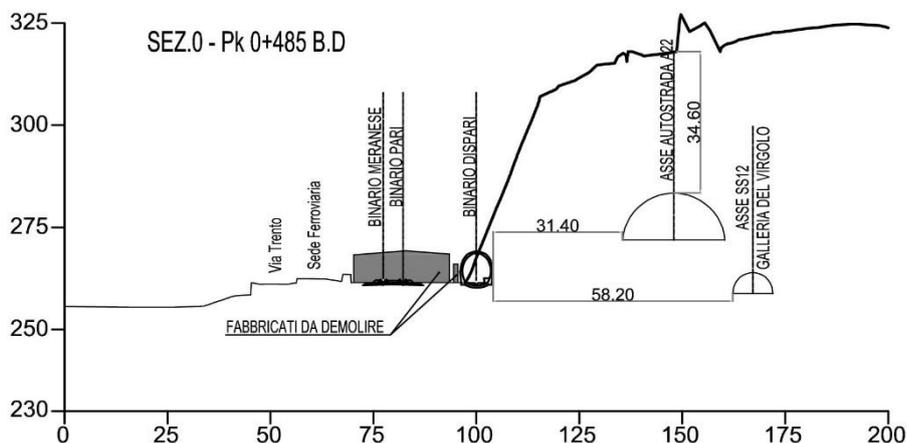


Figura 15.20 – Sezione 0

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### 15.3 RISCHI POTENZIALI

Sono di seguito descritte le principali criticità, legate al contesto geologico, idrogeologico, geotecnico e ambientale, che potrebbero avere ripercussioni sulla fase realizzativa della galleria, e le conseguenti azione di mitigazione previste in progetto. La mappatura dei diversi rischi è illustrata nell'elaborato "NB1D01D07F6GN0100001".

#### 15.3.1 Instabilità locali del cavo

Tale rischio è da considerarsi maggiore nella zona in cui il cunicolo esplorativo è stato interessato da rilasci in calotta (circa da progressiva km 0+845,00 a progressiva km 0+920). Nei restanti tratti di galleria, presentando l'ammasso famiglie di giunti subverticali e fratture sub-orizzontali con direzione variabile, è comunque possibile il manifestarsi di instabilità locali del cavo. L'applicazione di sezioni provviste di interventi di stabilizzazione al contorno del cavo (bulloni, spritz beton e centine) da eseguirsi dopo ogni sfondo permette di gestire tale rischio.

#### 15.3.2 Instabilità del versante

E' previsto, come intervento propedeutico allo scavo della galleria, la realizzazione dell'intervento di stabilizzazione del versante Nord-Ovest del colle del Virgolo al fine di mitigare il rischio di caduta massi. Tale intervento è costituito da:

- rafforzamenti corticali (rete a doppia torsione, funi e chiodi) riguardanti le pareti rocciose adiacenti alla ferrovia nella parte bassa del versante;
- barriere paramassi;
- interventi locali di consolidamento sulle pareti sommitali costituiti da pannelli in fune e chiodature.

Allo stesso modo, anche per le zone di imbocco è previsto un intervento di stabilizzazione costituito da rafforzamenti corticali (rete a doppia torsione, funi e chiodi). A maggior cautela, le metodologie di scavo sono state comunque definite con l'obiettivo di limitare al massimo le vibrazioni prodotte al contorno della galleria attraverso accorgimenti quali ad esempio: sfondi di lunghezza limitata, parzializzazione dello scavo per le sezioni di dimensioni maggiori, impiego di micro-ritardi.

#### 15.3.3 Interferenze

Interferenze con le strutture preesistenti (gallerie stradali) saranno gestite attraverso l'adozione di avanzamenti a basso impatto vibrazionale così come riportato al punto precedente. Sono previste procedure di controllo restrittive, basate sul monitoraggio vibrometrico, per la fase di scavo, al fine di garantire il rispetto dei valori soglia della velocità di vibrazione.

### 15.4 FASE DI VERIFICA E MESSA A PUNTO DEL PROGETTO

#### 15.4.1 Scavo tradizionale

In corso d'opera, i rilievi del fronte e i dati di monitoraggio della risposta deformativa del fronte e del cavo, correlati alle fasi di avanzamento, sono confrontati con le previsioni progettuali (i valori attesi) per consentire la verifica e la messa a punto del progetto con i criteri di seguito descritti:



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	103 di 148

- Le condizioni geologiche e geotecniche rilevabili al fronte corrispondono con lo scenario prevalente (GSI>50) previsto in progetto e la risposta deformativa rientra nel campo dei valori attesi: la previsione progettuale è confermata, si procede con la sezione tipo prevalente prevista per la tratta.
- Le condizioni geologiche e geotecniche rilevabili al fronte corrispondono con lo scenario eventuale (GSI<50) previsto in progetto e la risposta deformativa rientra nel campo dei valori attesi: si procede con la sezione eventuale prevista per la tratta.
- La variabilità delle sezioni prevalenti ed eventuali consiste in: diminuzione/aumento dell'interasse delle centine ( $\pm 20\%$  del passo medio), diminuzione/aumento del numero di bulloni ( $\pm 20\%$  del numero medio); tale variabilità sarà regolata in funzione del valore del GSI all'interno dei campi: GSI > 50 e GSI<50.

#### 15.4.2 Monitoraggio in corso d'opera

Nella fase realizzativa dovrà essere posto in opera un adeguato programma di monitoraggio, volto a verificare le previsioni progettuali ed affinare le soluzioni tecniche nell'ambito della variabilità indicate in progetto. Con riferimento quindi alla realizzazione degli imbocchi, in sintesi il programma di monitoraggio dovrà prevedere: monitoraggio degli spostamenti di punti di controllo.

Con riferimento alla realizzazione della galleria naturale il programma di monitoraggio dovrà prevedere:

- il rilievo analitico e speditivo del fronte di scavo; con particolare riferimento alle caratteristiche delle discontinuità a al grado di fratturazione dell'ammasso;
- il controllo della convergenza del cavo, mediante installazione di stazioni di convergenza con mire ottiche;
- il monitoraggio dello stato tensionale nel rivestimento di prima fase mediante celle di carico, celle di pressione e strain-gauges;
- il monitoraggio dello stato tensionale nel rivestimento definitivo mediante barrette estensimetriche;
- monitoraggio delle vibrazioni indotte al contorno con lo scopo di misurare le vibrazioni lungo il versante e nelle gallerie esistenti con lo scopo di valutare la sicurezza dell'esercizio stradale.

#### 15.4.3 Verifica di resistenza al fuoco

Le valutazioni circa il comportamento alle alte temperature, in termini di resistenza al fuoco, delle strutture portanti/rivestimenti definitivi della Galleria in oggetto vengono condotte nell'ipotesi in cui sia valido, anche per le gallerie di lunghezza inferiore ai 2000 m, quanto richiesto dal D.M. 2005 (Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 Ottobre 2005 "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie").

La risposta delle tipologie strutturali indagate viene valutata sia ipotizzando l'integrità delle sezioni strutturali per tutta la durata di resistenza al fuoco richiesta, sia tenendo conto del verificarsi di fenomeni di "spalling" in ragione dell'impossibilità di poterli escludere a priori.

Pertanto, nell'arco di 120 minuti di esposizione al cimento termico fornito dalla curva temperatura/tempo "Tunnel" da UNI11076/2003 vengono considerate le seguenti due condizioni di verifica:

- In assenza di fenomeni di "spalling";
- In presenza di fenomeni di "spalling".

Riferendo l'esito alla condizione risultata peggiore.

Con riferimento alle configurazioni progettuali ed ai relativi dati di progetto "a freddo", utilizzando le ipotesi ed i criteri di calcolo è emerso che l'iperstaticità (requisito inderogabile) delle tipologie strutturali adottate ha



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	104 di 148

portato, in tutti i casi, al soddisfacimento del requisito di resistenza al fuoco sia per le sezioni correnti di galleria naturale che di galleria artificiale, della Galleria del Virgolo.

Ulteriori approfondimenti sono disponibili al documento "NB1D01D09RHOC0000001".

## 16 PONTE ESISTENTE SUL FIUME ISARCO

In corrispondenza dell'esistente ponte sul Fiume Isarco, l'assetto dei binari subisce delle modifiche rispetto alla configurazione attuale.

In particolare, sono previsti spostamenti planimetrici dell'ordine di pochi centimetri, innalzamenti della livelletta variabili con un massimo di 15 cm e il cambio di destinazione d'uso del tronchino in binario di linea.

Le modifiche alla configurazione dei binari sopra esposte hanno reso necessaria una verifica dell'opera esistente limitatamente al confronto tra i carichi di progetto e i carichi relativi alla nuova configurazione.

Relativamente agli scostamenti planimetrici, data l'esiguità degli stessi e data la geometria dell'impalcato esistente, si ritiene che essi producano modifiche trascurabili rispetto all'attuale ripartizione dei carichi accidentali e pertanto non verranno ulteriormente indagati.

Si sono valutati gli effetti, a livello di carichi permanenti ed accidentali agenti, relativi alla modifica di destinazione d'uso del tronchino e all'innalzamento della livelletta, simulando quest'ultimo, a vantaggio della sicurezza, con un incremento di ballast di 20 cm costante su tutto lo sviluppo dell'opera.

Tutte le analisi/valutazioni condotte per l'opera in oggetto sono state effettuate, per le finalità anzidette, nell'ipotesi di piena efficienza statica e dinamica della stessa al transito dei convogli ferroviari nei riguardi della configurazione di esercizio ferroviario attuale consentita da RFI – Rete Ferroviaria Italiana. Il dettaglio dell'analisi condotta è disponibile al documento "NB1D01D09RHVI0000001".

Il progetto del 1952 prevede un ponte ferroviario a 6 campata da 14,75 m, costituito da 3 impalcati gemelli separati a singolo binario con un giunto centrale. Il ponte ha una larghezza pari a 5 m circa.

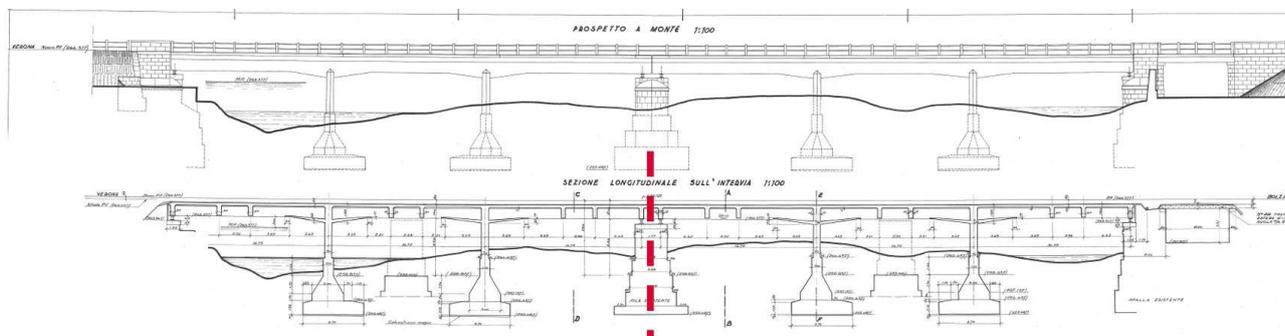


Figura 16.1 - Prospetto e sezioni

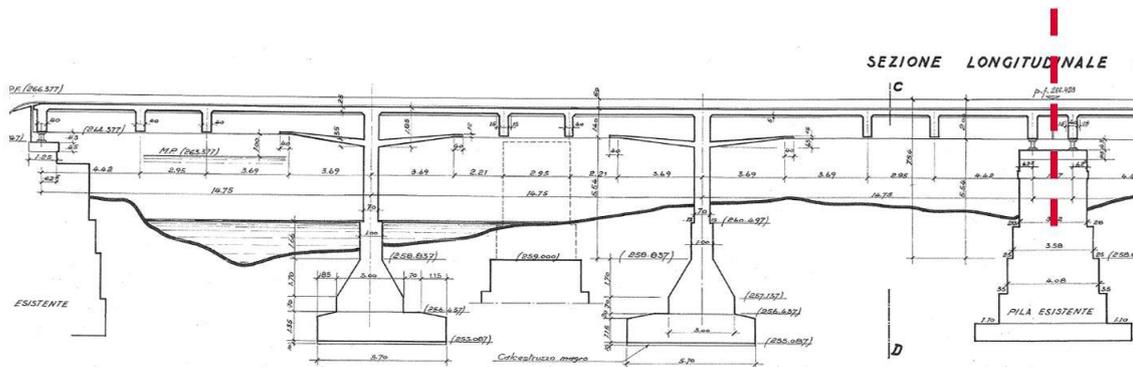
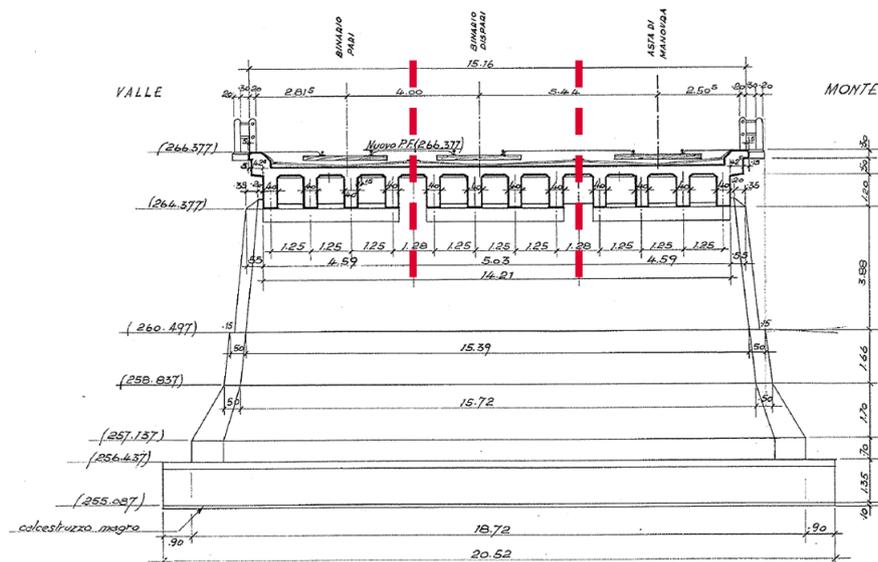


Figura 16.2 - Dettaglio sezione longitudinale



**Figura 16.3 - Sezione trasversale**

A seguito di un'attenta ricostruzione dei carichi considerati nel Progetto Esecutivo dell'epoca (Permanenti, Mobili Dinamizzati, Forze di Frenatura, Azione Termica), mediante la ricostruzione del modello di calcolo FEM si è verificata la rispondenza delle sollecitazioni espresse dal PE; il confronto evidenzia un'ottima corrispondenza.

Una volta appurata la bontà dei carichi applicati, e l'entità delle sollecitazioni ottenute nel PE dell'epoca con le formule della Scienza delle Costruzioni, si è verificata, con esito positivo, la corrispondenza tra le armature considerate nei calcoli e quelle effettivamente inserite nei disegni contabili.

Si sono quindi applicati i carichi della configurazione futura:

- incremento di 20cm del ballast;
- treno D4 a 80 km/h.

Nel PE dell'epoca è stato considerato il treno di carico tipo A e, nonostante il coefficiente dinamico per il D4 sia maggiore, il carico finale risulta comunque inferiore. Questo è dovuto al fatto che gli equivalenti di partenza del treno tipo A sono notevolmente maggiori, visto il maggior peso delle. L'incremento del permanente portato, applicato in favore di sicurezza pari a 20cm costante su tutta la larghezza, viene sempre compensato dal decremento del carico mobile, ottenendo in ogni caso un saldo positivo, ovvero il carico della configurazione variata è sempre inferiore a quello di progetto.

A valle delle analisi e delle considerazioni svolte, si può affermare che:

- La progettazione del Progetto Esecutivo dell'epoca è corretta, in quanto confermata con analisi comparative
- I carichi della configurazione futura sono inferiori a quelli del Progetto Esecutivo
- Essendo la struttura di impalcato a sostegno dell'attuale tronchino identica a quelle oggetto di verifica a sostegno dei due attuali binari di esercizio, è possibile prevedere l'utilizzo del tronchino come terzo binario di esercizio

Pertanto, nell'ipotesi relativa allo stato di conservazione dell'opera riportata precedentemente, è possibile affermare che le modifiche previste all'assetto dei binari sono compatibili con le caratteristiche statiche dell'opera esistente.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 17 ATTREZZAGGIO E IMPIANTI TECNOLOGICI

### 17.1 ARMAMENTO

La sezione di armamento adottata è quella tipologica che prevede l'impiego di armamento tradizionale su ballast con l'utilizzo di rotaie del tipo 60E1, scartamento fissato a 1435mm in rettilineo e nelle curve con raggio  $R \geq 275m$  e le traverse completamente ammorsate nella massicciata formata con pietrisco di specifica natura e pezzatura. Poiché è previsto l'esclusivo impiego di componenti elementari a catalogo FS, non si prospettano esigenze di omologazione di materiali innovativi.

#### **CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI MATERIALI ARMAMENTO**

##### Rotaie

Le rotaie sono del profilo 60E1, con massa lineica 60,21 Kg/m, in acciaio di qualità R260. Le rotaie sono fornite in barre di lunghezza pari a 108 m e vengono saldate in opera fra loro a formare la lunga rotaia saldata (LRS) mediante saldatura elettrica a scintillio.

##### Traverse in c.a.p. ed attacchi

È previsto l'impiego sui binari di corsa e di circolazione, in rettilineo e nelle curve di raggio non inferiore a 275 m, di traverse in cemento armato precompresso monoblocco tipo RFI-240 di lunghezza 2,40 m di massa non inferiore a 300Kg da posare a modulo 60 cm (6/10), complete di organi d'attacco di 1° e 2° livello omologati da RFI.

##### Massicciata

Lungo i binari di corsa e di piazzale lo spessore minimo di pietrisco sotto il piano di appoggio delle traverse in corrispondenza della rotaia più bassa è pari a 0,35m. Il pietrisco da impiegare, per la formazione regolamentare della massicciata, dovrà essere di 1^ categoria.

##### Scambi

Sia nella realizzazione di deviate semplici che di comunicazioni fra i binari di circolazione del piazzale, è previsto l'impiego di scambi del tipo 60UNI configurati secondo i piani di posa.

Si prevede la posa in opera delle seguenti tipologie di scambi:

1. S60/1200/0,040
2. S60/400/0,074
3. S60/400/0,094
4. S60/250/0,12
5. S60/170/0,12
6. SI60/170/0,12dp

Nella zona del piazzale sono presenti alcune interferenze tra i piani di posa degli scambi di progetto e tra gli scambi di progetto e quelli esistenti. Per la gestione di tali interferenze in coerenza a quanto indicato nel Manuale di Progettazione RFI è previsto l'impiego di traversoni in legno per gli apparecchi del binario per i seguenti scambi:

- S60U/400/0.094sx e S60U/170/0.12dx entrambi di progetto
- S60U/170/0.12dx – S60U/170/0.12dx e SI46/170/0.12dp il primo due di progetto il terzo esistente

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

- S60U/250/0.12dx – S60U//170/0.12dx entrambi di progetto
- S60U/400/0.094dx interferenze con la curva di transizione, scambio di progetto
- S60U/170/0.12sx – S60U/170/0.12sx entrambi di progetto

### Paraurti

In conformità alle specifiche tecniche vengono installati paraurti ad assorbimento di energia in corrispondenza dei binari tronchi.

Nello specifico si prevede:

- La posa in opera di paraurti di tipo 1 atti ad arrestare convogli di massa massima di 650t con velocità di 15 km/h in uno spazio massimo di 10 m alle testate dei binari tronchi adibiti alla circolazione dei treni viaggiatori;
- La posa in opera di paraurti di tipo 2 atti ad arrestare convogli di massa massima di 500t con velocità di 10 km/h in uno spazio massimo di 5 m alle testate dei binari tronchi adibiti alle manovre.

### Materassino Antivibrante

A valle dello studio vibrazionale effettuato è emerso che nel tratto di linea compreso tra il km 1+000 e il km 1+100 in corrispondenza del ricettore residenziale 2031, si riscontrano valori di accelerazione equivalente che superano i limiti imposti dalla UNI 9614:1990 sia nei periodi diurni che notturni.

Tale superamento va dai 4dB in fascia diurna ai 6dB in fascia notturna e, poiché risulta contenuto, si è deciso di prevedere la posa in opera di un materassino antivibrante sotto il ballast in modo da rientrare nei limiti previsti dalla normativa.

## **17.2 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA**

### **17.2.1 Linea di contatto**

Le lavorazioni riguarderanno gli interventi da realizzare agli impianti TE in conseguenza all'intervento del Piano del Ferro della stazione di Bolzano, per la realizzazione della nuova galleria del Virgolo a tre binari e spostamento del Bivio della linea Meranese. Le attività per la realizzazione dell'elettrificazione sono:

- Realizzazione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali, per gli ormeggi dei tiranti a terra, da eseguirsi (ove previsto) contestualmente alla piattaforma ferroviaria;
- Realizzazione delle opere per il sostegno delle strutture TE nella nuova galleria del Virgolo;
- Fornitura e posa in opera dei sostegni (Pali LSU, Supporti penduli per la galleria, isolatori e accessori di R.A., nonché dei cartelli monitori);
- Fornitura e posa in opera dei sezionatori, completi di argani di manovra, necessari a realizzare lo schema di alimentazione TE;
- Fornitura e posa in opera delle condutture di contatto, complete di pendini conduttori, collegamenti equipotenziali e morsetteria;
- Fornitura e posa in opera delle condutture di alimentazione, aeree ed in cavo, complete di conduttori, collegamenti e morsetteria;
- Realizzazione degli ormeggi (fissi e regolati), completi in tutte le loro parti;
- Realizzazione dei circuiti di terra e protezione TE, completi in tutte le loro parti e allaccio al circuito di terra e protezione esistente;
- Realizzazione del circuito di ritorno TE.



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	109 di 148

Opportuno Dettaglio delle caratteristiche tecniche dell'impianto è disponibile al documento "NB1D01D18RGLC0000001" e riguarda:

- Sostegni, fondazioni e sospensioni;
- Condutture di Contatto;
- Quota del piano teorico di contatto;
- Sostegni allo scoperto in piena linea e in stazione;
- Sostegni in Galleria;
- Sospensioni;
- Blocchi di fondazione;
- Fissaggio dei supporti penduli alla galleria;
- Aggrappamenti alle opere murarie;
- Posti di regolazione automatica e di Sezionamento;
- Punto fisso;
- Circuito di Terra e di Protezione TE;
- Alimentazione;
- Segnaletica TE;
- Telecomando.

I pali di sostegno saranno a traliccio del tipo LSU, flangiati alla base e fissati ai plinti di fondazione monolitici con l'impiego di opportuni tirafondi. Per garantire l'isolamento dei pali TE, fra la piastra di base e i tirafondi dovranno essere interposte boccole distanziali e rondelle isolanti.

La distanza dei sostegni dalla rotaia più vicina è prevista normalmente di m 2,25 con un minimo di m 1,75 per condizioni particolari.

L'impianto di elettrificazione dovrà essere costituito da LdC del tipo "a catenaria", con sospensione longitudinale; di seguito sono elencate le caratteristiche principali:

- LdC su binari di piena linea e di corsa di stazione allo scoperto e in galleria (nuovi ed esistenti): Conduttura di sezione complessiva pari a 440 mm<sup>2</sup> in rame, ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125daN e due fili sagomati da 100 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000daN;
- LdC su binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra binario di corsa e tra binario di corsa e binario di precedenza (nuovi ed esistenti): Conduttura di sezione complessiva pari a 220 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di una corda portante da 120 mm<sup>2</sup>, tesata al tiro di 819daN (a 15°C) e un filo sagomato da 100 mm<sup>2</sup>, regolato e tesato al tiro di 750daN;

In corrispondenza delle sospensioni, la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota del piano del ferro dovrà essere ovunque di 5,20 m così come previsto dalla tipologia di P.M.O. (n.5 - Gabarit C).

Gli eventuali raccordi tra quote del piano teorico di contatto diverse dovranno essere realizzati nel rispetto della pendenza massima ammissibile pari ad un millesimo (1/1000) della campata considerata.

I sostegni a palo in piena linea dovranno essere posizionati secondo le seguenti modalità:

- Linee a doppio binario: esternamente ai binari;
- Linee a semplice binario: sul lato a sinistra di chi percorre la linea nel senso legale di marcia dei treni.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

In galleria, dovranno essere utilizzati:

- sostegni alla volta della galleria del tipo a supporto pendulo con mensola per sospensione in tubolare d'acciaio;
- Sostegni del tipo a supporto pendulo installati su travi tralicciate (del tipo di sospensione o di ormeggio).

Dovrà essere realizzato un apposito circuito di protezione e messa a terra dei supporti penduli come definito dallo schema tipologico di principio E70422.

Le sospensioni saranno di tipo tradizionale con isolamento in composito, fissate a mensole orizzontali tubolari in acciaio ubicate su sostegni tipo LSU flangiati sia in stazione che in piena linea, nonché su paline a penduli tralicciati situati nelle porzioni di galleria aventi sezione di intradosso che ne permettono l'impiego. La prima sospensione in galleria deve essere posizionata tra 2,5 m e 4 m dall'inizio della galleria compatibilmente con il profilo della stessa.

I blocchi di fondazione per sostegni TE (pali di tipo "LSU" e portali di ormeggio) devono essere costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ( $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ ), con requisiti secondo norma UNI 9858/91.

La tesatura automatica dei fili di contatto e delle corde portanti dovrà essere realizzata ogni 1400m circa, ormeggiando le estremità dei conduttori, opportunamente isolate, alle colonne dei contrappesi che attraverso adeguati cinematismi applicano un tiro costante ai conduttori. I posti di sezionamento e di RA si svilupperanno in genere su tre campate.

Il punto fisso per LdC 440 mm<sup>2</sup> con mensola orizzontale in acciaio dovrà essere realizzato sempre al centro di ogni tratta di contrappesatura secondo quanto indicato nell'elaborato di RFI.

Il circuito di terra e di protezione dovrà essere realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nel rispetto di quanto previsto di seguito per i vari impianti ed impieghi.

Il circuito di terra e protezione di piena linea dovrà essere realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in conduttore TACSR nudo di sezione 170 mm<sup>2</sup> opportunamente sezionato ogni 3000 m circa, mediante impiego di isolatori ad anello tipo "I624".

Ciascun nuovo sostegno deve essere collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia. Le estremità del tratto di circuito di terra dovranno essere collegate al binario o alle connessioni induttive (in funzione del tipo di circuito di ritorno presente) tramite un limitatore di tensione per circuito di protezione TE (laddove presente a progetto).

Il collegamento pari/dispari centrale e quelli alle estremità dovranno essere effettuati tramite due corde di rame del diametro di 14 mm (19x2,8) sostenute dai sostegni TE o da sostegni appositi (laddove presente a progetto). In tal modo si realizza un circuito chiuso collegato alle estremità, tramite limitatore di tensione per circuito di protezione TE, al circuito di ritorno alternativamente disposto sul binario pari e sul binario dispari. Il progetto non prevede interventi nella SSE di Bolzano ma solo una diversa destinazione degli alimentatori 3kVcc della stessa.

La segnaletica TE dovrà essere realizzata in base alla Linea Guida "RFI.DMA.LG.IFS.8.B" Ed. 09/2008, la quale fornisce indicazioni sulle prescrizioni costruttive, sui criteri di utilizzazione e di installazione della segnaletica di individuazione e di sicurezza.

Gli impianti di trazione elettrica delle tratte in oggetto saranno gestiti in telecomando, con protocollo di comunicazione IEC60870-5-101 o IEC60870-5-104, dal Posto Centrale DOTE di competenza, in corrispondenza del quale dovrà essere implementata la nuova configurazione prevista a PRG.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 17.2.2 Descrizione delle macrofasi di intervento

Legati alle Fasi di Realizzazione impostati, gli interventi sugli impianti TE sono così suddivisi:

### Macrofase 1

- realizzazione delle nuove strutture TE e relative fondazioni, necessarie a liberare la sede per la posa del nuovo armamento in assetto definitivo della radice sud;
- realizzazione delle nuove strutture TE e relative fondazioni, necessarie a liberare la sede per la posa del nuovo armamento in assetto provvisorio della radice nord;
- demolizione delle strutture TE interferenti con le opere di armamento da realizzare;
- adeguamento e/o ritesatura della linea di contatto a seguito delle modifiche al PRG di Bolzano;

### Macrofase 2

- realizzazione degli impianti TE nella galleria del Virgolo del nuovo binario dispari della linea Brennero;
- realizzazione degli impianti TE per l'allaccio e attivazione a nord e a sud della galleria del Virgolo e del nuovo binario dispari della linea Brennero;
- demolizione delle strutture TE e della linea di contatto esistenti a servizio dell'attuale binario dispari della linea storica del Brennero del tratto all'aperto (sostituita dalla galleria del Virgolo);
- ricucitura del circuito di terra e protezione relativo alla realizzazione del nuovo impianto di LdC;

### Macrofase 3

- realizzazione degli impianti TE nella galleria del Virgolo del nuovo binario pari della linea Brennero;
- realizzazione degli impianti TE per l'allaccio e attivazione a nord e a sud della galleria del Virgolo e del nuovo binario pari della linea Brennero;
- elettrificazione nuovi comunicazioni pari/dispari della linea Brennero all'interno della galleria Virgolo;
- demolizione delle strutture TE e della linea di contatto esistente a servizio dell'attuale binario pari della linea storica Brennero del tratto all'aperto (sostituita dalla galleria del Virgolo);
- ricucitura del circuito di terra e protezione relativo alla realizzazione del nuovo impianto di LdC;

### Macrofase 4

- realizzazione delle nuove strutture TE e relative fondazioni e l'adeguamento della linea di contatto per la configurazione definitiva della linea Merano e la sistemazione in posizione definitiva della radice sud dei binari I tronco e I;
- elettrificazione delle comunicazioni fra la linea Meranese e la linea del Brennero;
- elettrificazione del nuovo gruppo scambi a sud;
- rimozione delle condutture a servizio del gruppo scambi a sud da dismettere;
- predisposizione delle nuove strutture TE e relative fondazioni per il ripristino dell'accesso al deposito STA dal binario della Meranese;
- ricucitura del circuito di terra e protezione relativo alla realizzazione del nuovo impianto di LdC;
- adeguamento delle colorazioni delle zone elettriche.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### 17.3 IMPIANTI DI LUCE FORZA MOTRICE

Gli impianti di illuminazione e forza motrice con telegestione a servizio del nuovo Tunnel del Virgolo verranno realizzati in conformità agli attuali standard normativi. In particolare, si prevedono i seguenti interventi:

- Nuova cabina per consegna MT Ente distributore e trasformazione MT/BT;
- Fabbricato Tecnologico GA1;
- Interventi di piazzale c/o fabbricato GA1;
- Interventi di Sicurezza in Galleria.

#### 17.3.1 Cabina di consegna MT Ente distributore e Trasformazione MT/BT

Per soddisfare le esigenze di alimentazione relative al nuovo impianto GA1, all'impianto RED, all'impiantistica civile dei fabbricati e agli impianti di sicurezza galleria, è prevista la realizzazione di una cabina di consegna in Media Tensione alimentata da ente distributore alla tensione di 15kV.

Si prevede l'installazione di un prefabbricato delle dimensioni esterne in pianta di 6.1 x 7.8 m, conforme alle prescrizioni ENEL DG 2092 ed.03. Si tratta di un fabbricato, ubicato in modo tale da avere libero accesso al locale Ente dalla via pubblica, avente la funzione di permettere la consegna di energia elettrica in MT da parte del Distributore pubblico. All'interno della cabina sarà presente un impianto di ventilazione forzata di estrazione del calore, un sistema rilevazione incendi e controllo accessi.

#### 17.3.2 Fabbricato tecnologico GA1

A fronte dell'aumento della distanza tra l'ipotetica posizione del fabbricato PP/ACC e i nuovi deviatori del Bivio Meranese (oltre 1100 metri più a Sud rispetto all'attuale bivio) e dell'aumento del numero di enti gestiti (doppio segnalamento interno/esterno), alla chilometrica 0+315 della linea Meranese il presente progetto prevede la realizzazione di un nuovo Gestore di Area (GA1) collegato al PP/ACC per la gestione degli enti più distanti (deviatori, segnali, cdb e posti di stabilizzazione).. L'impianto LFM civile del fabbricato sarà costituito dalle seguenti principali dotazioni:

- quadro generale di bassa tensione QGBT 2;
- quadri elettrici secondari;
- impianti di illuminazione e F.M. del fabbricato;

#### 17.3.3 Interventi di Piazzale c/o fabbricato GA1

- Impianto di Riscaldamento Elettrico Deviatori (RED):

Ciascuna linea di piazzale alimenta un numero massimo di n.1 Armadi di Piazzale; tali linee sono costituite da cavi tipo FG16(O)M16 0,6/1 kV, posati in polifora o in apposita gola di cunicolo affiorante dedicata ai cavi di energia.

- Impianto di illuminazione Ponte Scambi:
- L'impianto di illuminazione Ponte Scambi interessa i nuovi deviatori centralizzati dotati di cassa di manovra elettrica predisposta al telecomando (complessivamente n.12 casse di manovra).

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### 17.3.4 Impianto sicurezza in galleria

Il Tunnel del Virgolo presenta una lunghezza complessiva di poco superiore a 500 m e quindi soggetto all'applicazione della specifica tecnica di costruzione "Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie lunghe tra i 500 e 1000 m". L'impianto sarà progettato e realizzato in maniera tale da consentire, in caso di emergenza, l'illuminazione delle vie di esodo della galleria garantendo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad 1 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo sul piano di calpestio, in modo tale da consentire, in caso di emergenza, l'illuminazione della via di esodo della galleria. L'illuminazione del marciapiede centrale (assolta da corrimano luminoso) dovrà avere caratteristiche tali da essere controllato analogicamente alle lampade sulle pareti delle gallerie.

L'impianto dovrà essere essenzialmente costituito da:

- Due quadri di piazzale QpP, posti all'imbocco della galleria;
- Tre dorsali di alimentazione (due dorsali: per la linea meranese e linea pari Brennero; una dorsale per la linea dispari del Brennero)
- Dispositivi periferici (cassette, lampade di riferimento, lampade di illuminazione, pulsanti, piastre di supporto)

Le lampade di illuminazione delle vie di esodo, normalmente spente, saranno accese solo a seguito della pressione di uno dei pulsanti di emergenza dislocati lungo la galleria, da pulsante di accensione su Quadri di Piazzale e/o comando di accensione remoto. Lo spegnimento sarà gestito con un relè temporizzato regolabile. Le operazioni di comando e controllo del QdP saranno remotizzate. Le operazioni di comando e controllo del QdP saranno remotizzate.

I pulsanti di emergenza saranno sempre attivi e muniti di LED blu laterali ad alta visibilità sempre accesi e controllati in real-time nel loro corretto funzionamento. Le lampade di riferimento saranno sempre accese e controllate in real-time nel loro corretto funzionamento.

Il controllo e la gestione del pulsante, delle lampade LED del pulsante stesso e delle lampade di riferimento saranno effettuati in maniera puntuale da dispositivi periferici che comunicheranno, con tecnologia ad onde convogliate, lo stato di detti enti ad apposito/i dispositivo/i alloggiato/i nella centralina di comando e controllo. Il controllo dell'efficienza delle lampade di illuminazione delle vie di esodo (normalmente spente) sarà invece effettuato con controllo cumulativo (di gruppo) di tipo wattmetrico.

Il Quadro di Piazzale (QdP) posto all'imbocco della galleria alimenterà e controllerà le seguenti apparecchiature poste all'interno della galleria:

- Pulsanti di emergenza con doppio LED laterale ad alta visibilità posti ogni 80 m circa;
- Lampade di riferimento a LED 4-6 W poste ogni 250 m circa (sempre accese);
- Lampade di illuminazione delle vie di esodo a LED 4-6 W poste ogni 15 m circa (normalmente spente).

Con tali apparecchiature per una galleria da 500 m con tre binari e un marciapiede centrale la potenza massima installata risulta essere pari a circa 600W.

I Quadri di Piazzale saranno installati all'imbocco della galleria su idoneo basamento in calcestruzzo sul quale dovrà essere fissato il telaio di ancoraggio a corredo dell'armadio stesso; nel medesimo basamento dovranno essere realizzati due cunicoli per l'arrivo/partenza cavi. L'alimentazione dei quadri di piazzale sarà derivata dalla sezione essenziale del SIAP trattandosi di illuminazione di sicurezza.

Per il marciapiede centrale, data la criticità di spazi, si prevede l'installazione di corpi illuminanti installati sotto il corrimano ovvero integrati nel corrimano stesso.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

## 17.4 SISTEMA DI SEGNALAMENTO

Gli impianti e sistemi in esercizio sulla linea ipotizzato all'atto della consegna dei lavori dell'intervento tecnologico in oggetto potrebbe non essere coincidente con lo stato degli impianti in esercizio all'atto della redazione del presente progetto.

Lo stato inerziale è pertanto tragguardato ad una situazione di esercizio conseguente ad una serie di interventi in corso o in previsione di realizzazione sulla Linea Storica, che saranno completati a cura di RFI o altri soggetti, precedentemente all'intervento oggetto della presente progettazione.

Opportuno Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento "NB1D01D58ROIS0000001" ed ai rispettivi elaborati grafici.

### 17.4.1 Interventi previsti agli impianti di segnalamento

Partendo dallo stato inerziale che si prevede in esercizio all'inizio dei lavori del presente progetto, si prevedono sinteticamente i seguenti interventi agli impianti di segnalamento:

- Riconfigurazione dell'ACCM Verona-Brennero in esercizio;
- Riconfigurazione del PP/ACC di Bolzano in esercizio;
- Rimodulazione del Distanziamento Treni della tratta BAcf eRSC Bronzolo-Bolzano;
- Adeguamento dell'attrezzaggio SCMT in esercizio su tutti gli impianti e le tratte di linea;
- Adeguamento RBC;
- Adeguamento dell'attrezzaggio ERTMS-L2 sovrapposto in esercizio sulla linea Verona-Brennero;
- Riconfigurazione dell'ACCM-oriented Bolzano-Merano in esercizio;
- Adeguamento del BCA sulla linea Bolzano-Merano (tratta Bolzano-Ponte d'Adige);
- Adeguamento dell'attrezzaggio ERTMS-L2 stand alone in esercizio sulla linea Bolzano-Merano

### 17.4.2 Sistemi di alimentazione

Si prevede quanto segue per gli interventi relativi ai Sistemi di Alimentazione e Protezione (SIAP) degli impianti di segnalamento:

- Relativamente ai sistemi di alimentazione in esercizio per i Posti Centrali ACCM, SCC/SCCM e RBC (ERTMS-L2) sia dei sistemi sulla linea Verona-Brennero che della linea Bolzano-Merano si ipotizza che non siano necessarie modifiche, ovvero che tali sistemi siano sufficienti in termini di potenza erogata anche per recepire le modifiche relative al presente intervento.
- Relativamente al sistema di alimentazione IS del PP/ACC di Bolzano:
  - per l'area gestita dal nuovo Gestore di Area GA1 (Bivio Meranese), si ipotizza la fornitura in opera di un nuovo SIAP opportunamente dimensionato in termini di potenza erogata;
  - per l'area gestita dal SIAP in esercizio allo stato inerziale (Bolzano centrale), si ipotizza che non siano necessarie modifiche, ovvero che tale sistema sia sufficiente in termini di potenza erogata anche per recepire le modifiche relative al presente intervento, anche in funzione del fatto che parte degli enti saranno alimentati dal nuovo SIAP del Gestore di Area GA1.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### 17.4.3 Piazzale IS

Per le diverse fasi funzionali le attività di piazzale riguarderanno la fornitura e posa in opera di enti, cavi e canalizzazioni di piazzale, e in particolare:

- Segnali alti, segnali di avanzamento/avvio e indicatori luminosi
- Segnali bassi luminosi di manovra
- Connessioni induttive per cdb codificati e cassette alimentazione/ricezione per cdb a correnti fisse
- Casse di manovra per i deviatori complete di tiranteria e accessori, segnali blu, DCF e SID
- Unità bloccabili trasmettichave
- Posti di stabilizzazione
- Picchetti e cartelli indicatori

Costituirà carattere preferenziale l'installazione di enti e cavi della stessa tipologia di quelli in esercizio allo stato inerziale, se non in contrasto con eventuali aggiornamenti delle normative e prescrizioni.

### 17.4.4 Sistemi di supervisione

Relativamente ai Sistemi di Supervisione della linea, nell'area di intervento si ipotizza che allo stato inerziale siano in esercizio i seguenti sistemi:

- Futuro SCC/SCCM Verona, realizzato dal costruttore Hitachi STS, con apparati e postazioni ubicate al Posto Centrale di Verona Porta Nuova, che gestisce le due sezioni Brennero-Bolzano e Bolzano-Verona dell'ACCM Verona-Brennero (ACCM1);
- CTC Bolzano-Merano, con apparati e postazioni ubicate al Posto Centrale di Verona Porta Nuova, realizzato dal costruttore Alstom.

Essendo gli interventi oggetto del presente progetto limitati all'area interna della stazione di Bolzano, non si prevedono interventi al CTC Bolzano-Merano.

Le località interessate all'intervento che dovranno essere riconfigurate/inserire nel futuro SCC/SCCM Verona sono riportate nella tabella seguente.

Stazioni	Tipo	Note
Bolzano	PP/ACC	Già in esercizio e quindi da riconfigurare

**Tabella 22 – Località interessate dall'intervento**

Non sono previste modifiche architettoniche/funzionali al futuro SCC/SCCM Verona in quanto l'hardware, il software, le postazioni operatore e il sistema di alimentazione del futuro SCC/SCCM Verona in esercizio allo stato inerziale al Posto Centrale di Verona Porta Nuova, si ritengono già dimensionati per gestire le modifiche oggetto dell'intervento, senza necessità di ulteriori apparecchiature.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 17.5 IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE

Come per gli Impianti di Segnalamento e Sistemi di Supervisione, anche per la Telecomunicazione gli impianti e sistemi in esercizio sulla linea ipotizzati all'atto della consegna dei lavori dell'intervento tecnologico in oggetto potrebbe non essere coincidente con lo stato degli impianti in esercizio all'atto della redazione del presente progetto.

Lo stato inerziale è pertanto trapiantato ad una situazione di esercizio conseguente ad una serie di interventi in corso o in previsione di realizzazione sulla Linea Storica, che saranno completati a cura di RFI o altri soggetti, precedentemente all'intervento oggetto della presente progettazione.

### 17.5.1 Descrizione degli interventi

Partendo dallo stato inerziale che si prevede in esercizio all'inizio dei lavori del presente progetto, in funzione delle fasi di Realizzazione Impostate, si prevedono sinteticamente i seguenti interventi agli impianti di telecomunicazione:

#### In macrofase 2

1. Fornitura e posa sul binario dispari all'interno della nuova galleria del Virgolo dei cavi in fibra ottica e rame contenuti nel cunicolo fra la pk 148+290 e la pk 149+720 con l'esclusione dei cavi in fibra ottica WIND, 144 f.o. Provincia Autonoma Trento e 24 f.o. impianto caduta massi. I nuovi spezzoni di cavo saranno giuntati ai cavi esistenti.
2. Fornitura shelter con relativo palo porta-antenne ed apparati terra-treno sul lato sud della nuova galleria per la radiocopertura GSM-R e GSM-P della stessa.

#### In macrofase 3

3. Fornitura e posa del secondo cavo a 64 fibre ottiche di dorsale sul binario pari fra la pk 148+290 e la pk 149+720 giuntato al cavo esistente.
4. Sostituzione della attuale BTS sita in shelter nel piazzale di Bolzano con una nuova BTS serie RM10 al fine di poter installare un apparato RRH in prossimità dell'imbocco nord della nuova galleria per la ridondanza della radiocopertura GSM-R secondo gli standard ERTMS L2.

#### In macrofase 4

5. Fornitura e posa di due nuovi cavi a 32 fibre ottiche su due dorsali distinte a servizio del nuovo gestore GA1 di Bolzano. Tali cavi saranno sezionati parzialmente agli imbocchi della galleria
6. Spostamento telefoni stagni della telefonia selettiva ai segnali di protezione lato sud di Bolzano
7. Estensione della rete non vitale dell'SCCM esistente al nuovo GA1 di Bolzano.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

## 17.6 IMPIANTI MECCANICI

Di seguito si descrivono gli impianti meccanici, safety e security a servizio del gestore d'area GA1 e del sottovia di via Pie' di Virgolo.

Le opere oggetto del presente intervento comprendono la realizzazione degli impianti meccanici nei seguenti fabbricati::

- Gestore d'Area GA1;
- Sottovia Via Piè di Virgolo;
- Sottovia strada di manutenzione ANAS NV03.

### HVAC

L'impianto HVAC sarà previsto a servizio del gestore d'area GA1 e ha la funzione di assicurare il raffrescamento/riscaldamento e la ventilazione dei locali tecnici in modo tale da garantire i valori di temperatura dell'ambiente interno compatibili con le apparecchiature elettriche/elettroniche installate. Il raffrescamento dei locali tecnici è ottenuto tramite condizionatori di precisione di tipo split con installazione a soffitto a espansione diretta (1 di servizio + 1 di riserva, in tutti i locali ove è previsto il condizionamento tecnologico), con possibilità di funzionamento in modalità free-cooling per il risparmio energetico. In tali locali, in caso di presenza di batterie, sono previsti anche ventilatori di estrazione per consentire la fuoriuscita di aria con eccessiva percentuale di idrogeno. L'ingresso di aria esterna nel locale è garantito da una serranda a gravità che si apre automaticamente quando il ventilatore entra in funzione. Lo scarico della condensa dai condizionatori tecnologici avviene tramite apposita tubazione in P.V.C. DN 25 verso l'esterno del fabbricato.

Nei locali ACC e TLC sarà prevista anche la ventilazione forzata, per controllare il livello di ossigeno, data la presenza delle bombole dell'impianto di spegnimento a gas. **Impianto idrico sanitario**

Sarà realizzato un impianto idrico sanitario di adduzione idrica e di raccolta e scarico a servizio del bagno del gestore d'area GA1.

L'impianto di adduzione dell'acqua fredda potabile avrà origine per l'edificio dal punto di fornitura e sarà realizzato con apposite tubazioni multistrato con saldatura dello strato metallico.

La rete di scarico sarà realizzata con tubi in polietilene per scarichi fino al pozzetto di raccolta.

### **Impianto sollevamento acqua**

Le opere sono costituite essenzialmente dai seguenti gruppi di sollevamento:

- Sottovia Via Piè di Virgolo: 1 elettropompa sommergibile a servizio delle acque più 1 di riserva;
- Sottovia Strada di manutenzione ANAS NV03: 1 elettropompa sommergibile a servizio delle acque più 1 di riserva.

Ogni impianto di sollevamento (elencato in tabella) sarà costituito da un sistema di elettropompe sommergibili, di cui una sempre di riserva, installate all'interno della vasca in opera civile (non oggetto dell'impiantistica meccanica), in cui verranno convogliate le acque provenienti dai diversi punti di raccolta.

Le pompe non direttamente accessibili saranno dotate di catene per il sollevamento in caso di manutenzione e di dispositivo di sgancio rapido del gruppo pompa dalla tubazione di mandata. Le tubazioni di mandata saranno in acciaio zincato e saranno corredate di idonei staffaggi, valvole di ritegno e di intercettazione.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### **Impianto rilevazione incendi**

L'impianto di rilevazione incendi sarà previsto a protezione dei seguenti locali del Gestore d'Area (GA1):

- Locale batterie
- Sala alimentazione
- Sala ACC
- Locale TLC / Quadri BT

L'impianto avrà la funzione di rivelare la formazione di incendi e/o emissione di fumi all'interno di ambienti monitorati, attivando delle predeterminate misure di segnalazione di allarme ed intervento e riportando le segnalazioni al posto di supervisione.

L'impianto sarà del tipo a loop, gestito da una centrale di controllo e segnalazione analogica, conforme alla norma UNI EN 54-2, di tipo modulare, con indirizzamento individuale dei sensori e dei moduli. Ogni fabbricato avrà una centrale, ubicata come indicato negli elaborati grafici, a servizio degli ambienti sopraccitati. Dalla centrale dipartiranno due loop costituiti da due cavi distribuiti nelle varie zone ed a cui saranno collegati i componenti terminali.

L'impianto di spegnimento a gas estinguente sarà previsto a protezione dei seguenti ambienti:

- Locale ACC;
- Locale TLC / Quadri BT.

Il sistema sarà posto a protezione dei locali caratterizzati da presenza di apparecchiature di vitale importanza per la circolazione ferroviaria per le quali non è possibile utilizzare, a causa dei danni che provocherebbero, altri estinguenti quali acqua, polvere o schiuma; la scarica del gas estinguente verrà comandata dal sistema quando si verificano le condizioni di incendio nei locali da proteggere.

Le bombole saranno installate nel locale apparati ACC.

Il sistema di spegnimento sarà del tipo a saturazione e come gas estinguente utilizzerà il prodotto gassoso individuato con la sigla FK-5-1-12.

### **Impianto TVCC**

Il sistema TVCC avrà la duplice funzione di fornire al personale di sorveglianza immagini in tempo reale, sia in regime di funzionamento normale (trasmissione h24 in bassa risoluzione) sia in caso di evento incidentale, tentata effrazione od incendio, consentendo la ricostruzione delle dinamiche.

L'apparato TVCC interagirà con i sistemi di controllo accessi, antintrusione e di rivelazione incendi, che invieranno i comandi per l'attivazione e la registrazione delle immagini dell'area da cui è partito l'allarme. Le caratteristiche del Server, posizionato in ciascuno dei fabbricati, saranno conformi con le specifiche di Protezione Aziendale, emesse nel gennaio del 2019, per impianti di tipo "A", cioè con un numero massimo di telecamere pari a 15.

La tipologia delle apparecchiature sarà la seguente:

- telecamere IP PoE fisse a colori con illuminatore IR, del tipo Day&Night, sensore almeno 1/3", alta risoluzione con ottica asferica e custodia di protezione antivandalo con sistema anti-condensa, posizionate come specificato nei negli elaborati grafici di progetto, con ottica varifocal.
- switch PoE per alimentazione delle telecamere e trasmissione dei segnali video;



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	119 di 148

- switch PoE per l'interfacciamento della centrale TVCC con il sistema SDH ed i sottosistemi di antintrusione e rivelazione incendi.
- centrale TVCC;
- rete di collegamento del segnale e dell'alimentazione tra ciascuna telecamera e la centrale TVCC utilizzando cavi FTP e tecnologia PoE (Power over Ethernet) e un supporto trasmissivo per il collegamento dalla centrale TVCC con il convertitore Ethernet/SDH.

Gli impianti di videosorveglianza (TVCC) dovranno svolgere una supervisione diagnostica locale monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche le unità di ripresa (o gruppi di essi) e trasferendo tutte le necessarie informazioni alle funzioni di diagnostica del sistema per le successive elaborazioni e segnalazioni.

**Impianto antintrusione e controllo accessi**

L'impianto antintrusione e controllo accessi sarà previsto a controllo dei seguenti ambienti del fabbricato GA1:

- Servizi igienici;
- Locale TLC / Quadri BT;
- Sala ACC;
- Sala alimentazione;
- Locale batterie

L'impianto antintrusione e controllo accessi sarà gestito da una centrale intelligente a microprocessore in grado di assolvere tutte le funzioni di controllo. Ogni fabbricato sarà dotato di una centrale antintrusione e controllo accessi.

La centrale sarà in grado di riconoscere ciascun terminale e gestire il segnale di allarme e/o controllo, attivando i relativi componenti locali di segnalazione, comando e collegamento via modem ad altri centri di controllo remoto.



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	120 di 148

## 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. Al fine di realizzare le opere in progetto è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

1. utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico: tale criterio ha condotto in particolare all'ipotesi di impiego di aree dismesse e residuali;
2. scegliere aree che consentano di contenere al minimo gli inevitabili impatti sulla popolazione e sul tessuto urbano;
3. necessità di realizzare i lavori in tempi ristretti, al fine di ridurre le interferenze con l'esercizio delle infrastrutture sia stradali che ferroviarie ed i costi di realizzazione;
4. necessità di limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine alle aree di lavoro ed agli assi viari principali.

Inoltre, affinché gli interventi risultino compatibili con l'ambiente, sono stati considerati i seguenti fattori:

- vincoli sull'uso del territorio (P.R.G., Paesaggistici, 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, ove 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.

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 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 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:

COMUNE	TIPOLOGIA	CODICE	SUPERFICIE
Bronzolo	Cantiere Armamento	C.A.01	6.500 mq
Bolzano	Cantiere Operativo	C.O.01	3.300 mq
Bolzano	Cantiere Operativo	C.O.02	2.600 mq
Bolzano	Area di Stoccaggio	A.S.01	2.200 mq
Bolzano	Area di Stoccaggio	A.S.02	2.300 mq
Bolzano	Area di Stoccaggio	A.S.03	6.000 mq
Bolzano	Area di Stoccaggio	A.S.04	7.000 mq
Bolzano	Area Tecnica	A.T.01	450 mq
Bolzano	Area Tecnica	A.T.02	450 mq
Bolzano	Area Tecnica	A.T.03 - 1	1.500 mq
Bolzano	Area Tecnica	A.T.03 - 2	260 mq
Bolzano	Cantiere Base	C.B.01	2.700 mq

**Tabella 23 - Aree di cantiere Nuovo Tunnel del Virgolo**

COMUNE	ID	Tipo Cantiere	Sup (mq)
Bolzano	CA.01	CANTIERE ARMAMENTO	7.700
Bolzano	AS.01	AREA DI STOCCAGGIO	1.200
Bolzano	CO.01	CANTIERE OPERATIVO	7.000
Bolzano	AT.01	AREA TECNICA	1.000

**Tabella 24 - Aree di cantiere Stabilizzazione Versante Colle Virgolo**

L'area di Stoccaggio A.S.04 per i lavori del Tunnel del Virgolo verrà utilizzata precedentemente nell'intervento di Stabilizzazione del Versante come cantiere Operativo CO.01., in quanto l'intervento della stabilizzazione precede le fasi di scavo della galleria. Il calcestruzzo necessario alla realizzazione delle opere di stabilizzazione verrà portato nel cantiere Operativo CO.01 e da qui trasferito in quota tramite l'utilizzo di un elicottero nei punti di lavoro.

### **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 (strette, 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.

I percorsi sono stati studiati in funzione della collocazione dei principali siti di approvvigionamento dei materiali e di conferimento delle terre da scavo. Si evidenzia che in questa fase non è possibile identificare in maniera definita i siti cui l'appaltatore si rivolgerà sia per l'approvvigionamento che per lo smaltimento (in base alle regole vigenti sugli appalti pubblici tale scelta non può che spettare all'appaltatore stesso). Tuttavia si evidenzia che i tratti di intervento, e pertanto i cantieri che eseguiranno i lavori in oggetto, sono prossimi a viabilità a scorrimento veloce come ad esempio, l'autostrada A22, pertanto i flussi generati da e per i cantieri si immetteranno rapidamente su tale viabilità riducendo per quanto possibile al minimo i disagi e l'interferenza con la viabilità locale.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

## 19 PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

L'analisi degli aspetti ambientali connessi alla fase costruttiva delle opere è affrontata nell'ambito del Progetto Ambientale della Cantierizzazione (NB1D01D69RGCA0000001) 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.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 20 STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Si evidenzia come il presente Studio Acustico abbia considerato le necessarie cautele prescritte dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", ovvero la concorsualità delle sorgenti acustiche che nel presente progetto sono rappresentate da:

- A22 Autostrada del Brennero (fascia per strada esistente di tipo A del CdS);
- SS12 Strada Statale Via Galileo Galilei (che nel tratto a sud del Monte Virgolo presenta due tratti a differente sezione ed è stata considerata quindi di tipo Cb del CdS nel tratto prossimo alla galleria e di tipo Ca del CdS in quella interrata/trincea avendo due carreggiate separate).

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore poi è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori. Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 metri, per l'indagine dei fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborati NB1D01D22P6IM0004001A).

L'impatto prodotto dalle infrastrutture ferroviarie è stato studiato e valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN. La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi".

Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi. Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio.

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto dalla parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

Avendo fatto un'analisi accurata dei risultati generati dal modello matematico, per mitigare l'impatto acustico dell'infrastruttura ferroviaria, si è deciso di intervenire con delle barriere antirumore.

### 20.1.1 Barriere antirumore

La soluzione adottata è costituita dal tipologico di schermo acustico che RFI ha appositamente sviluppato. La barriera è nello specifico composta da un basamento in calcestruzzo fino a 2 m sul p.f. per un'altezza complessiva di 2,80 m, sormontato da una pannellatura leggera fino all'altezza di barriera definita dal dimensionamento acustico. Sul basamento in cls è ancorata una struttura in acciaio costituita da un traliccio composto da un tubo in acciaio e due tondi calandrati a formare ciascuno un arco in un piano diagonale. La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls sarà interamente costituita pannelli fonoassorbenti in acciaio inox. In specifici casi di necessità potranno essere previsti pannelli trasparenti in vetro stratificato eventualmente colorato. Al fine di ottenere il massimo rendimento acustico del sistema, il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- altimetricamente: +2.00 m sul P.F.
- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 3,00m circa, che in presenza dei muri di recinzione/protezione passa a 4,00m circa; inoltre tale distanza può essere modificata in presenza di situazioni particolari, come ad esempio i marciapiedi di fermata o di stazione oppure i camminamenti FFP (Fighting Fire Point) posti agli imbocchi delle gallerie. In tali eventuali ambiti il posizionamento delle barriere antirumore viene adeguato anche nei file di simulazione acustica.

Di seguito si riportano le informazioni di carattere generale relative al posizionamento, alla lunghezza e alla tipologia delle barriere antirumore progettate.

Tabella Riepilogativa BA (PK riferite alla Linea Storica)					
Nome Barriera	Tipo BA	PK Inizio	PK Fine	Altezza da p.f.	Lunghezza (m)
BA-P_01	H4	148+610	148+651	4,44	41
BA-P_02	H10	148+651	148+908	7,38	257
BA-P_03	H4	149+633	149+651	4,44	18
BA-P_04	H10	149+651	149+761	7,38	110
BA-D_01	H4	148+640	148+675	4,44	35
BA-D_02	H10	148+675	148+908	7,38	233
BA-D_03	H4	148+908	149+025	4,44	117
BA-D_04	H4	149+633	149+668	4,44	35
BA-D_05	H10	149+668	149+761	7,38	93
<b>Totale (metri)</b>					<b>939</b>

**Tabella 25 - Dimensionamento e tipologia di barriere antirumore adottate**

In merito alle progressive sopra citate si esplicitano alcune scelte progettuali in alcuni punti singolari:

- Tratto di BA in corrispondenza del ponte esistente di via Roma lato EST, rispetto allo studio acustico che inizia l'analisi da via Roma procedendo verso nord, sul lato EST il progetto delle BA non coinvolge il ponte esistente di via Roma, già dotato di barriere acustiche esistenti la cui integrazione necessariamente coinvolgerebbe anche opere ricadenti al di fuori dello studio succitato. Analisi necessarie per una corretta progettazione delle opere. Per cui questo limitato tratto di BA 30 m è demandato al futuro piano di risanamento acustico.
- Dallo stesso lato EST più a nord prima dell'imbocco della GN il tratto di BA al di sotto dell'autostrada (circa 30-50 m) non viene progettato per evidenti incompatibilità con la stessa autostrada e le sue strutture di supporto (pile) e le necessarie attività di manutenzione ed ispezione.

Per la realizzazione delle Barriere Antirumore previste in corrispondenza dei muri di recinzione o muri di sostegno, i montanti e la pannellatura verranno posati sulla testa dell'opera nei tratti coincidenti, con una elevazione in altezza tale da rispettare la quota acustica indicata in tabella riferita sempre al piano ferro.

Complessivamente, il conseguimento del rispetto dei livelli sonori presso tutti i recettori necessiterà della realizzazione, oltre agli interventi mitigativi lungo linea, anche di un intervento diretto presso alcuni ricettori. Opportuno approfondimento è reperibile ai documenti di Progetto "NB1D01D22RGIM0004001" e "NB1D01D22RGIM0004003".

## 20.2 INDAGINI VIBRAZIONALI

Nell'ambito del presente progetto è stata eseguita una campagna di rilievi vibrometrici sul campo, i cui risultati sperimentali sono stati utilizzati per la determinazione della propagazione delle onde vibrazionali di origine ferroviaria nel terreno.

Nello specifico sono state eseguite misure in corrispondenza di una sezione lungo l'attuale linea attraverso l'installazione di tre terne accelerometriche T1, T2 e T3 poste a distanze crescenti dall'asse del binario in modo da valutare sia l'emissione vibrazionale dei convogli ferroviari che le modalità di propagazione delle vibrazioni nel terreno. La progettazione dell'intervento è stata elaborata secondo il principio fondamentale di tutela dell'ambiente e nel rispetto degli ambiti territoriali ed ambientali interferiti.



**Figura 20.1 - Localizzazione delle indagini vibrazionali lungo l'attuale linea Verona – Brennero**

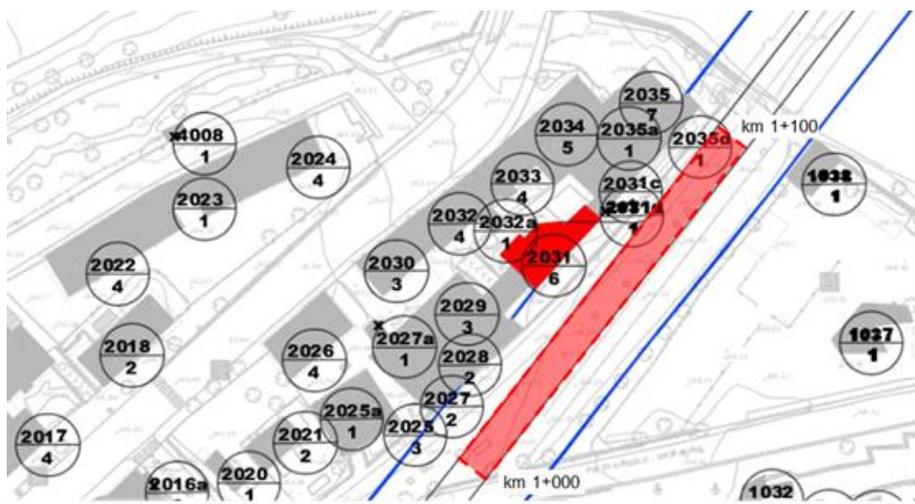
La determinazione dei livelli equivalenti delle accelerazioni calcolate secondo il modello di esercizio futuro della linea ferroviaria oggetto di studio e riferiti al periodo diurno e notturno secondo quanto previsto dalla UNI 9614:1990, ha permesso di individuare le aree potenzialmente critiche sulla scorta del confronto con i valori indicati dalla norma UNI come riferimento per la valutazione del disturbo.

In merito alla condizione di massima emissione, sulla base di quanto esposto in precedenza questa è rappresentata dal singolo transito di un convoglio merci nel periodo notturno alla velocità di 60 km/h. Dai risultati delle analisi si evince come l'area di potenziale disturbo sia costituita da una fascia di 20 m dall'asse del binario esterno per la tratta in rilevato e 31 m invece per la tratta in galleria. Si specifica che per quanto concerne la tratta in galleria, allo scopo di valutare correttamente l'impatto si è calcolata la distanza reale dei ricettori potenzialmente influenzati tenendo conto della effettiva distanza del ricettore dalla galleria, che è funzione non solo della distanza intesa come proiezione orizzontale dalla galleria, ma anche della altimetria del sito. Dalla planimetria del censimento ricettori dello studio acustico (documento "NB1D01D22P6IM0004001") si evince una condizione di potenziale criticità per i seguenti ricettori:

ID Ricettore	N° Piani	Pk	Tratta
1006	5	0+035	Rilevato
1008	5	0+100	Rilevato
1010	4	0+120	Rilevato
1018	2	0+215	Rilevato
2010	3	0+100	Rilevato
2025A	1	0+990	Rilevato
2027	2	1+000	Rilevato
2031	6	1+040	Rilevato
2031C	2	1+050	Rilevato
2035A	1	1+100	Rilevato
2035	7	1+110	Rilevato

**Tabella 26 - Ricettori per i quali si ha il superamento dei limiti nel periodo notturno**

Tali condizioni di criticità si eliminano quasi totalmente nel momento in cui si tiene conto dell'intero contributo emissivo associato al modello di esercizio previsto rapportato all'intero periodo diurno e notturno. Tenendo conto, infatti, del numero complessivo di transiti ferroviari previsti secondo i valori emissivi medi riscontrati nelle indagini sperimentali distinti per tipologia di treno e rapportando i livelli di accelerazione complessiva all'intero periodo diurno e notturno, si evince che dall'applicazione del modello previsionale così come costruito per il caso in studio emerge che per il solo ricettore denominato 2031 sussistono condizioni di superamento dei livelli limite individuati dalla UNI 9614:1990.



**Legenda**

- Fascia rispetto UNI 9614 livelli di emissioni complessivi
- Ricettore interferito
- Altri ricettori
- Tratta critica

**Figura 20.2 - Individuazione dei ricettori critici interferiti dal disturbo da vibrazioni indotte dai convogli ferroviari**



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	127 di 148

Nella tabella successiva si riportano i livelli equivalenti delle accelerazioni calcolati in corrispondenza del ricettore 2031 ed il relativo confronto con i valori di riferimento previsto dalla UNI 9614:1990.

Ricettore	Tipo	Distanza asse ferroviario	Lw [dB]	periodo	Lw limite [dB]	Differenza [dB]
2031	abitativo	9.0	80.8	diurno	77.0	3.8
2031	abitativo	9.0	79.9	notturno	74.0	5.9

**Tabella 27 - Livelli equivalenti delle accelerazioni calcolati in corrispondenza del ricettore 2031**

Al fine di eliminare/ridurre le criticità che si presentano lungo il tracciato si prevedono interventi di mitigazione di tipo attivo che consistono in interventi sul corpo o sull'armamento ferroviario mirati a ridurre le emissioni vibranti alla sorgente. Nello specifico, si prevede l'installazione di un tappetino antivibrante dalla pk 1+000 alla pk 1+100 per una lunghezza complessiva pari a 100 metri.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 21 GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

La realizzazione delle opere previste determina complessivamente la produzione di circa **208.127 mc** di materiali di risulta, n. 8.546 traverse e n. 2.384 traversoni.

Tali volumetrie sono prodotte dalle terre e rocce da scavo, dalle attività di demolizione (a titolo esemplificativo e non esaustivo fabbricati e opere d'arte quali sovrappassi, impalcati, pile e spalle e sottovia) e dalla rimozione del ballast ferroviario per lo smantellamento/rifacimento delle linee esistenti. (Dettaglio al documento "NB1D01D69RGTA0000001")

Come analizzato dagli studi Geologici e indicato dal Capitolato Generale di RFI, poiché di origine piroclastica, le terre e rocce provenienti dallo scavo della Galleria non hanno caratteristiche tali da consentirne il riutilizzo.

Anche rispetto le opere all'aperto, prevedendo per lo più scavi di natura superficiale da effettuarsi in aree urbanizzate, si ritiene di non riutilizzare le terre e rocce di produzione a causa della loro stessa natura, oltre che alla loro composizione litologica derivante da depositi alluvionali con componenti di origine piroclastica.

Tutti i materiali saranno quindi gestiti nel regime dei rifiuti ai sensi della normativa vigente (parte IV D.Lgs 152/06 e smi) e pertanto smaltito in apposito impianto di conferimento o inviato ad impianto di recupero. L'unica eccezione è paventata per traverse/traversoni che saranno esclusivamente tolti e raccolti dall'Appaltatore in apposite aree indicate da RFI per poi essere gestite da RFI stessa.

Per quanto attiene i fabbisogni delle opere in progetto questi si compongono di materiali per riempimenti, inerti per calcestruzzi CLB e ballast. Le volumetrie totali sono pari a circa **98.165 mc** ai quali vanno aggiunti circa **52 mc** di CLS per la realizzazione del progetto di stabilizzazione del Colle Virgolo. Inoltre, sono previsti n. 9.044 traverse e n. 2.570 traversoni in approvvigionamento. Per quanto attiene materiali di riempimento ed inerti il materiale sarà reperito utilizzando materiale approvvigionato da cave selezionate.

Per quanto attiene materiali di riempimento ed inerti il materiale sarà reperito utilizzando materiale approvvigionato da cave selezionate, secondo quanto descritto nell'elaborato "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale (cfr. NB1D01D69RGCA0000001A)".

Di seguito la tabella riassuntiva comprensiva di materiali di scavo, ballast e demolizioni:

Produzione complessiva [m <sup>3</sup> ]	Gestione in qualità di rifiuti [m <sup>3</sup> ]			Fabbisogno del progetto [m <sup>3</sup> ]	Approvvigionamento esterno [m <sup>3</sup> ]
	Terre [m <sup>3</sup> ]	BALLAST [m <sup>3</sup> ]	Demolizioni [m <sup>3</sup> ]		
208.127	186.816	13.595	7.716	98.217*	76.392

Tabella 28 - Quadro dei materiali da scavo

\*comprensivo di ballast e CLB

## 21.1 INTERFERENZE CON SITI CONTAMINATI

Dalla ricognizione effettuata tramite la bibliografia disponibile, le interlocuzioni con gli enti ambientali nonché accesso agli atti documentali sono risultati prossimi alle aree di intervento n. 2 siti censiti in anagrafe come potenzialmente contaminati. Le ubicazioni rispetto alle aree di intervento sono di seguito esplicitate in figura.



**Figura 21.1 – siti inquinati/potenzialmente inquinati segnalati dall’Ufficio Gestione Rifiuti della PAB (2021)**

In particolare, il primo sito riguarda una stazione di servizio con punto vendita carburanti situata tra Via Piè del Virgolo e il tracciato ferroviario di progetto.

Il secondo sito riguarda una zona EX-ANAS in corrispondenza dell’attuale imbocco Sud della Galleria del Virgolo.

Entrambi i siti sono segnalati come potenzialmente contaminati ma non presentano ad oggi accertamenti di alterazione dello stato delle matrici ambientali e non è pervenuta notifica di superamenti delle CSC (come da esiti di accesso agli atti eseguito in data 30.04.2021 e allegato al presente documento).



**Figura 21.2 - areale ex ANAS (in giallo), edifici in demolizione (rosso)**

La presenza del distributore di carburante nell'area ex ANAS implica la presenza di serbatoi interrati di cui, ad oggi, ne sono stati identificati n. 2 di dimensioni minori a 30 mc.

Considerando che nella presente fase di progetto è prevista la demolizione dell'area carburante e la rimozione dei serbatoi, sono fornite le prescrizioni al fine di effettuare le operazioni nel rispetto delle normative vigenti e nell'ottica di una adeguata gestione ambientale, a tal fine è stato redatto l'elaborato "Siti Contaminati – Relazione Generale" (Cfr. NB1D01R69RGSB0000001A) al quale si rimanda per ogni ulteriore dettaglio. Sarà cura dell'Appaltatore nelle successive fasi progettuali effettuare ogni opportuno affinamento.

A valle della dismissione dell'area carburante e della rimozione dei serbatoi interrati si procederà ad effettuare campionamenti per verificare l'eventuale diffusione della potenziale contaminazione nella matrice terrigena, nell'intorno del serbatoio.



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	131 di 148

## 22 PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Il Sistema di Gestione Ambientale adottato da Italferr S.p.A. ai sensi della norma UNI-EN ISO 14001:2004 ha identificato, relativamente al processo di progettazione, 14 aspetti ambientali (Aspetti Ambientali Iniziali) comuni a tutti i livelli di progettazione. Gli Aspetti Ambientali in questione sono:

1. Pianificazione e tutela territoriale
2. Popolazione e salute umana
3. Suolo
4. Acque superficiali e sotterranee
5. Biodiversità
6. Materie prime
7. Clima acustico
8. Vibrazioni
9. Aria e clima
10. Rifiuti e materiali di risulta
11. Scarichi idrici e sostanze nocive
12. Patrimonio culturale e beni materiali
13. Territorio e patrimonio agroalimentare
14. Paesaggio

Tenendo conto degli aspetti ambientali sopra riportati, nel documento “NB1D01D69RGCA0000001”, al quale si rimanda per opportuno approfondimento, viene effettuata una disamina di quelle tematiche ambientali che, in base a considerazioni sulle caratteristiche del territorio, sulla tipologia dell’opera e delle attività da svolgere ed in funzione del sistema di cantierizzazione previsto, sono considerate di rilievo per la fase di cantiere degli interventi previsti dal presente progetto. Il metodo utilizzato per l’identificazione degli Aspetti Ambientali Significativi di progetto si basa, quindi, sulla correlazione fra gli elementi tipologici di un’opera (tipologie di opera prevalenti) e gli aspetti ambientali tipologici, individuati in base alla scomposizione della “matrice ambiente”, riportata nella Tabella 1 del su citato documento.

Si riportano nella tabella che segue, a scopo di riepilogativo, i risultati della fase di valutazione di significatività degli aspetti ambientali. Ai fini di una corretta interpretazione della seguente tabella si precisa che le valutazioni in essa riportate fanno riferimento al livello di significatività dell’effetto ritenuto più rilevanti tra quelli presi in considerazione nell’ambito di ciascuno dei fattori ambientali indagati. In altri termini, in tutti i casi in cui le analisi condotte hanno portato ad una stima della significatività diversificata per i diversi effetti potenziali considerati nell’ambito di un medesimo fattore ambientale, le valutazioni riportate nella tabella successiva hanno fatto sempre riferimento al maggiore dei livelli tra quelli stimati.

LIVELLI SIGNIFICATIVITÀ EFFETTI			Risorse naturali				Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio		
	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A														
B	•				•	•				•	•	•	•	•
C		•	•				•							
D				•				•	•					
E														

Legenda	
A	Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi
B	Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione
C	Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile
D	Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio
E	Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa

**Tabella 29 – Livelli significatività effetti**

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

## 23 OPERE A VERDE

L'iter progettuale delle opere a verde parte dall'analisi degli strumenti di pianificazione territoriale e dalla definizione delle potenzialità vegetazionali delle aree indagate, desunte dalle caratteristiche climatiche, geomorfologiche, pedologiche, nonché dall'analisi della vegetazione esistente rilevata nelle zone contigue all'area oggetto di intervento. Il Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento "NB1D01D22RGIA0000001".

Il riscontro della vegetazione potenziale e reale consentirà di individuare interventi coerenti con la vocazione dei luoghi e tali da configurarsi anche come elementi di valorizzazione ambientale del territorio.

L'iter progettuale delle opere a verde si sviluppa in tre momenti:

- Valutazione delle interferenze dell'opera con gli strumenti di pianificazione territoriale. Consiste nell'analisi delle interferenze del tracciato ferroviario con il territorio, con riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale.
- Inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico-ambientale. Consiste nello studio delle caratteristiche territoriali (aspetti climatici, paesaggio, vegetazione, flora e fauna) al fine di garantire un migliore inserimento dell'opera sul territorio. L'approfondita conoscenza del territorio in esame, infatti, consente di avere un quadro quanto più completo degli ostacoli e delle opportunità e fornisce un'indicazione operativa circa le soluzioni praticabili.
- Definizione delle tipologie di intervento. In questa fase si definiscono le tipologie degli interventi a verde, con particolare attenzione alla scelta delle specie vegetali e ai sestri di impianto.

La scelta delle specie e la localizzazione delle stesse in relazione ai caratteri ecologici dei siti è di fondamentale importanza per la gestione ambientale dell'intervento in quanto concorre a determinare e consolidare progressivamente paesaggio e funzioni ecologiche.

La scelta delle specie da impiantare è stata fatta in base alle caratteristiche bio-ecologiche delle specie, a quelle fisionomico-strutturali in relazione alla funzione richiesta (consolidamento, schermo visivo, ricostruzione ecosistemica, ecc.) e al tipo e allo stadio della cenosi che si intende reimpiantare.

I criteri di selezione delle specie prevedono di:

- privilegiare specie rustiche e idonee alle caratteristiche pedo-climatiche del sito;
- privilegiare specie che dal punto di vista delle caratteristiche dimensionali ed estetiche risultino idonee agli interventi proposti e agli scopi prefissati;
- di rendere gradevole la percorrenza stessa dell'opera;
- di richiedere bassa manutenzione.

In sintesi invece i criteri che hanno orientato la progettazione delle opere a verde prevedono:

- l'eliminazione delle interferenze o alla riduzione del loro livello di gravità;
- di ricostituire corridoi biologici, interrotti dall'abbattimento di vegetazione arborea ed arbustiva, o di formarne di nuovi, tramite la connessione della vegetazione frammentata;
- di ricomporre la struttura dei diversi paesaggi interferiti con un'equilibrata alternanza di barriere vegetali, campi visivi semi-aperti e aperti a seconda della profondità e distribuzione delle mitigazioni, organizzandosi come una sorta di modulazione di pieni e di vuoti che creano differenti visuali sul paesaggio attraversato;



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	134 di 148

- la riqualificazione delle aree intercluse prodotte dai nuovi tracciati viari ed aventi caratteristiche di dimensione e/o articolazione tali da non poter essere destinate al precedente uso del suolo;
- di creare dei filtri di vegetazione in grado di contenere una volta sviluppati la dispersione di polveri, inquinanti gassosi, rumore ecc;
- di incrementare la biodiversità.

Gli interventi progettati prevedono vegetazione di nuovo impianto realizzata ai margini della linea ferroviaria, all'interno delle aree intercluse o dei reliquati e sulle superfici di ritombamento delle aree di lavorazione. Oltre all'impianto di essenze arboree e arbustive si procederà preventivamente all'inerbimento di tutte le superfici di lavorazione (scarpate di trincee e rilevati, aree di cantiere, aree tecniche, ecc.).

In generale, lungo il tracciato, sono stati inseriti elementi lineari costituiti da filari e fasce arboreo arbustive e elementi areali con l'impianto di arbusteti a macchia. Gli schemi proposti hanno lo scopo di determinare a maturità la costituzione di aree vegetate aventi lo scopo di mascherare le opere in progetto e potenziare la funzionalità ecologica territoriale.

A seguire si riporta una descrizione delle tipologie di intervento, compreso l'inerbimento delle aree di lavorazione e il ripristino delle aree di cantiere, rimandando alle successive fasi progettuali la definizione delle potenziali specie da utilizzarsi negli impianti.

### **Inerbimento**

Per quanto riguarda l'inerbimento è da prevedersi in tutte le aree di lavorazione attraverso l'utilizzo di specie erbacee pioniere e a rapido accrescimento, appena terminati i lavori di costruzione delle infrastrutture. Le specie erbacee per l'inerbimento sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, prediligendo, nella scelta delle specie, quelle già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle Graminaceae (Poaceae) che assicurano un'azione radicale superficiale e Leguminosae (Fabaceae) che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto. La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m<sup>2</sup>).

### **Ripristino ante operam**

Con tale termine si intende il ripristino del suolo interferito dalle aree di cantiere e i medesimi interventi realizzati a partire da eventuali superfici dismesse da restituire all'uso originario. Fondamentale importanza rivestono gli interventi di sistemazione e ripristino da porre in atto nella fase di smantellamento dei cantieri. L'obiettivo mirato è quello di restituire i luoghi per quanto possibile con le stesse caratteristiche che gli stessi presentavano prima dell'allestimento dei cantieri. Le aree saranno quindi bonificate dai residui dei materiali utilizzati e dai residui delle demolizioni prima di provvedere alla ricostituzione dell'uso ante operam ovvero all'impianto delle opere a verde laddove siano stati individuati interventi di mitigazione. Si interverrà quindi attraverso lavorazioni del terreno e sistemazioni idrauliche, oltre a mettere in atto specifiche pratiche agronomiche in grado di restituire la componente organica al terreno e di migliorarne la fertilità.

### **Interventi di tipo lineare – Filare Arboreo**

Tale tipologia si adatta agli interventi lungo linea grazie alla scelta di sestri di tipo lineare aventi larghezza fissa. Si localizza al margine del corpo ferroviario oltre la recinzione con la finalità di mitigare l'inserimento paesaggistico dell'opera e mascherarne le opere maggiori in corrispondenza di ricettori sensibili.

Nello specifico l'impiego di elementi lineari arborei e arbustivi si mira ad ottenere duplice funzione:

- naturalistica, al fine di proporre in aree limitrofe al nuovo asse ferroviario la ricostituzione di nuove fasce vegetate in sostituzione di quelle tagliate/alterate per la realizzazione delle opere e di potenziamento della dotazione vegetazionale delle aree limitrofe l'intervento;
- paesaggistica, al fine di consentire il contenimento dell'impatto visivo dell'infrastruttura, rispetto a contesti con particolari valenze paesaggistiche e percettive da salvaguardare o in corrispondenza di ricettori presenti in prossimità del nuovo asse ferroviario, e di ricucire il taglio infrastrutturale attraverso l'organizzazione di un sistema vegetale conforme e coerente alle forme e alle specie vegetali preesistenti.

Il sesto d'impianto è realizzato mettendo a dimora esemplari degli individui secondo un sesto lineare con 2 piante ogni 12 m, quindi distanza d'impianto di 6 m, su una fascia di 6 m. Le piante selezionate previste avranno un'altezza minima pari a 2.0 m al momento dell'impianto. L'età minima degli esemplari dovrà essere di almeno 4 anni. L'esemplare arboreo previsto è il Carpino bianco (*Carpinus betulus*).

#### **Interventi di tipo areale – Prato Cespugliato**

Tali opere a verde sono state concepite al fine di perseguire l'integrazione e l'inserimento a carattere paesaggistico e naturalistico, con l'obiettivo di ripristinare quelle porzioni territoriali necessariamente modificate dall'opera o da tutte quelle operazioni che si rendono indispensabili per compierla. L'impianto di vegetazione nelle aree intercluse e residuali secondo sestini di impianto areali pone in essere l'obiettivo di intervenire nel paesaggio innescando processi evolutivi naturali che nel tempo divengano autonomi, valorizzando le potenzialità del sistema naturale stesso inteso quale carattere prevalente per una sostenibile gestione del contesto territoriale e paesaggistico. In questo senso gli interventi proposti favoriscono il recupero dei caratteri naturali e floristici del contesto attraversato o meglio ancora delle fitocenosi e zoocenosi autoctone, ai fini del mantenimento di un equilibrio il più possibile prossimo a quello naturale. Tali specie partecipano al naturale dinamismo della vegetazione, assicurano un inserimento in senso naturalistico dell'impianto e favoriscono nel contempo l'evoluzione della cenosi vegetali verso la serie dinamica. Per quel che riguarda le comunità animali, esse risultano strettamente legate ai consorzi vegetali, dipendendo fortemente dalla loro strutturazione.

I sestini di impianto dovranno avere il più possibile un aspetto naturaliforme, in modo da non determinare una disposizione troppo ordinata che rivelerebbe l'artificialità dell'impianto stesso e di garantire la massima integrabilità paesaggistico-percettiva dell'opera con le preesistenze. Il sesto d'impianto è realizzato mettendo a dimora un gruppo arbustivo con 2 piante secondo un sesto areale di 72 mq (modulo 6mx12m). Le piante selezionate hanno altezza minima di  $h = 0.8$  m al momento dell'impianto. L'età minima degli esemplari dovrà essere di almeno 2 anni.

Gli esemplari arbustivi impiegato sono:

- Rododendro rosso (*Rhododendron ferrugineum*)
- Biancospino (*Crataegus monogyna*)



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	136 di 148

## 24 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il documento “NB1D01D22RGMA0000001”, al quale si rimanda per opportuno approfondimento, è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità 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” (norme tecniche di attuazione dell’allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA), in base alle risultanze degli studi effettuati a supporto del progetto in questione e, in particolare, allo “Studio di impatto ambientale – Relazione generale” (NB1D01D22RGSA0001001) ed al “Progetto ambientale della cantierizzazione” – Relazione generale (NB1D01R69RGCA0000001)”, individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio.

Il PMA indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell’opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

Il Piano ha quindi 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.

In funzione della tipologia di interventi previsti e dell’ubicazione delle aree di cantiere, il monitoraggio ambientale del presente Progetto si concentrerà sulle seguenti componenti:

- Atmosfera;
- Acque sotterranee;
- Suolo e sottosuolo;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Vegetazione, flora, fauna, ed ecosistemi.



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	137 di 148

## 25 STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

Sulla base delle fasi di realizzazione è stato redatto un cronoprogramma relativo ai tempi di realizzazione dell'insieme di opere facenti parte del progetto. Gli interventi di realizzazione delle opere prevedono una durata complessiva delle lavorazioni di 1560 gnc .

In particolare, la durata complessiva del programma lavori si ripartisce in tre macro attività che determinano il tempo di realizzazione:

- attività propedeutiche all'avvio dei lavori:  
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: 90 gnc;
- attività di costruzione per l'attivazione della nuova linea: 1370 gnc;
- Demolizione di parte del rilevato ferroviario esistente e completamento viabilità Via Piè di Virgolo: 100 gnc.

Il programma si basa sulle seguenti ipotesi:

- Adeguamento Via del Calvario realizzato durante le attività propedeutiche;
- Attività di realizzazione della stabilizzazione del versante del Colle Virgolo propedeutico allo scavo della galleria;
- attività in variante non interferenti con l'esercizio ferroviario in cui sono previsti i lavori di scavo della galleria naturale in tradizionale, tutte le opere di imbocco e le opere che non interferiscono la linea ferroviaria storica;
- attività interferenti con l'esercizio ferroviario le quali verranno realizzate per fasi al fine di poter garantire sempre il corretto esercizio della L.S.. Per tali attività inoltre saranno previste lavorazioni in interruzione notturna programmata (4 ore/notte per 4 giorni alla settimana) in regime di toltensione e per alcune lavorazioni prevedendo delle interruzioni prolungate, da collocare nei fine settimana, che saranno meglio valutate nelle successive fasi di progetto;
- Attività interferenti con le viabilità le quali verranno realizzate con una sequenza tale ad evitare la chiusura contemporanea di più viabilità, ad eccezione di via piè di Virgolo che viene interrotta per tutta la durata di esecuzione delle opere a nord della galleria.

Ulteriore dettaglio è disponibile al Documento "NB1D01D53PHCA0000001".

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

## 26 ESPROPRIAZIONI

La relazione giustificativa delle espropriazioni (documento “NB1D01D43RHAQ0000001”), oltre a individuare i costi per l’acquisizione e l’asservimento degli immobili da espropriare per la realizzazione dell’infrastruttura ferroviaria e stradale, valorizza anche le indennità per l’occupazione temporanea non preordinata all’espropriazione delle aree strettamente connesse all’esecuzione dell’opera, comprese le Aree Tecniche per la realizzazione di talune opere puntuali oggetto di appalto (AT) e le aree di stoccaggio temporaneo delle terre e rocce da scavo per la loro caratterizzazione (AS).

Si include anche la valutazione dell’indennità spettante alle proprietà per il danno temporaneo e/o definitivo subito, a causa della realizzazione delle opere ferroviarie e stradali; nello specifico sono stati valutati i possibili oneri derivanti dalla temporanea sospensione dell’attività da parte dei due esercizi commerciali (bar, distributore di carburante) situati in Via Piè del Virgolo durante il periodo della sua chiusura al traffico.

Si comprendono inoltre, in via prudenziale, le indennità da corrispondere ai proprietari delle abitazioni e delle attività agricole/commerciali ubicate tra la Chiesa della Madonna del Virgolo e la sommità del colle medesimo, per l’eventuale chiusura totale e/o parziale della via del Calvario, che ne rappresenta l’unico accesso carrabile, che potrebbe rendersi necessaria per l’esecuzione in sicurezza dei lavori.

### 26.1 TIPOLOGIA AREE

In sito si è proceduto ad accertare la consistenza degli immobili oggetto della procedura espropriativa, mentre la destinazione urbanistica è stata acquisita con la consultazione del Piano Regolatore Comunale. Dettaglio di quanto sintetizzato di seguito è disponibile al documento “NB1D01D43RHAQ0000001” e relativi elaborati grafici.

Per i fabbricati si è rilevata cartograficamente l’estensione, mentre il numero di piani, la destinazione d’uso, le condizioni manutentive e la vetustà sono state acquisite mediante sopralluogo.

Le aree oggetto di intervento si collocano in stretta prossimità delle linee storiche Verona - Brennero e Bolzano - Merano ed attraversano due zone distinte tra loro per caratteristiche; una pianeggiante urbanizzata, una collinare tenuta a bosco ed un fronte roccioso con pendenze prossime al 100% sul quale è presente vegetazione spontanea a carattere boschivo caratterizzata da essenze arboree autoctone. L’Area Tecnica e di Stoccaggio, individuate per la realizzazione delle opere di stabilizzazione del Colle Virgolo, invece, sono posizionate in prossimità della Chiesa del Santo Sepolcro e rappresentano le uniche e limitate aree con andamento pressoché pianeggiante presenti in zona e quindi adatte alla finalità esposte dal progetto.

Il totale delle superfici impegnate è pari a **mq. 49.019,00** di cui:

- da espropriare per sede stabile della ferrovia e sue dipendenze e/o sede stradale **mq. 13.362,00**
- da asservire per presenza in sottosuolo di galleria ferroviaria **mq. 211,00**
- **da asservire per opere di stabilizzazione del versante** **mq. 17.124,00**
- da occupare temporaneamente per esecuzione lavori, AS e AT (Stabilizzazione) **mq. 2.262,00**
- **da occupare temporaneamente per esecuzione lavori, AS e AT (Linea)** **mq. 16.060,00**

Le opere in progetto ricadono nella zona semicentrale del Comune Amministrativo di Bolzano (comuni catastali di Bolzano e Dodiciville). Si tratta di aree che, per la maggior consistenza, hanno destinazione mista produttiva e residenziale e, in misura minore, agricola tenuta a bosco.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

## 26.2 QUADRO URBANISTICO

Gli accertamenti condotti sullo strumento urbanistico vigente del comune di Bolzano si dispone il tracciato dell'opera ferroviaria e delle opere viabilistiche provvisorie e definitive hanno consentito di individuare le classificazioni urbanistiche delle aree da espropriare, da asservire e da occupare temporaneamente che di seguito sono elencate:

- Zona B2 – residenziale di completamento;
- Zona B5 – residenziale di completamento;
- Zona D2 - di insediamenti produttivi;
- Zona di insediamenti produttivi di interesse provinciale;
- Verde Pubblico;
- Bosco;
- Bosco – Area di tutela dell'acqua potabile con specifico piano di tutela – Zona III
- Zona verde agricolo con particolare vincolo paesaggistico
- Aree destinate ad attrezzature collettive;
- Parcheggio pubblico
- Impianti ferroviari
- Sedimi di strade pubbliche
- Sedimi di corsi d'acqua demaniali

## 26.3 CRITERI DI STIMA

### 26.3.1 Aree Agricole

L'indennità afferente alle aree agricole è commisurata, in ottemperanza della sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10.06.2011 che ha reso incostituzionale i commi 2 e 4 dell'art. 40 del D.P.R. 327/2001, al valore agricolo di mercato delle stesse. Tuttavia, l'art. 5 comma 2 del medesimo D.P.R. prevede che "...le Regioni a statuto speciale, nonché le Province Autonome di Trento e Bolzano esercitano la propria potestà legislativa in materia di espropriazione per pubblica utilità nel rispetto dei rispettivi statuti e delle relative norme di attuazione...".

A tal proposito, ai fini dell'accertamento delle indennità da riconoscere, in applicazione della Legge Provinciale n. 10 del 15 aprile 1991, che, oltre a stabilire i criteri da utilizzare, rimanda l'acquisizione dei valori unitari al Bollettino Ufficiale della Regione Trentino-Alto Adige.

Nello specifico l'art. 7/quarter della Legge Provinciale n. 10 del 15 aprile 1991 stabilisce che "...L'indennità di espropriazione delle aree non edificabili consiste nel giusto prezzo da attribuire, entro i valori minimi e massimi stabiliti dalla commissione di cui all'art. 11, all'area quale terreno agricolo considerato libero da vincoli di contratti agrari, secondo il tipo di coltura in atto al momento dell'emanazione del decreto di cui all'art.5...".

A tale riguardo sul Bollettino n. 13/Sez. Gen. del 01.04.2021 sono pubblicati i valori minimi e massimi stabiliti dalla Commissione Provinciale Espropri per l'anno 2021 suddivisi per coltura praticata e definiti sulla base di fattori intrinseci ed estrinseci quali feracità, irrigazione, possibilità di lavorazione meccanizzata, sfruttamento e quota s.l.m.. Di seguito sono quindi riepilogati i valori adottati secondo i criteri sopra descritti.

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA <b>NB1D</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>D 05 RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

### 26.3.2 Aree Edificabili

Analogamente a quanto previsto per le aree agricole, ai fini dell'accertamento delle indennità da corrispondere per le aree edificabili, si procede in applicazione dell'art. 7/quinques della Legge Provinciale n. 10 del 15 aprile 1991 che stabilisce "...per le aree edificabili l'indennità di espropriazione è determinata in misura pari al valore venale del bene...", e rimanda l'acquisizione dei valori unitari al Bollettino Ufficiale della Regione Trentino-Alto Adige.

Il provvedimento del Direttore reggente dell'Ufficio Estimo ed Espropri pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Trentino-Alto Adige n. 8/Sez. Gen. del 25.02.2021, stabilisce che il valore venale delle aree destinate urbanisticamente a zone residenziali e a zone per insediamenti produttivi "...è individuato nell'ambito dei valori di riferimento indicati nella tabella allegata..." a tale provvedimento. Considerando le due diverse tipologie indicate nella Delibera medesima, e sulla base della qualità e della posizione delle aree oggetto di occupazione, si adotta il valore di mercato riferito alle "località Minori".

Il progetto si colloca in ambito urbano ed interessa alcune attività commerciali che subiranno soggezioni temporanea causate dai lavori.

Il progetto prevede inoltre l'imposizione di servitù di dominio sotterraneo per galleria. L'imposizione di servitù prevede la limitazione del diritto di proprietà che si configura in forma differente in funzione dell'opera alla quale sono sottese. L'indennità è quindi commisurata in maniera direttamente proporzionale al crescere delle limitazioni imposte ed alla diminuzione della redditività dell'immobile in termini percentuali rispetto al valore del medesimo. Non si rilevano particolari criticità connesse all'occupazione, definitiva e/o temporanea, delle aree necessarie alla realizzazione delle opere.

A titolo prudenziale, si è tuttavia approfondito l'eventuale scenario di chiusura di Via del Calvario. Le soggezioni ed i rispettivi indennizzi valutati nell'ipotesi, più cautelativa, di interruzione per l'intera durata dei lavori, rimarranno un valido parametro di stima rispetto eventuali interruzioni più limitate nel tempo.

### 26.4 INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI

Gli immobili che sono oggetto di intervento diretto sono individuati dallo studio acustico effettuato. Sono costituiti da fabbricati prospicienti la linea ferroviaria aventi destinazione ad uso residenziale, oltre ad un complesso scolastico.

Per l'accertamento della consistenza si è proceduto con sopralluoghi in sito ma senza accedere, per ragioni di opportunità, all'interno delle unità immobiliari.

Le indagini condotte all'esterno dei fabbricati hanno comunque consentito di individuare la destinazione d'uso e, con sufficiente approssimazione, anche le condizioni interne estrinseche di manutenzione e di vetustà, che sono risultate essere quelle di abitazione di tipo civile con vetustà compresa tra i 30 e 50 anni.

Al riguardo di questi ricettori per i quali, pur con l'adozione di barriere antirumore, ovvero per quei casi ove detto presidio non sia tecnicamente possibile e vista la prossimità con l'infrastruttura ferroviaria, non risulta possibile garantire il rispetto dei limiti con impatto residuale in facciata, la sezione acustica del progetto prevede l'intervento diretto sugli edifici attraverso la sostituzione degli infissi esistenti con appositi infissi fonoassorbenti.

La presente stima ha anche la finalità di determinare l'opportuna indennità al proposito spettante. Ulteriori dettagli sono disponibili al capitolo 2 Sezione B del documento "NB1D01D43RHAQ000001".

	LINEA BOLZANO – MERANO REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE  <b>NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO</b>					
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	COMMESSA NB1D	LOTTO 01	CODIFICA D 05 RG	DOCUMENTO MD 00 00 001	REV. A

## 27 QUADRO ECONOMICO

Si riportano di seguito i criteri adottati per la definizione del valore delle opere, che contribuisce alla determinazione del Costo dei Lavori, e degli ulteriori costi che costituiscono alcune delle voci che concorrono alla determinazione delle Somme a disposizione della Stazione Appaltante.

I lavori a Corpo ed i lavori a Misura sono stati determinati sulla base di Computi Metrici Estimativi con applicazione di Prezzi Unitari desunti dalle tariffe di prestazioni e lavori edizione 2021 di RFI; per le voci non previste nel predetto tariffario si è fatto ricorso a Voci Aggiuntive il cui prezzo è stato determinato mediante analisi specifiche. Questi includono i costi relativi a:

- Opere Civili di linea ed Opere Civili extra linea;
- Sovrastruttura Ferroviaria: Armamento;
- Segnaletica di Emergenza in Galleria;
- Opere a Verde;
- Mitigazioni di Cantiere;
- Impianti Tecnologici ( )
  - Trazione Elettrica;
  - Luce e Forza Motrice;
  - Impianti Meccanici.

Rispetto le discipline del Segnalamento Ferroviario, Sistemi di Supervisione e Telecomunicazioni, vincolate agli esiti di altro Progetto Infrastrutturale in capo a Rete Ferroviaria Italiana in corso di svolgimento,

La stima è stata elaborata secondo il modello di valutazione parametrica tramite l'adozione di costi parametrici applicati alle varie tipologie di opere identificate con il censimento delle Opere Civili, dell'Armamento e delle Tecnologie, in relazione agli standard tipologici di riferimento oppure, laddove motivatamente non possibile, attraverso stime fornite direttamente dalle competenti strutture.

I rimborsi previa fattura relativi alla Risoluzione delle Interferenze con i Pubblici Servizi, sono basati sui preventivi ricevuti dagli enti gestori e su stime parametricamente per quelli per i quali alla data di redazione del presente progetto non sono pervenuti i detti preventivi.

la valorizzazione del costo delle espropriazioni e degli interventi diretti sui ricettori è quella predisposta dalla competente struttura mediante apposita stima determinata secondo i criteri già esplicitati al capitolo 26.

I materiali di Fornitura RFI sono ricavati nell'ambito delle correlate Computazioni di Progetto e afferiscono principalmente alle partite relative all'Armamento ed alla Trazione Elettrica.

Il Monitoraggio Ambientale Ante Operam/In corso d'Opera/Post Operam è stato stimato sulla base della tipologia di lavorazioni previste, la dislocazione dei cantieri e la durata complessiva dei lavori.

la valorizzazione degli oneri della sicurezza è stata eseguita in "analogia" ad opere similari, così come previsto dalla norma e ammissibile in questo livello progettuale (art. 22 del DPR 207/10), prendendo a riferimento la documentazione di progetto di altri appalti.

l'ipotesi di affidamento lavori è ad Appalto Integrato.

## RELAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle relazioni specifiche delle singole specialistiche:

<b>GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA</b>	
Relazione geologica	NB1D01D69RGGE0001001
Rapporto sulle attività di campagna	NB1D01D69RHGE0001001
Relazione sulle stazioni geomeccaniche tradizionali	NB1D01D69RHGE0001002
Schede di rilevamento geomeccanico tradizionale	NB1D01D69RHGE0001003
Relazione sui rilievi geomeccanici in parete	NB1D00D69RHGE0005003
Relazione sul rilievo fotogeologico del cunicolo	NB1D01D69RHGE0005002
<b>GEOTECNICA</b>	
Relazione geotecnica generale – Opere all'aperto	NB1D01D26RGGE0000001
<b>IDRAULICA</b>	
Relazione idrologica	NB1D01D26RIID0001001
Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria	NB1D01D26RHID0002001
Relazione idraulica drenaggio di piattaforma stradale	NB1D01D26RHID0002002
<b>TRACCIATO E ARMAMENTO</b>	
Relazione tecnico descrittiva Tracciato ferroviario	NB1D01D26RHIF0001001
Relazione tecnica dell'armamento	NB1D01D13RFSF0000001
<b>ESERCIZIO</b>	
Relazione tecnica di esercizio	NB1D01D16RGES0001001
Programma lavori per macrofasi realizzative	NB1D01D16RGES0002001
Programma generale delle soggezioni all'esercizio ferroviario	NB1D01D16PHES0002001
<b>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE</b>	
Relazione generale - Studio Acustico	NB1D01D22RGIM0004001
Relazione generale - Studio Vibrazionale	NB1D01D22RGIM0004002
Report dei rilievi fonometrici	NB1D01D22RHIM0004001
Report dei rilievi vibrazionali	NB1D01D22RHIM0004002
Relazioni degli interventi diretti sui ricettori	NB1D01D22SHIM0004001
<b>MESSA IN SERVIZIO, SICUREZZA E MANUTENZIONE</b>	
Relazione di Analisi Preliminare rispetto alle STI	NB1D01D24RGMD0000001
Relazione di manutenzione	NB1D01D04RGES0005001
Relazione generale di sicurezza	NB1D01D17RGSC0003001
<b>GALLERIA</b>	
Relazione tecnica galleria del Virgolo	NB1D01D07RHGN0000001
Relazione tecnico-specialistica per la verifica di resistenza al fuoco	NB1D01D09RHOC0000001
<b>STABILIZZAZIONE DEL VERSANTE DEL COLLE VIRGOLO</b>	
Relazione tecnica specialistica	NB1D00D07RHGB0000001
<b>TRACCIATI STRADALI</b>	
NV01-VI01- Relazione descrittiva Via Roma	NB1D01D26RHNV0000001
NV02-SL02- Relazione tecnica del tracciato Via Santa Geltrude	NB1D01D26RHNV0200001
NV02-SL02 Relazione di sicurezza stradale Via Santa Geltrude	NB1D01D26RHNV0200002
NV03-NW03-SL05 – Relazione tecnica tracciato Viabilità area Interclusa	NB1D01D26RHNV0300001
NV04- SL04 – Relazione di sicurezza stradale Via Pie' di Virgolo	NB1D01D26RHNV0400002
NV04- SL04 – Relazione tecnica del tracciato Via Pie' di Virgolo	NB1D01D26RHNV0400001

NV05 – Relazione di sicurezza stradale Via del Calvario	NB1D01D26RHN0500002
NV05 – Relazione tecnica del tracciato Via del Calvario	NB1D01D26RHN0500001
<b>OPERE CIVILI</b>	
Ponte esistente sul fiume Isarco - Valutazioni degli effetti sull'opera esistente del nuovo assetto piano-altimetrico dei binari	NB1D01D09RHVI0000001
Relazione generale delle opere civili di linea ferroviaria	NB1D01D26RGOC0000001
Relazione generale delle opere civili viabilità	NB1D01D26RGOC0000002
Relazione descrittiva Barriere Antirumore	NB1D01D26RHBA0000001
Relazione tecnica descrittiva BST	NB1D01D26RHBB0000001
Relazione descrittiva demolizioni	NB1D01D26RHOC000X001
SL03 – Relazione calcolo opere di sostegno e solettone Copertura SS12	NB1D01D26CLSL0300001
PT01 – Piazzale GA01 – Relazione descrittiva	NB1D01D26RHPT0100001
PT02 – Piazzale FA02 – Relazione descrittiva	NB1D01D26RHPT0200001
FA01 – Gestore d'Area GA01 – Relazione descrittiva	NB1D01D26RHFA0100001
<b>INTERFERENZE E SOTTOSERVIZI</b>	
Dossier di censimento dei sottoservizi	NB1D01D53RGSIO0000001
Dossier di censimento dei sottoservizi – Stabilizzazione Versante	NB1D00D53RGSIO0000001
Relazione risoluzione interferenze	NB1D01D26RHSIO0000001
<b>ATTREZZAGGIO TECNOLOGICO</b>	
Relazione generale interventi TE	NB1D01D18RGLC0000001
Relazione tecnica descrittiva BST per blocchi TE	NB1D01D18ROBB0000T01
Relazione tecnica LFM	NB1D01D18ROLF0000001
Relazione tecnica impianto di Telegestione	NB1D01D18ROLF2000001
Relazione generale Sistema di alimentazione	NB1D01D18ROLF1000001
Relazione tecnica impianti di segnalamento e supervisione	NB1D01D58ROIS0000001
Relazione tecnica TLC	NB1D01D58ROTC0000001
<b>IMPIANTI MECCANICI</b>	
Relazione tecnica impianti meccanici	NB1D01D17ROIT0000001
Relazione tecnica impianti safety	NB1D01D17ROAI0000001
Relazione tecnica security	NB1D01D17ROAN0000001
<b>CANTIERIZZAZIONE</b>	
Relazione di cantierizzazione	NB1D01D53RGCA0000001
Relazione di cantierizzazione – Stabilizzazione versante	NB1D00D53RGCA0000001
<b>SIA</b>	
Relazione generale	NB1D01D22RGSAA0001001
Sintesi non tecnica	NB1D01D22RGSAA0001002
<b>OPERE A VERDE</b>	
Relazione opere a verde	NB1D01D22RGIA0000001
<b>PAESAGGISTICA</b>	
Relazione generale	NB1D01D22RGIM0002001
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	
Relazione generale	NB1D01D22RGMA0000001
<b>PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE</b>	
Relazione generale	NB1D01D69RGCA0000001
<b>SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E SMALTIMENTO</b>	
Siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione generale	NB1D01D69RHCA0000001
<b>GESTIONE DELLE TERRE E MATERIALI DI RISULTA</b>	



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	144 di 148

Piano di Gestione Materiali di Risulta - Relazione generale	NB1D01D69RGTA0000001
<b>SICUREZZA D.LGS 81/2008</b>	
Prime indicazioni per il Piano di Sicurezza e Coordinamento	NB1D01D72PUSZ0004001
<b>ESPROPRI</b>	
Relazione giustificativa delle espropriazioni e per gli interventi diretti sui ricettori	NB1D01D43RHAQ0000001

## INDICI

### INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1 – Collocazione dell’Intervento .....	8
Figura 6.1 - Inquadramento geologico. L’area oggetto di studio è ricompresa nel rettangolo rosso.....	14
Figura 6.2 - Traccia e sezione E-W delle Alpi meridionali durante il Permiano medio .....	15
Figura 6.3 - Caldera di Bolzano: area subcircolare delimitata da lineamenti strutturali (da Bosellini,1996).....	15
Figura 6.4 – Indicazione dei piani di discontinuità rilevati lungo il cunicolo esplorativo.....	17
Figura 6.5 - Particolare della zona interessata dai crolli in calotta, trattata con la posa della rete elettrosaldada, chiodature e spritz beton.....	18
Figura 6.6 - Inquadramento morfologico della conca di Bolzano con la confluenza delle tre valli alpine e la localizzazione del colle del Virgolo (immagine da GoogleEarth, 2017). .....	22
Figura 6.7 - Area nord-occidentale del Virgolo, coperta da raster slope con risoluzione 0.2 m. DTM 0.5 m all’esterno. 23	
Figura 6.8 - Aspect della zona sud del colle. In evidenza i due canali paralleli con andamento circa SE-NO. ....	24
Figura 6.9 - Massima elevazione della parete in corrispondenza dell’imbocco sud del tunnel in progetto (a); proseguendo verso NE l’altezza si riduce (b). .....	25
Figura 6.10 - Suddivisione in aree omogenee del versante nord-orientale del Virgolo .....	26
Figura 6.11 - Blocchi giunti sulla sede stradale di via del Calvario (ottobre 2019). .....	28
Figura 6.12 - Estratto del Piano delle Zone di Pericolo (PZP frane) dell’area del Virgolo. All’interno dell’ovale in giallo le aree dei previsti imbocchi.....	29
Figura 6.13 – Ubicazione degli stop geologici eseguiti in corrispondenza del Colle del Virgolo.....	34
Figura 7.1 – Inquadramento idrografico delle aree di progetto .....	36
Figura 7.2 – Ubicazione della stazione meteorologica di Bolzano (n. 8320).....	37
Figura 7.3 - Versante a monte di Via Pie di Virgolo – Vista 3D Google Earth.....	38
Figura 7.4 – Area di drenaggio afferente a via Pie’ di Virgolo.....	38
Figura 7.5 – Inquadramento PAI/PRGA.....	39
Figura 9.1 - Schema planimetrico della galleria del Virgolo con indicazione dei marciapiedi .....	44
Figura 10.1 – Scenario attuale .....	47
Figura 10.2 – Scenario di progetto.....	47
Figura 11.1 – Modello esercizio attuale (Fonte PIC) .....	52
Figura 12.1 – Mappatura Ordigni Bellici, Provincia di Bolzano .....	62
Figura 13.1 – Localizzazione opere civili .....	65
Figura 13.2 – Cavalcavia esistente Via Roma .....	67
Figura 13.3 – Sezioni in progetto .....	67
Figura 13.4 – Sottopasso esistente – Via S. Geltrude .....	68



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	146 di 148

Figura 13.5 – Sezione scatolare .....	68
Figura 13.6 – Sottopasso esistente SS12 copertura con singolo binario .....	69
Figura 13.7 – Sezione sottopasso SS12 .....	69
Figura 13.8 – Sviluppo della nuova viabilità NV03 e posizione dello scavalco NW03 e sottopasso SL05 .....	70
Figura 13.9 - Sezione 1 - Cavalcavia c.a.p.....	71
Figura 13.10 – Sezione 1 - Sottopasso SL05 .....	71
Figura 13.11 – Sottopasso esistente Via Pie’ di Virgolo .....	72
Figura 13.12 – Vista planimetrica della NV04 e del Sottovia SL04.....	72
Figura 13.13 – Vista Planimetrica del Sottopasso SL04 .....	73
Figura 13.14 – Sezione longitudinale sottopasso in progetto.....	73
Figura 13.15 – Viste del tratto iniziale di Via del Calvario.....	74
Figura 13.16 – Assetto Provvisorio dell’ingresso a Via del Calvario ed Assetto Definitivo .....	74
Figura 13.17 – Barriera Antirumore HS sul Ponte di Via Roma - Sezione .....	76
Figura 13.18 – Fabbricato tecnologico.....	77
Figura 13.19 – Cabina MT/bt .....	78
Figura 14.1 – Vista generale del Versante .....	79
Figura 14.2 - Planimetria generale degli interventi .....	80
Figura 14.3 - Planimetria generale con ubicazione degli interventi.....	81
Figura 14.4 – Blocchi instabili presenti nell'area di intervento.....	82
Figura 14.5 – Individuazione aree per interventi di consolidamento attivo.....	83
Figura 14.6 – Planimetria ubicazione interventi .....	84
Figura 14.7 – Schema vista assonometrica di una barriera. ....	85
Figura 14.8 – Schema generale, vista frontale ed in sezione di un intervento con Rafforzamenti corticali.....	85
Figura 15.1 - Profilo nuova galleria del Virgolo.....	89
Figura 15.2 – Sezione di intradosso per la tratta a doppio binario.....	90
Figura 15.3 – Sezione di intradosso per la tratta a singolo binario.....	91
Figura 15.4 – Sezione di intradosso per la tratta a triplo binario.....	91
Figura 15.5 – Planimetria galleria con cunicolo esplorativo .....	92
Figura 15.6 – Sezioni galleria con cunicolo esplorativo .....	92
Figura 15.7 – Sezione di intradosso camerone interasse 4 – 5.....	93
Figura 15.8 - Sezione di intradosso camerone interasse 5 – 8.....	94
Figura 15.9 - Sezione di intradosso camerone interasse 8 – 11,45.....	94
Figura 15.10 – Planimetria imbocco lato Bolzano.....	95
Figura 15.11 – Zona di imbocco lato Verona (fonte Google Maps) .....	96



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	147 di 148

Figura 15.12 – Parete rocciosa imbocco lato Verona (fonte Google Maps) .....	97
Figura 15.13 - Sistemazione finale imbocco lato Verona .....	97
Figura 15.14 - Dettaglio marciapiede binario pari Brennero .....	98
Figura 15.15 - Intervento di consolidamento cunicolo esplorativo .....	99
Figura 15.16 - Macofase 1 .....	99
Figura 15.17 - Macrofase 2 .....	100
Figura 15.18 - Macrofase 3 .....	100
Figura 15.19 - Planimetria dell’opera in sotterraneo con sezioni .....	101
Figura 15.20 – Sezione 0 .....	101
Figura 16.1 - Prospetto e sezioni .....	105
Figura 16.2 - Dettaglio sezione longitudinale .....	105
Figura 16.3 - Sezione trasversale .....	106
Figura 20.1 - Localizzazione delle indagini vibrazionali lungo l’attuale linea Verona – Brennero .....	125
Figura 20.2 - Individuazione dei ricettori critici interferiti dal disturbo da vibrazioni indotte dai convogli ferroviari .....	126
Figura 21.1 – siti inquinati/potenzialmente inquinati segnalati dall’Ufficio Gestione Rifiuti della PAB (2021) .....	129
Figura 21.2 - <i>areale ex ANAS (in giallo), edifici in demolizione (rosso)</i> .....	130

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Opere principali in progetto .....	10
Tabella 2 - Aree morfologiche omogenee .....	27
Tabella 3 - Classi di permeabilità adottate nel presente lavoro. ....	30
Tabella 4 - Valori di permeabilità da prove Lugeon (sondaggi BHG3 e VG1) .....	31
Tabella 5 - Valori di soggiacenza misurata ai piezometri Italferr (m da p.c.) .....	33
Tabella 6: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2 .....	40
Tabella 7: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3 .....	40
Tabella 8: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2 .....	40
Tabella 9: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3 .....	40
Tabella 10 – Attività soggette a DPR 151/2011 .....	45
Tabella 11 – Caratteristiche tecniche tracciato linea Meranese .....	48
Tabella 12 - Caratteristiche tecniche tracciato linea Brennero binario pari .....	49
Tabella 13 - Caratteristiche tecniche tracciato linea Brennero binario dispari .....	49
Tabella 14 - IPO diurne e notturne binari di linea a nord di Bolzano .....	56
Tabella 15 - IPO diurne e notturne binari di linea a sud di Bolzano .....	56



LINEA BOLZANO – MERANO  
REALIZZAZIONE NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO A 3 BINARI  
SPOSTAMENTO BIVIO LINEA MERANESE

**NUOVO TUNNEL DEL VIRGOLO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1D	01	D 05 RG	MD 00 00 001	A	148 di 148

Tabella 16 - IPO notturna linea a singolo binario Bolzano-Merano, tratta Bolzano-Ponte Adige .....	57
Tabella 17 - Riepilogo IPO diurne e notturne.....	57
Tabella 18 - Attività di Bonifica Bellica .....	63
Tabella 19 – Quadro riassuntivo delle demolizioni .....	64
Tabella 20 – Progressive della galleria .....	89
Tabella 21 – Sezioni del camerone di diramazione.....	93
Tabella 22 – Località interessate dall’intervento .....	115
Tabella 23 - Aree di cantiere Nuovo Tunnel del Virgolo .....	121
Tabella 24 - Aree di cantiere Stabilizzazione Versante Colle Virgolo .....	121
Tabella 25 - Dimensionamento e tipologia di barriere antirumore adottate .....	124
Tabella 26 - Ricettori per i quali si ha il superamento dei limiti nel periodo notturno.....	126
Tabella 27 - Livelli equivalenti delle accelerazioni calcolati in corrispondenza del ricettore 2031 .....	127
Tabella 28 - Quadro dei materiali da scavo .....	128
Tabella 29 – Livelli significatività effetti .....	132