COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

CUP J94J17000040001

U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA BOLZANO – MERANO

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

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
TRACCIATO FERROVIARIO

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NB1D	01	D	26	RH	IF0001	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	S. Agnolin A. Pinciroli	Mag. 2021	A. Parravicini L. Stoppini	Mag. 2021	C. Mazzocchi	Mag. 2021	A. Perego Mag. 2021 ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO DOTT. ING. PEREGO ANDREA Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione n° A 32428

File: NB1D01D26RHIF0001001A.doc

INDICE

1 PREMESSA 3

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO ED INPUT PROGETTUALI 5

3 DOCUMENTI REFERENZIATI 7

4 DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE 8

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO 10

5.1 NUOVE COMUNICAZIONI A SUD E VELOCIZZAZIONE DELLA MERANESE 10

5.2 GALLERIA DEL VIRGOLO E TRATTI IN APPROCCIO 16

5.3 MODIFICHE AL PRG DI BOLZANO 19

5.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TRACCIATI DI PROGETTO 21

6 FASI ESECUTIVE DELL'INTERVENTO 24

7 VERIFICHE CINEMATICHE 28

7.1 ASSE MERANESE SUD 28

7.2 ASSE BP SUD 28

7.3 ASSE BD SUD 31

7.4 ASSE MERANESE 33

7.5 ASSE BP 39

7.6 ASSE BD 42

8 RICORSO A VALORI MENO RESTRITTIVI RISPETTO A QUELLI DEL MDP DI ARMAMENTO 47

8.1 LINEA DEL BRENNERO - GEOMETRIA PLANIMETRICA 47

8.2 LINEE DEL BRENNERO E MERANESE- GEOMETRIA ALTIMETRICA 49

8.3 PRG DI BOLZANO - GEOMETRIA PLANIMETRICA 49

Rettifilo fra curve concordi di lunghezza pari a 7,5m<9,0m 49

Rettifilo fra curve discordi di lunghezza pari a 3,0m<6,0m 51

8.4 PRG DI BOLZANO – GEOMETRIA ALTIMETRICA 53

1 PREMESSA

Il progetto del nuovo tunnel del Virgolo a tre binari e dello spostamento del Bivio della linea Meranese fa parte degli interventi individuati nell'Accordo Quadro sottoscritto da RFI e Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige per l'implementazione della capacità dell'infrastruttura ferroviaria.

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 BP 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, viene ripristinata la connessione fra deposito STA e Meranese prima del ponte di via Roma incrementando contestualmente il modulo del binario di accesso.

Figura 1 - Ortofoto configurazione della linea allo stato di fatto (nero) e di progetto (rosso)

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO ED INPUT PROGETTUALI

La progettazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme di Legge e dei Regolamenti vigenti, Istruzioni e Normative Tecniche applicabili, delle Specifiche Tecniche emanate da RFI S.p.A., nonché di tutta la ulteriore documentazione di riferimento riportata nelle normative stesse.

Tutti i riferimenti normativi di seguito citati si intendono nell'edizione più aggiornata in vigore:

Normativa RFI

- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 E del 31.12.2020;
- Manuale di Progettazione d'armamento RFI - RFI DTC SI M AR 01 001 1 A del 13.09.2019;
- Istruzione Tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C - Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata del 12.03.2016;
- Circolare n° 338/6.5 del 25.10.1986 – Scartamento del binario;
- Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 07 001 B - Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio;
- Nota RFI-DTC-STS n. 2097 del 16/12/2014 Standard di posa nel binario corrente delle giunzioni isolanti incollate con utilizzazione delle traverse speciali in c.a.p. per armamento 60E1 marca RFI 230 2V G, RFI 240 2V G, RFI 260 2V G per installazione in corrispondenza delle g.i.i.;
- Norma RFI TCAR ST AR 01 001 D - Standard geometrico del binario con velocità fino a 300 km/h
- Fascicolo linea n° 72 – Edizione dicembre 2003;
- Istruzione Tecnica RFI TCAR SP AR 03 003 F - Traversoni e traverse speciali in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso per apparecchi del binario;
- Specifica tecnica RFI TCAR SF AR 03 005 D - Traversoni in legno per apparecchi di binario, legnami per ponti e traverse in legno;
- Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 06 004 B - Apparecchi del binario su traversoni in C.A.P. di nuova generazione;
- DI TC AR SF AR 01 001 A del 08/07/1999 - Paraurti ad assorbimento di energia;
- Specifica tecnica RFI DTC INC SP IFS 010 0 – Pietrisco per massicciata ferroviaria;
- Tariffe AM, BA depositate edizione 2021.

Per il dettaglio delle normative relative ai componenti dell'armamento, si veda la specifica relazione.

Normativa europea

- 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;

- Regolamento (UE) n.1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;

- Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 della commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione;

- Regolamento di esecuzione (UE) 2019/772 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valutare i progressi compiuti in materia di accessibilità;

- Decreto Legislativo 14 maggio 2019, n. 50, attuazione della direttiva 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie;

- Decreto Legislativo 14/05/2019, n. 57, Attuazione della direttiva 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla interoperabilità delle ferrovie.

3 DOCUMENTI REFERENZIATI

I documenti progettuali di riferimento sono i seguenti:

TRACCIATI LINEA																						
Corografia	1:10000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	C	4	I	F	0	0	0	1	0	0	1
Planimetria dello stato di fatto - Tav. 1/6	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	2	0	0	1
Planimetria dello stato di fatto - Tav. 2/6	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	2	0	0	2
Planimetria dello stato di fatto - Tav. 3/6	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	2	0	0	3
Planimetria dello stato di fatto - Tav. 4/6	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	2	0	0	4
Planimetria dello stato di fatto - Tav. 5/6	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	2	0	0	5
Planimetria dello stato di fatto - Tav. 6/6	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	2	0	0	6
Relazione tecnico descrittiva tracciato ferroviario	-	N	B	1	D	0	1	D	2	6	R	H	I	F	0	0	0	1	0	0	1
Plano-profili su ortofoto - Tav. 1/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	1
Plano-profili su ortofoto - Tav. 2/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	2
Plano-profili su ortofoto - Tav. 3/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	3
Plano-profili su ortofoto - Tav. 4/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	4
Plano-profili su ortofoto - Tav. 5/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	5
Plano-profili su ortofoto - Tav. 6/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	6
Plano-profili su ortofoto - Tav. 7/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	7
Plano-profili su ortofoto - Tav. 8/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	8
Plano-profili su ortofoto - Tav. 9/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	0	9
Plano-profili su ortofoto - Tav. 10/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	0
Plano-profili su cartografia - Tav. 1/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	1
Plano-profili su cartografia - Tav. 2/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	2
Plano-profili su cartografia - Tav. 3/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	3
Plano-profili su cartografia - Tav. 4/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	4
Plano-profili su cartografia - Tav. 5/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	5
Plano-profili su cartografia - Tav. 6/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	6
Plano-profili su cartografia - Tav. 7/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	7
Plano-profili su cartografia - Tav. 8/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	8
Plano-profili su cartografia - Tav. 9/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	1	9
Plano-profili su cartografia - Tav. 10/10	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	L	7	I	F	0	0	0	1	0	2	0
Profilo longitudinale BP - Tav. 1/3	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	1
Profilo longitudinale BP - Tav. 2/3	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	2
Profilo longitudinale BP - Tav. 3/3	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	3
Profilo longitudinale BD - Tav. 1/3	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	4
Profilo longitudinale BD - Tav. 2/3	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	5
Profilo longitudinale BD - Tav. 3/3	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	6
Profilo longitudinale Meranese - Tav. 1/6	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	7
Profilo longitudinale Meranese - Tav. 2/6	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	8
Profilo longitudinale Meranese - Tav. 3/6	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	0	9
Profilo longitudinale Meranese - Tav. 4/6	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	1	0
Profilo longitudinale Meranese - Tav. 5/6	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	1	1
Profilo longitudinale Meranese - Tav. 6/6	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	1	2
Profilo longitudinale S_01 e Asse Ser. Sud	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	1	3
Profilo longitudinale STA	1:1000/100	N	B	1	D	0	1	D	2	6	F	7	I	F	0	0	0	1	0	1	4
Planimetria di tracciamento - Tav. 1/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	1
Planimetria di tracciamento - Tav. 2/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	2
Planimetria di tracciamento - Tav. 3/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	3
Planimetria di tracciamento - Tav. 4/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	4
Planimetria di tracciamento - Tav. 5/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	5
Planimetria di tracciamento - Tav. 6/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	6
Planimetria di tracciamento - Tav. 7/7	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	8	0	0	7
Sezioni trasversali - Tav. 1/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	1
Sezioni trasversali - Tav. 2/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	2
Sezioni trasversali - Tav. 3/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	3
Sezioni trasversali - Tav. 4/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	4
Sezioni trasversali - Tav. 5/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	5
Sezioni trasversali - Tav. 6/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	6
Sezioni trasversali - Tav. 7/7	1:200	N	B	1	D	0	1	D	2	6	W	9	I	F	0	0	0	1	0	0	7
Fasi realizzative																					
Planimetria delle fasi - Tav. 1/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	1
Planimetria delle fasi - Tav. 2/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	2
Planimetria delle fasi - Tav. 3/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	3
Planimetria delle fasi - Tav. 4/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	4
Planimetria delle fasi - Tav. 5/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	5
Planimetria delle fasi - Tav. 6/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	6
Planimetria delle fasi - Tav. 7/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	7
Planimetria delle fasi - Tav. 8/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	8
Planimetria delle fasi - Tav. 9/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	0	9
Planimetria delle fasi - Tav. 10/10	1:1000	N	B	1	D	0	1	D	2	6	P	7	I	F	0	0	0	4	0	1	0

4 DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE

Allo stato attuale la Stazione ferroviaria di Bolzano, servita dalle linee del Brennero e Meranese (che confluisce sulla prima circa 1,5 km più asud), è composta da un totale di 22 binari passanti così suddivisi:

- I a VI: binari di circolazione che svologono il servizio viaggiatori, dotati di banchina per la salita e discesa;
- VII a XI: binari di circolazione che non effettuano servizio viaggiatori, quindi privi di banchina;
- dal 12 al 22: binari di scalo.

Oltre a questi è presente un binario tronco lato Verona adiacente al FV adibito al traffico viaggiatori.

Al termine della stazione in direzione nord proseguono i due bianari della linea del Brennero.

In direzione sud proseguono i due binari della linea del Brennero e un'asta di manovra che termina circa 90m oltre la spalla del ponte sull'Isarco.

Procedendo verso sud, subito dopo aver sovrapassato via Roma, la linea Meranese si dirama dal binario pari della linea del Brennero alla pk 148+635 (progressiva PS) tramite una comunicazione a 60 Km\h costituita da due scambi 400/0.074/dx, per poi affiancarvisi per circa 1,3km prima di curvare in direzione Merano.

Alla progressiva 148+422 del Binario Dispari della linea del Brennero, a lato del rilevato ferroviario esistente, si trova un fascio di binari attualmente slacciato e non utilizzato. In quest'area è prevista la realizzazione di un impianto di manutenzione trani da parte di STA . Tale progetto assume caratterere inerziale rispetto al presente.

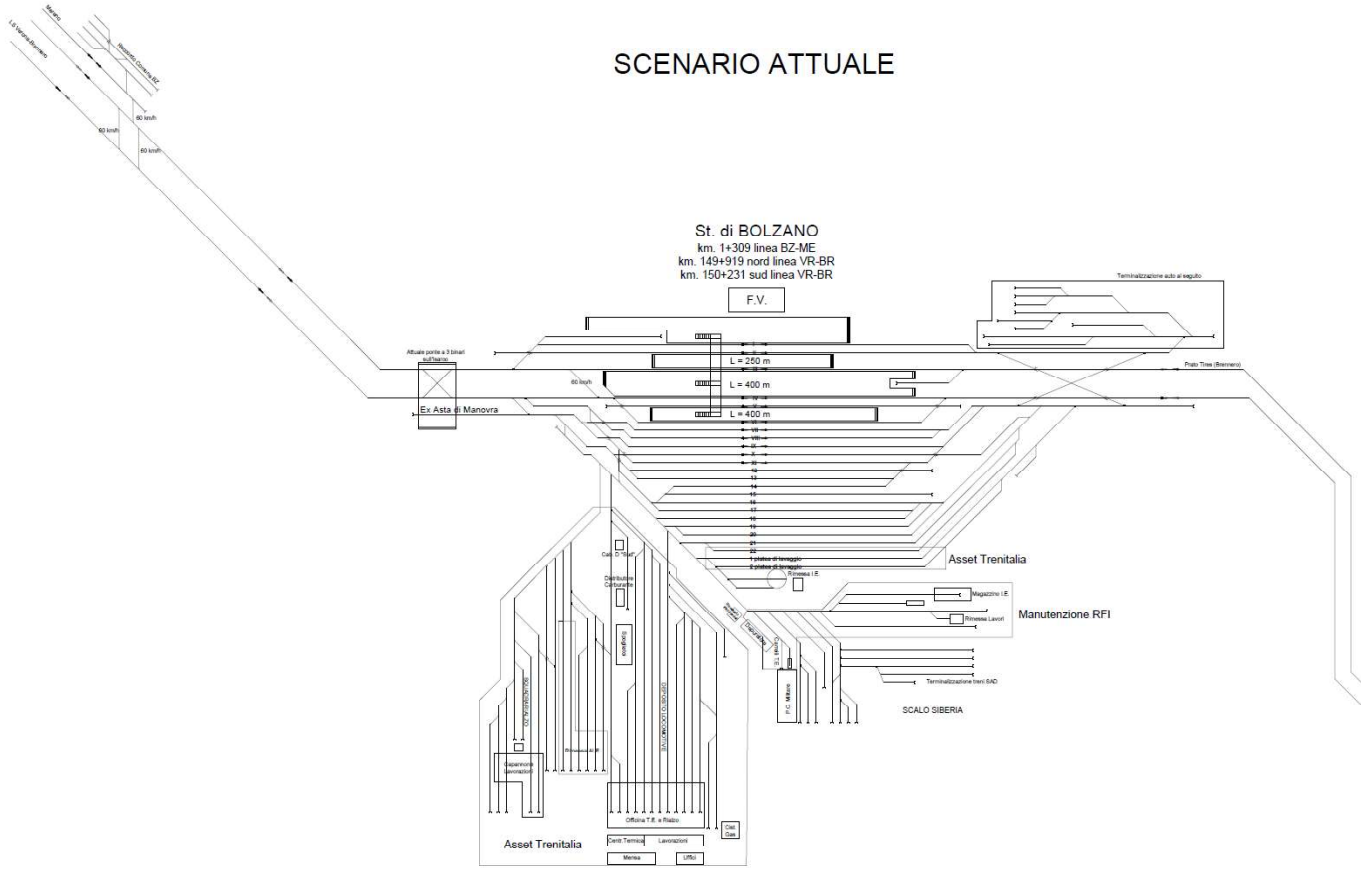


Figura 2 - Schematico stato attuale

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Dal punto di vista del tracciato gli interventi previsti nel progetto sono divisibili in tre aree:

1. nuove comunicazioni a Sud e velocizzazione della Meranese;
2. galleria del Virgolo e tratti in approccio;
3. modifiche al PRG di Bolzano.

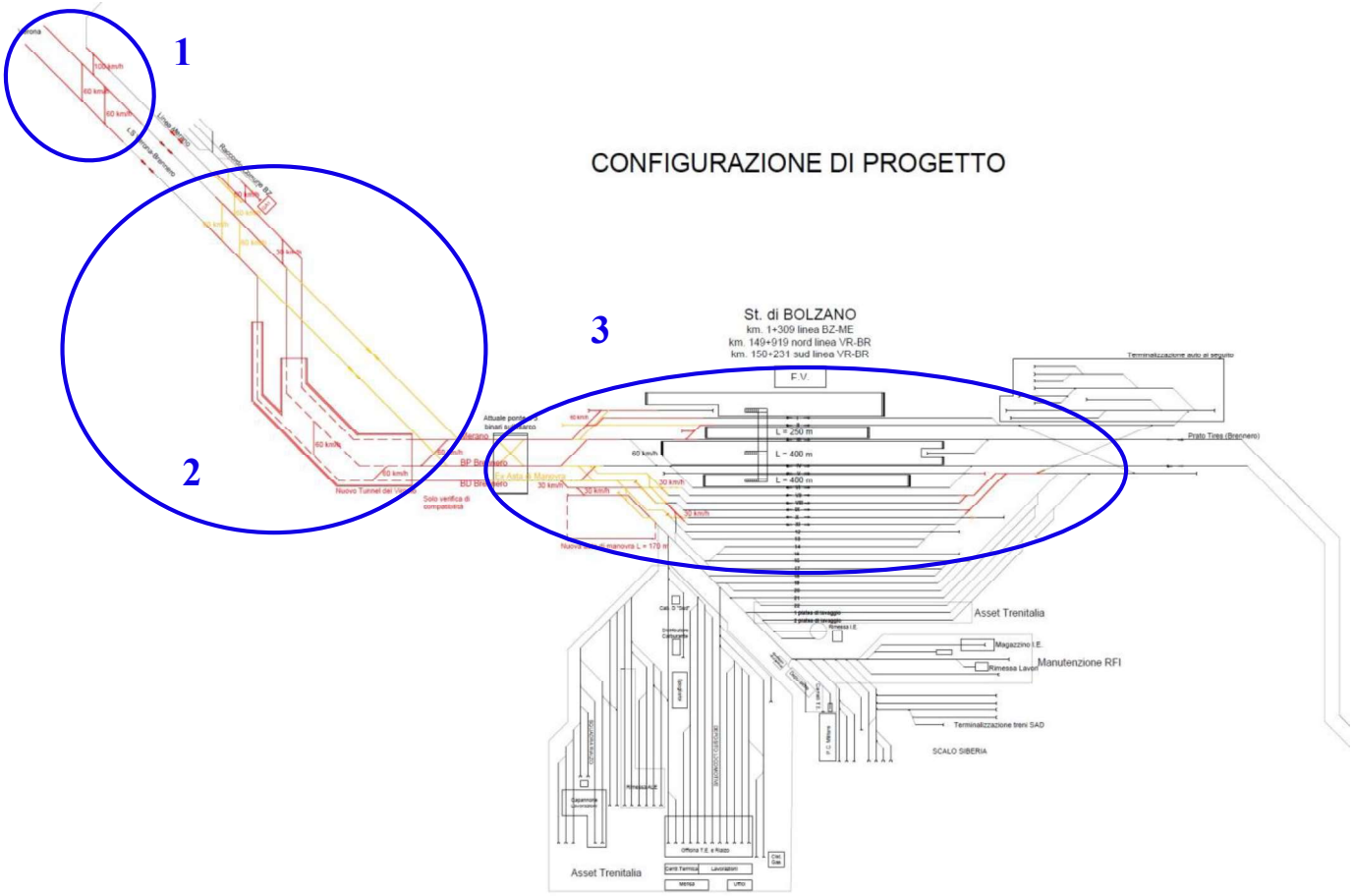


Figura 3 - Schematico stato di progetto

5.1 Nuove comunicazioni a Sud e velocizzazione della Meranese

Attualmente sono presenti due comunicazioni a 60 km/h fra il BP e il BD della linea del Brennero, poste una prima e una dopo il bivio della Meranese (pk 148+635 BP).

Il progetto prevede la demolizione sia del bivio che delle suddette comunicazioni e la posa di nuove comunicazioni con uno schema analogo circa 1,1 km più a sud (dove la Meranese abbandona la sede in comune con la Brennero e prosegue su sede propria).

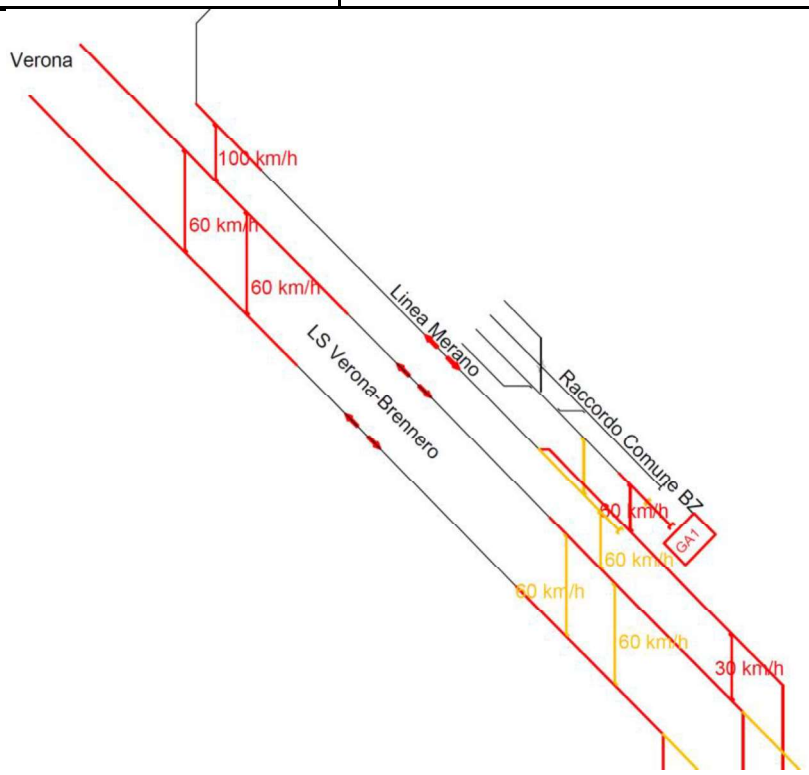


Figura 4 - Nuove comunicazione a Sud e velocizzazione della Meranese

Le nuove comunicazoni fra BP e BD saranno percorribili sempre a 60 km/h mentre quella fra la Meranese e il BP sarà percorribile a 100 km/h.

Per poter utilizzare i piani di posa standard in CAP per i traversoni dei deviatoi è necessario portare i binari ai seguenti interassi:

- 5,000 m fra Meranese e BP (1 coppia di scambi 1200/0.040/dx in posa semplice);
- 4,000 m fra BP e BD (2 coppie di scambi 400/0.074/dx in comununicazione a interasse 4 m).

La scelta di un interasse maggiore fra Meranese e BP fa si che si riesca ad assorbire il delta quota fra i due all'interno della serraglia fra i due scambi 1200/0,040.

Le lavorazioni partiranno dal riallineamento del binario della Meranese e proseguiranno sui binari della Brennero per portarli agli interassi sopra indicati. I nuovi allineamenti dei binari pari e dispari verranno poi raccordati a quelli esistenti tramite degli opportuni flessi o curve monocentriche, come illustrato nelle planimetrie.

Contestualmente sarà eseguito l'adeguamento altimetrico di tutti e tre i binari in modo da permettere la posa delle comunicazioni.

Gli interventi sopra descritti hanno uno sviluppo complessivo pari a 450 m sulla Meranese e 650 m sui binari della Brennero.

Attualmente la Meranese nel suo tratto iniziale ha la seguente fiancata:

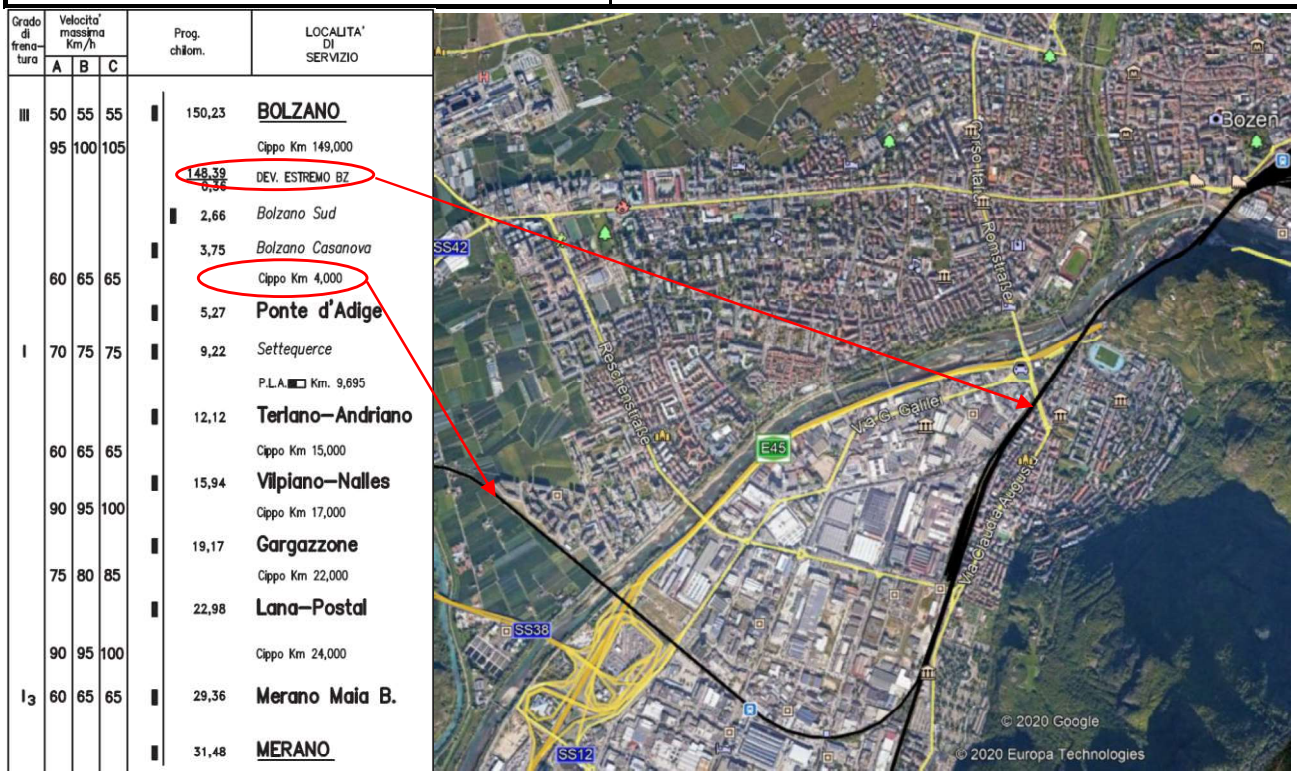


Figura 5 - Fiancata Linea Meranese attuale

Con il segnalamento tradizionale è possibile inserire una comunicazione a 100 km/h solo se la velocità risulta almeno pari a 100 km/h per tutti i ranghi. Dato che attualmente il rango A ha una velocità di 95 km/h, si rende necessario un progetto di velocizzazione.

Nella tratta in oggetto, dal punto di vista geometrico di tracciato, la velocità è vincolata dalle due curve policentriche presenti:

CURVA 1/A + 1/B								
PKi	**PKf**	**R [m]**	**Sv [m]**	**D [mm]**	**Vt [km/h]**	**VA [km/h]**	**VB [km/h]**	**VC [km/h]**
0+423.9	0+453.9	-	30.00	-	95	95	100	105
0+453.9	0+522.13	2775.00	68.23	20.00				
0+522.13	0+572.13	-	50.00	-				
0+572.13	0+762.63	935.00	190.51	70.00				
0+762.63	0+842.63	-	80.00	-				

CURVA 2/A + 2/B+ 2/C+ 2/D								
PKi	**PKf**	**R [m]**	**Sv [m]**	**D [mm]**	**Vt [km/h]**	**VA [km/h]**	**VB [km/h]**	**VC [km/h]**
1+596.42	1+703.09	-	106.67	-	95	95	100	105
1+703.09	2+001.81	472.85	298.71	140.00				
2+001.81	2+021.81	-	20.00	-				
2+021.81	2+198.02	490.50	176.22	140.00				
2+198.02	2+218.02	-	20.00	-				
2+218.02	2+274.75	480.00	56.73	140.00				
2+274.75	2+294.75	-	20.00	-				
2+543.51	2+543.51	494.47	248.76	140.00				
2+543.51	2+643.51	-	100.00	-				

Andando a calcolare per le due policentriche le velocità potenziali di rango si ha la situazione seguente:

Curva 1/A+1/B

Tipo elemento	Svil. [m]	Raggio [m]	D [mm]	Vt [km/h]	I [mm]
RETTIFILO	60.956		0.000	95	0
CLOTOIDE	30.000				
ARCO	68.226	2775.00	20.00	95	18
CLOTOIDE CONT.	50.000				
ARCO	190.507	935.00	70.00	95	44
CLOTOIDE	80.000				
RETTIFILO	753.788		0.00	95	0

VEL POTENZIALE RANGO A			VEL POTENZIALE RANGO B			VEL POTENZIALE RANGO C		
I_max [mm]	dD/dt_max [mm/s]	dI/dt_max [mm/s]	I_max [mm]	dD/dt_max [mm/s]	dI/dt_max [mm/s]	I_max [mm]	dD/dt_max [mm/s]	dI/dt_max [mm/s]
92	**54**	**38**	**122**	**57**	**54**	**153**	**60**	**61**
	291.60	114.57		307.80	125.14		324.00	129.21
162.29			182.74			201.70		
	194.40	114.51		205.20	123.89		216.00	127.53
113.30			123.34			132.93		
	222.17	114.53		234.51	124.33		246.86	128.11

VELOCITÀ POTENZIALI DI RANGO		
V_A km/h]	V_B [km/h]	V_C [km/h]
115	124	128
113	123	128

Curva 2/A+2/B+2/C+2/D

Tipo elemento	Svil. [m]	Raggio [m]	D [mm]	Vt [km/h]	I [mm]
RETTIFILO	753.788		0.000	95	0
CLOTOIDE	106.670				
ARCO	298.714	472.85	140.00	95	85
CLOTOIDE CONT.	20.000				
ARCO	176.217	490.50	140.00	95	77
CLOTOIDE CONT.	20.000				
ARCO	56.729	480.00	140.00	95	82
CLOTOIDE CONT.	20.000				
ARCO	248.756	494.47	140.00	95	75
CLOTOIDE	100.000				
RETTIFILO	1506.753		0.00	95	0

VEL POTENZIALE RANGO A			VEL POTENZIALE RANGO B			VEL POTENZIALE RANGO C		
I_max [mm]	dD/dt_max [mm/s]	dI/dt_max [mm/s]	I_max [mm]	dD/dt_max [mm/s]	dI/dt_max [mm/s]	I_max [mm]	dD/dt_max [mm/s]	dI/dt_max [mm/s]
92	**54**	**38**	**122**	**57**	**54**	**153**	**60**	**61**
	148.12	105.58		156.35	113.67		164.58	116.81
96.42			102.46			108.36		
	140.00	144.97		160.00	162.99		200.00	169.74
98.20			104.36			110.36		
	140.00	173.24		160.00	194.76		200.00	200.00
97.15			103.24			109.17		
	140.00	156.09		160.00	175.49		200.00	182.77
98.60			104.78			110.81		
	138.86	106.15		146.57	114.05		154.29	117.14

VELOCITÀ POTENZIALI DI RANGO		
V_A km/h]	V_B [km/h]	V_C [km/h]
96	102	108
98	104	110
97	103	109
99	105	111

Come indicato dal Manuale di progettazione d'Armamento (RFIDTCSIMAR010011), le velocità VA, VB e VC calcolate sopra vanno arrotondate ciascuna, in eccesso o in difetto, al più vicino multiplo di 5 Km/h.

Segue che dal punto di vista geometrico del tracciato ferroviario è possibile adottare la seguente fiancata:

VA [km/h]	VB [km/h]	VC [km/h]
100*	100**	105**
* valore incrementato rispetto alla fiancata attuale ** valore analogo a quello della fiancata attuale		

La velocizzazione in definitiva viene ottenuta senza modifiche di tracciato.

Al momento dell'adozione delle velocità massime d'orario sopra indicate, sarà necessario verificare l'assenza di cause ostative, quali ad esempio:

- cattive condizioni dell'armamento;
- corpo stradale cedevole;
- problemi strutturali delle opere d'arte esistenti;
- problemi connessi alla TE;
- problemi connessi con il segnalamento ferroviario;
- mancato rispetto delle norme regolamentari.

5.2 Galleria del Virgolo e tratti in approccio

L'intervento di prolungamento dell'attuale singolo binario della linea Meranese ha origine circa 300 m prima del sottovia stradale di Via Roma, al km 0+632 della linea storica.

Rispetto al tracciato attuale il binario di progetto si allarga verso l'esterno a partire dalla pk 0+150 circa fino a portarsi a interasse 7,40 m dal binario pari, in modo da scavalcare via Roma con un nuovo manufatto in affiancamento senza interferire con quello esistente.

Contestualmente viene migliorato il collegamento con lo scalo STA mediante:

- aumento del modulo del binario di raccordo (distanza PS-PS pari a 258 m);
- velocizzazione a 60 km/h;
- inserimento di un tronchino di indipendenza.

Oltre all'attuale connessione con lo scalo STA, come indicato al paragrafo precedente, in questa zona vengono poi eliminate le attuali comunicazioni p/d e il bivio della Meranese.

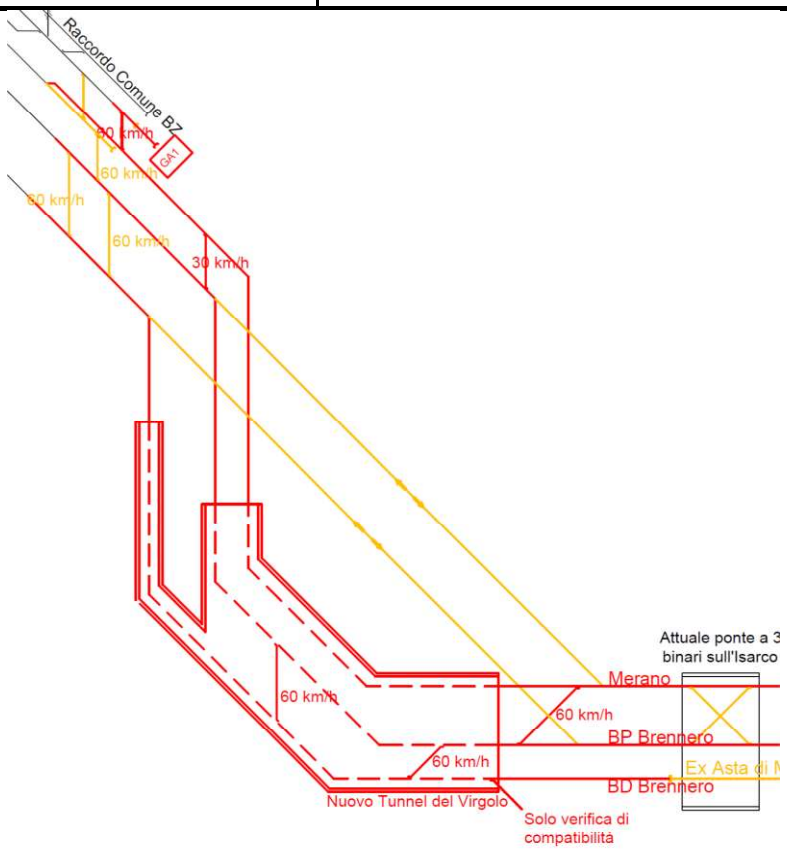


Figura 6 - Galleria del Virgolo e tratti in approccio

Oltre via Roma iniziano gli interventi sui binari pari e dispari della Brennero (rispettivamente alle pk 148+738 e 148+735), mentre il nuovo binario della Meranese prosegue in affiancamento avvicinandosi al pari fino a portarsi a interasse 4.00 m.

Il biario dispari viene semplicemente riallineato e adeguato altimetricamente fino alla pk 0+075 circa di progetto, dove piega verso destra uscendo dalla sede attuale per procedere poi in maniera indipendente come singolo binario fino all'imbocco sud del tunnel del Virgolo.

Anche il binario pari viene semplicemente riallineato e adeguato altimetricamente per i primi 120 m circa e oltre curva in destra, sempre affiancato esternamente dal nuovo binario della meranese, uscendo dalla sede attuale intorno alla pk 0+275. Oltre tale progressiva i due binari proseguono su nuova sede fino all'imbocco sud della galleria del Virgolo.

Tale configurazione si rende necessaria per la presenza delle pile del viadotto dell'autostrada del Brennero che sovrappassa la linea ferroviaria.

L'attraversamento di via S. Gertrude (pk 0+650 Meranese, 0+172 BP e 0+173 BD) avviene tramite un nuovo scatolare mentre la SS12 viene attraversata sull'opera esistente dai binari Meranese e Pari e su una nuova opera al di sopra di quella esistente dal binario Dispari.

Oltre via S. Gertrude viene posata una nuova comunicazione a 30 km/h a interasse 4.00 m fra Meranese e BP costituita da due scambi 250/0.092/dx.

Il tracciato continua con i tre binari paralleli per tutta la lunghezza della galleria con un interasse tra la linea Meranese e il binario pari di 4.75 m al fine di poter realizzare il marciapiede di sicurezza a servizio del binario pari. L'interasse tra i binari della linea del Brennero è pari a 4 m.

All'interno della galleria il progetto prevede la posa di un cappello di prete fra i binari Pari e Dispari costituito da due comunicazioni percorribili a 60 km/h formate da scambi 400/0.074 a interasse 4.00 m.

Subito dopo l'imbocco Nord e il sovra-attraversato di via Piè del Virgolo mediante un nuovo manufatto scatolare, i tre binari di progetto si collocano sul ponte esistente sul fiume Isarco nelle seguenti posizioni:

- il binario della Meranese dove attualmente passa il BP;
- il BP dove attualmente passa il BD (a interasse 4.00 m dalla Meranese);
- il BD dove attualmente passa l'asta di manovra lato Verona (a interasse 5.14 m dal BP).

Prima del ponte, dove l'interasse fra Meranese e BP è pari a 4.00 m, viene posata una nuova comunicazione a 60 km/h composta da due 400/0.074/sx.

Si precisa che il tracciato di progetto in questa zona è stato reso compatibile con quello dell'Areale di Bolzano modificando leggermente quest'ultimo.

Lo sviluppo complessivo degli interventi descritti al presente paragrafo e a quello successivo è pari a:

- 1894 m circa per la Meranese;
- 1309 m circa per il BP della Brennero;
- 1276 m circa per il BD della Brennero.

Dal punto di vista altimetrico i due binari della linea del Brennero mantengono il piano ferro attuale con piccoli adeguamenti dall'origine del tracciato fino al sovra-attraversamento di Via Gertrude. La Meranese invece mantiene le quote attuali per i primi 150m circa, successivamente si rialza con pendenza massima pari al 12.00‰ per sovrappassare via Roma con il giusto franco e poi diventa complanare con la Brennero. All'interno della galleria i tre binari sono complanari e presentano una livelletta in ascesa con pendenza del 9.70‰ nel primo tratto e del 10.02‰ nel secondo. Oltre l'imbocco nord i profili di progetto raggiungono il culmine in corrispondenza del sottovia di via Pie' di Virgolo e poi riscendono con pendenze comprese fra il 7.20‰ e l'8.40‰ fino a riconnettersi al ferro attuale sul ponte esistente sul fiume Isarco.

La velocità di progetto è pari a 100 km/h nel tratto iniziale e pari a 60 km/h da prima dell'imbocco sud del tunnel del Virgolo al termine degli interventi all'interno della stazione di Bolzano.

5.3 Modifiche al PRG di Bolzano

È prevista una serie di interventi alla radice sud della stazione di Bolzano al fine di garantire ingressi indipendenti ai 3 binari di progetto e di realizzare una nuova asta di manovra per permettere la movimentazione dei treni diretti alle officine.

Nel dettaglio:

- la Meranese viene attestata con un nuovo tracciato velocizzato a 60 km/h sul primo binario tronco, che viene dotato anche di un tronchino di indipendenza lato VR;

- il I binario viene riconnesso alla Meranese (e non più al BP della Brennero) con un nuovo itinerario a 60 km/h;

- il BP rimane attestato sul III con un nuovo tracciato velocizzato a 60 km/h;

- il II binario rimane connesso al BP della Brennero con un itinerario velocizzato a 60 km/h e viene dotato di un trochino di indipendenza;

- il BD della Brennero rimane attestato sul IV con un nuovo tracciato velocizzato a 60 km/h;

- i binari VI e VII non subiscono modifiche e continuano a diramarsi dal IV oltre il termine dell'intervento;

- i restanti binari VII-XI e 12-22, oltre ai vari fasci di scalo, vengono riconnessi al BD della Brennero con un itinerario a 30 km/h grazie a un nuovo deviatoio 250/0,12/dx in posa curva posto sopra l'opera esistente di scavalco di via Nusser. Contestalmente vengono realizzati 2 nuovi tronchini di indipendenza e una nuova asta di manovra a interasse 4,60m dal binario che prosegue dal ramo deviato del sopracitato deviatoio.

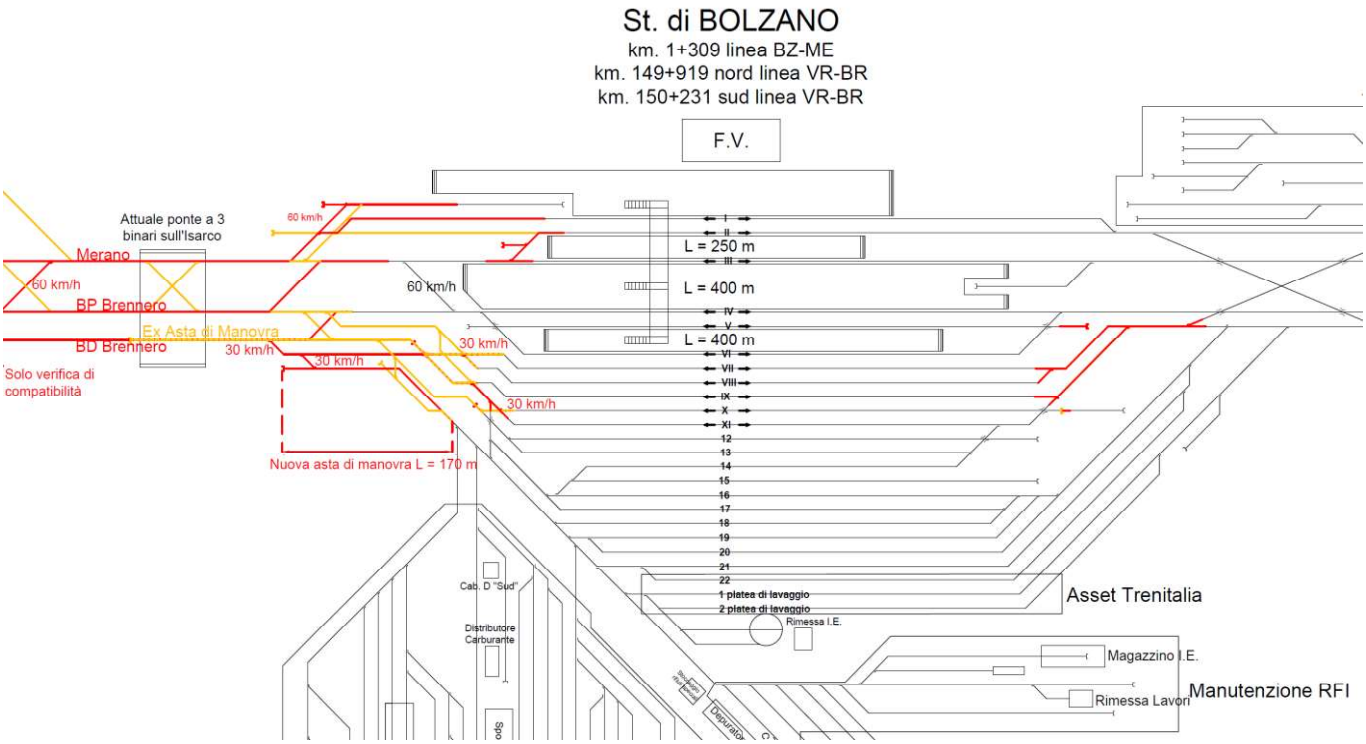


Figura 7 - Modifiche al PRG di Bolzano

Infine, dopo la demolizione dell'allaccio provvisorio alla radice nord realizzato in macrofase 1, è necessario riportare il ferro allo schema attuale mediante un tracciato che rispetti i criteri del Manuale di progettazione d'Armamento e a tal fine è prevista la posa di nuovi scambi, apparecchi del binario e paraurti in questa area.

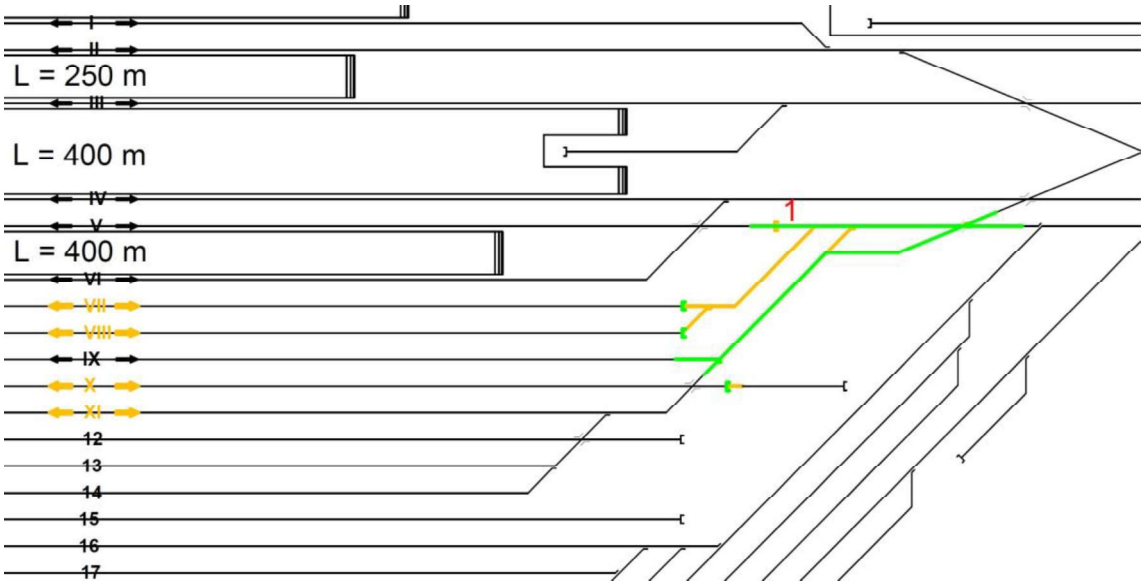


Figura 8 - Dettaglio allaccio radice Nord in Microfase 1

5.4 Caratteristiche tecniche dei tracciati di progetto

LINEA MERANESE	
Pendenza massima	8.0 ‰ asse Meranese Sud 12.0 ‰ asse Meranese
Velocità di tracciato	100 km/h asse Meranese Sud 100 km/h asse Meranese fra le pk di progetto 0+000 e 0+742 60 km/h asse Meranese fra le pk di progetto 0+742 e 1+894
Raggio minimo planimetrico	NA asse Meranese Sud 300 m asse Meranese
Raccordo di transizione	Clotoide
Massima sopraelevazione in curva	NA asse Meranese Sud 90 mm asse Meranese
Raggio minimo altimetrico	3700 m asse Meranese Sud 2000 m asse Meranese
Interasse con BP	5.00 m asse Meranese Sud 7.40 - 4.00 m asse Meranese
Profilo minimo degli ostacoli	PMO 5
Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1435 mm Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto. Apparecchi di binario con piano di posa in cap da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI.
Dispositivi di fine corsa	Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 1 Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 2
Categoria peso assiale	C3 (20.0 t/asse, 7.2 t/m) asse Meranese Sud D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) - Massima categoria - asse Meranese

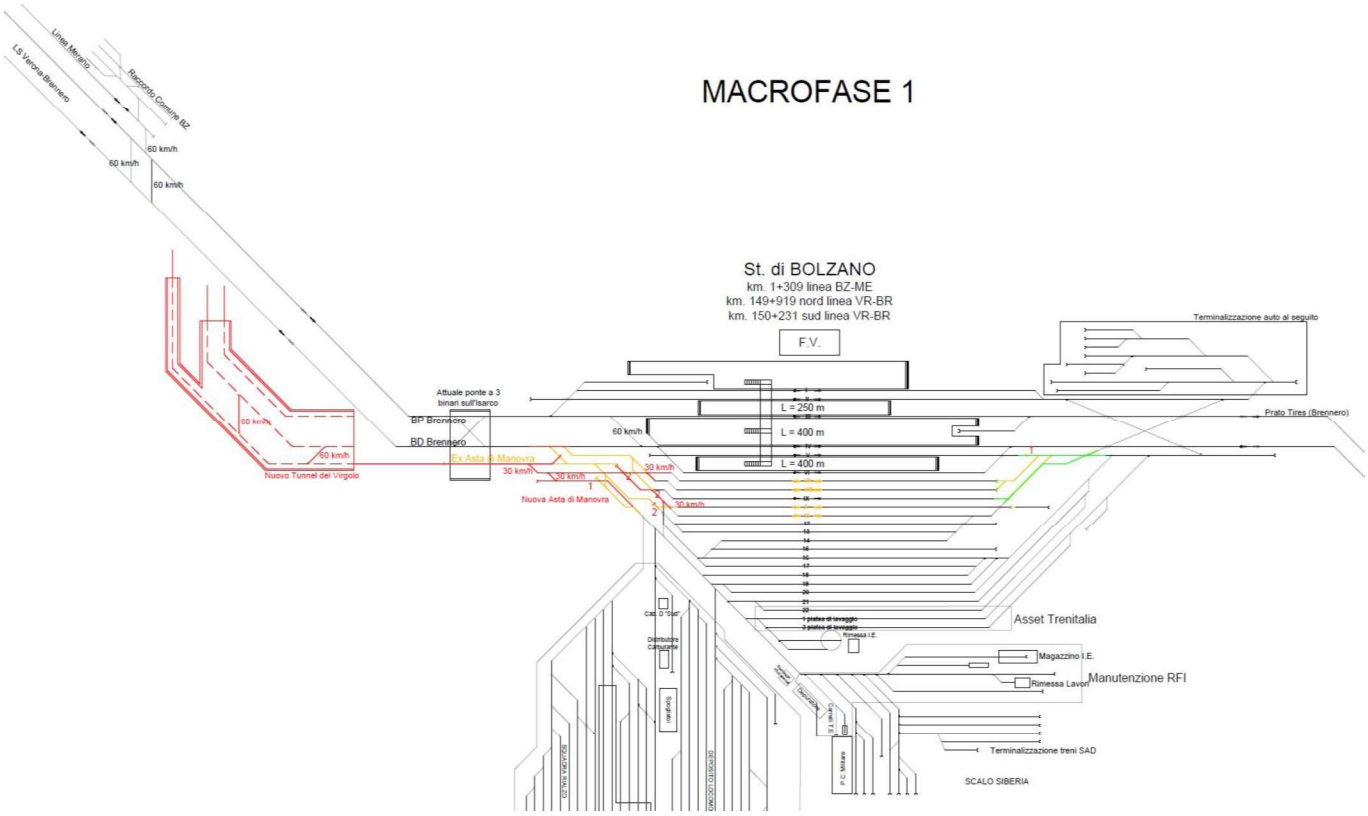
LINEA DEL BRENNERO - BINARIO PARI	
Pendenza massima	6.1 ‰ asse BP Sud 10.2 ‰ asse BP
Velocità di tracciato	100 km/h asse BP Sud 100 km/h asse BP fra le pk di progetto 0+000 e 0+254 60 km/h asse BP fra le pk di progetto 0+254 e 1+309
Raggio minimo planimetrico	7000 asse BP Sud 304.75 m asse BP
Raccordo di transizione	Clotoide
Massima sopraelevazione in curva	10 mm asse BP Sud 90 mm asse BP
Raggio minimo altimetrico	40000 m asse BP Sud 2000 m asse BP
Interasse con BD	3.62 – 4.00 m asse BP Sud 3.555 – 5.70 – 22.32 m asse BP
Profilo minimo degli ostacoli	PMO 5
Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1435 mm Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto. Apparecchi di binario con piano di posa in cap da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI.
Dispositivi di fine corsa	Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 1 Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 2
Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) - Massima categoria

LINEA DEL BRENNERO - BINARIO DISPARI	
Pendenza massima	6.1 ‰ asse BD Sud 11.0 ‰ asse BD
Velocità di tracciato	100 km/h asse BD Sud 100 km/h asse BD fra le pk di progetto 0+000 e 0+313 60 km/h asse BD fra le pk di progetto 0+420 e 1+276
Raggio minimo planimetrico	7000 asse BD Sud 308.75 m asse BD
Raccordo di transizione	Clotoide
Massima sopraelevazione in curva	0 mm asse BD Sud 90 mm asse BD
Raggio minimo altimetrico	40000 m asse BD Sud 2000 m asse BD
Interasse con BP	3.62 – 4.00 m asse BD Sud 3.555 – 5.70 – 22.32 m asse BD
Profilo minimo degli ostacoli	PMO 5
Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1435 mm Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto. Apparecchi di binario con piano di posa in cap da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI.
Dispositivi di fine corsa	Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 1 Paraurti ad assorbimento di energia Tipo 2
Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) - Massima categoria

6 FASI ESECUTIVE DELL'INTERVENTO

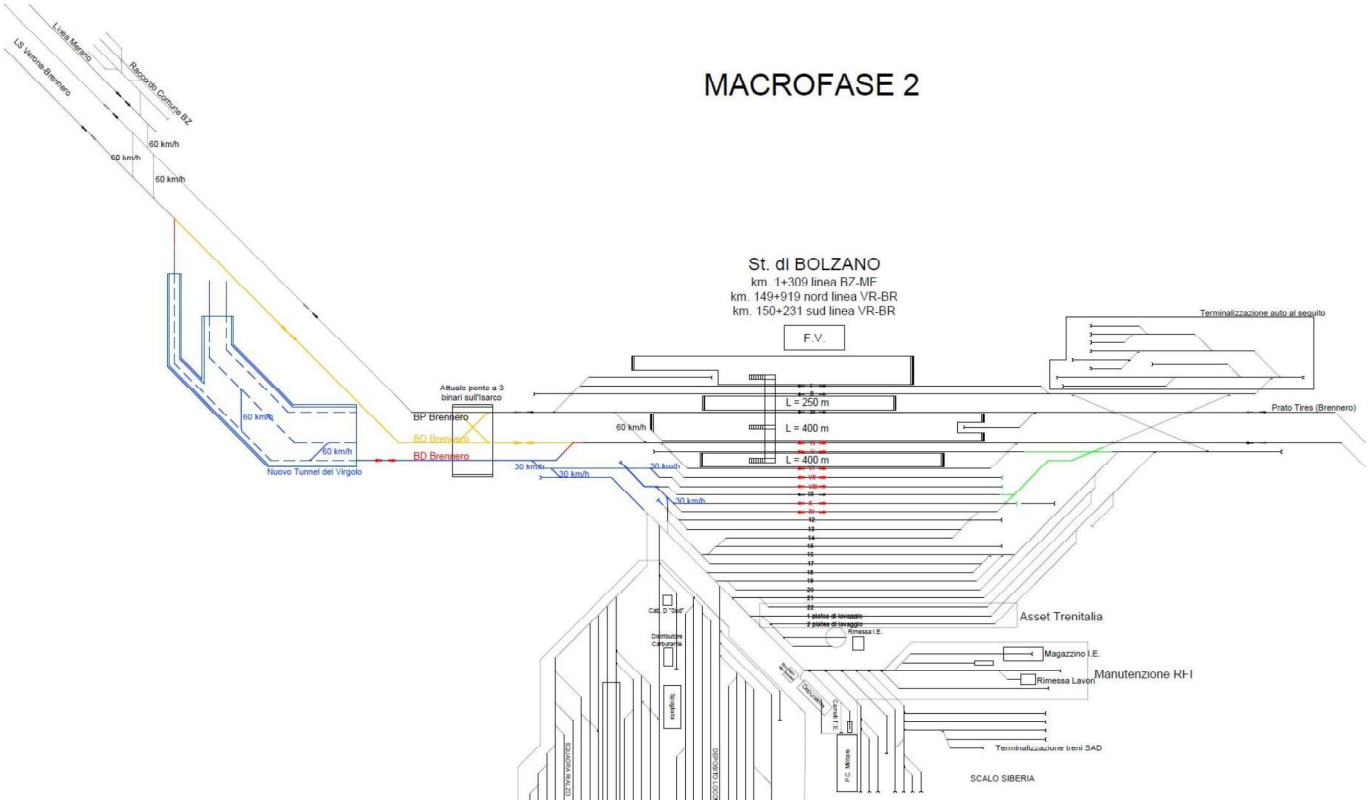
Il progetto verrà realizzato in 4 macrofasi al fine di garantire sempre la continuità dell'esercizio ferroviario sia sulla linea del Brennero che sulla Meranese.

Macrofase 1



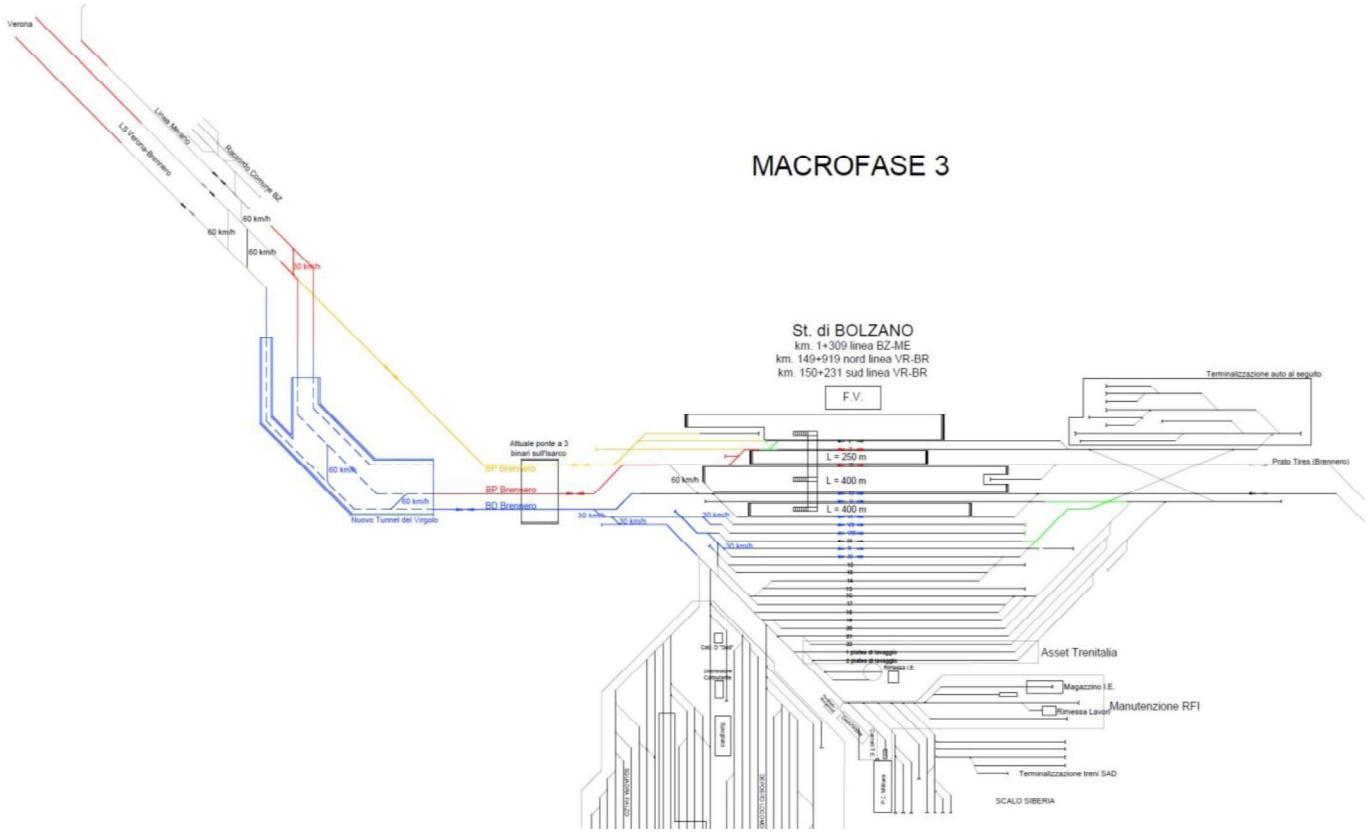
- deviazione provvisoria di via del Calvario;
- scavo della galleria del Virgolo e realizzazione della variante a via Pie' di Virgolo fino al sottovia (incluso);
- realizzazione dell'allaccio provvisorio tra il V binario e l'asta di manovra nord al fine di garantire l'accesso alle officine durante le 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



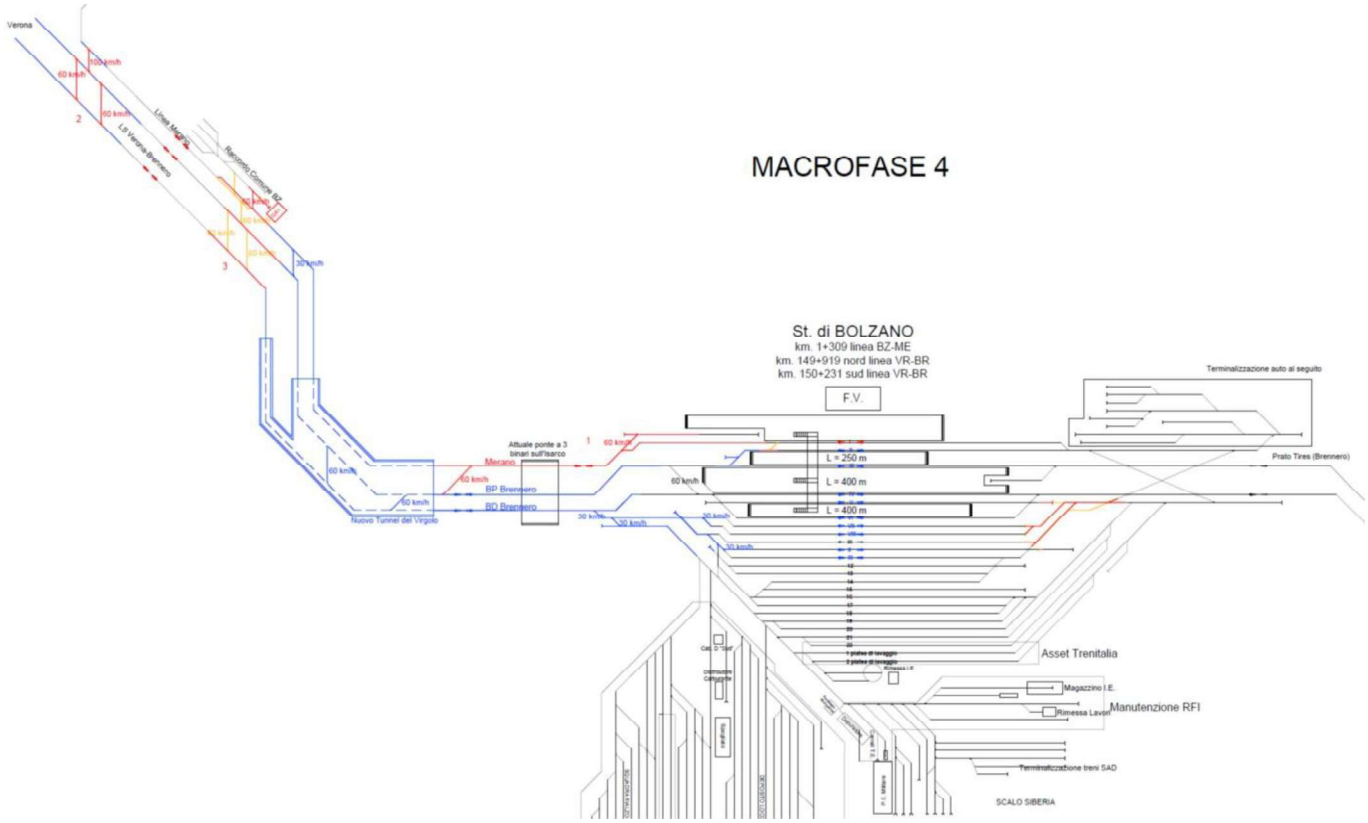
- allaccio e attivazione del nuovo BD nel tunnel del Virgolo;
- demolizione del BD attuale nel tratto dismesso con l'attivazione della variante.

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;
- demolizone 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.

7 VERIFICHE CINEMATICHE

7.1 Asse Meranese Sud

Planimetricamente l'asse Meranese Sud è costituito da un unico rettifilo e pertanto non sono state condotte verifche cinematiche.

Per quanto riguarda la velocizzazione della linea si rimanda al par. 5.1.

7.2 Asse BP Sud

Curva 1

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	7.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
6,9	8,6	10,4	18,5	133,0	160,0	200,0	200,0	19,0	25,0	31,8		27,8	29,2	30,6

Curva 2

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	7.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
l_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dl/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
6,9	8,6	10,4	18,5	133,0	160,0	200,0	200,0	19,0	25,0	31,8		27,8	29,2	30,6	

Curva 3

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	7.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
6,9	8,6	10,4	18,5	133,0	160,0	200,0	200,0	19,0	25,0	31,8		27,8	29,2	30,6	

Curva 4

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	7.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
6,9	8,6	10,4	18,5	133,0	160,0	200,0	200,0	19,0	25,0	31,8		27,8	29,2	30,6	

7.3 Asse BD Sud

Curva 1

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			0,00000						
	0	5,00	0,00000	120.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)			dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa													
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione			4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)			dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61 92	54	57	60
1,0	1,1	1,2	1,7	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	5,5	6,3	7,3	0,0	0,0	0,0

*N/A: condizione non applicabile, sopraelevazione (D) = 0mm.

Curva 2

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			0,00000						
	0	5,00	0,00000	18.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
6,6	7,2	7,9	11,1	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	36,4	42,2	48,5		0,0	0,0	0,0	

*N/A: condizione non applicabile, sopraelevazione (D) = 0mm.

Curva 3

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			0,00000						
	0	5,00	0,00000	18.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
6,6	7,2	7,9	11,1	N/A*	N/A*	N/A*	N/A*	36,4	42,2	48,5		0,0	0,0	0,0	

*N/A: condizione non applicabile, sopraelevazione (D) = 0mm.

7.4 Asse Meranese

Curva 1

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100	100	105	110	130
Curva 1	70			935					
			0,00000						
Lt (m)		10	0,00000						
			OK						
Curva 2	70			980					

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
56,20	69,14	82,71	143,28	140	160	200	200							
								16,10	18,63	21,43		0,000	0,000	0,00
50,41	62,75	75,7	133,49	139,703	160	200	200							

Curva 2

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	100	105	110	130
			1,40000						
	70	50,00	0,00140	980,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dl/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
50,4	62,8	75,7	133,5	139,7	160,0	200,0	200,0	28,0	36,6	46,3		38,9	40,8	42,8

Curva 3

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,33333						
	10	7,50	0,00133	7.800,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dl/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
5,1	6,7	8,3	15,6	99,5	136,9	179,4	200,0	19,0	26,0	33,8		37,0	38,9	40,7

Curva 4

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			0,00000						
	0	7,50	0,00000	12.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
l_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dl/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
9,8	10,8	11,9	16,6	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	36,4	42,2	48,5		0,0	0,0	0,0

Curva 5

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,50000						
	30	20,00	0,00150	2.200,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
23,6	29,1	34,9	60,6	140,0	160,0	200,0	200,0	32,8	42,5	53,3		41,7	43,8	45,8

Curva 6

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,00000						
	90	45,00	0,00200	304,00					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
49,7	74,0	74,0	158,4	107,2	160,0	177,6	200,0	18,4	29,7	29,7		33,3	36,1	36,1

Curva 7

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,00000						
	90	45,00	0,00200	300,00					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
l_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
51,6	76,2	76,2	161,7	111,2	160,0	182,8	200,0	19,1	30,6	30,6		33,3	36,1	36,1

Curva 8

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	3.200,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
3,3	5,6	5,6	13,6	63,5	114,4	120,5	200,0	5,5	10,1	10,1		16,7	18,1	18,1	

Curva 9

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	3.200,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
3,3	5,6	5,6	13,6	63,5	114,4	120,5	200,0	5,5	10,1	10,1		16,7	18,1	18,1	

Curva 10

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			1,20000						
	30	25,00	0,00120	500,00					
			OK						

l=11,8*(V^2/R)-D	Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)	dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)	dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)

ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa

1^ condizione l_{lim} (mm)				2^ condizione V_{lim} (km/h)				3^ condizione dl/dt (mm/s)				4^ condizione dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
55,0	69,7	69,7	121,0	140,0	160,0	200,0	200,0	36,6	50,3	50,3		20,0	21,7	21,7

7.5 Asse BP

Curva 1

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			1,60000						
	40	25,00	0,00160	2.000,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
19,0	25,0	31,4	59,7	92,2	128,4	169,5	200,0	21,1	29,2	38,4		44,4	46,7	48,9	

Curva 2

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,25000						
	90	40,00	0,00225	310,00					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)			
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa															
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione			
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
47,0	70,8	70,8	153,6	101,4	160,0	170,0	200,0	19,6	32,0	32,0		37,5	40,6	40,6	

Curva 3

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,00000						
	90	45,00	0,00200	304,75					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D	Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)	dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)	dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)

ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa

1^ condizione l_{lim} (mm)				2^ condizione V_{lim} (km/h)				3^ condizione dl/dt (mm/s)				4^ condizione dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
49,4	73,6	73,6	157,8	106,5	160,0	176,6	200,0	18,3	29,5	29,5		33,3	36,1	36,1	

Curva 4

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,33333						
	70	30,00	0,00233	310,00					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
l_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
67,0	90,8	90,8	173,6	140,0	160,0	200,0	200,0	37,2	ERR	54,7		38,9	42,1	42,1

La 3^ condizione non risulta verificata. Per il dettaglio della richiesta di deroga cfr, par 8.1.

7.6 Asse BD

Curva 1

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					100,00	**100**	**105**	**110**	**130**
			0,66667						
	60	90,00	0,00067	750,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
l_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
ERR	113,5	130,4	205,9	#######	160,0	200,0	200,0	#########	36,8	44,3		18,5	19,4	20,4

Curva 2

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,00000						
	70	35,00	0,00200	400,00					
			ATT						

l=11,8*(V^2/R)-D	Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)	dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)	dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)

ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa

1^ condizione l_{lim} (mm)				2^ condizione V_{lim} (km/h)				3^ condizione dl/dt (mm/s)				4^ condizione dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
36,2	54,6	54,6	118,8	100,3	160,0	168,6	200,0	17,2	28,2	28,2		33,3	36,1	36,1

Curva 3

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,24719						
	80	35,60	0,00225	308,75					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
57,6	81,5	81,5	164,6	139,6	160,0	200,0	200,0	27,0	41,3	41,3		37,5	40,6	40,6

Curva 4

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	1.850,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
13,0	16,9	16,9	30,8	140,0	160,0	200,0	200,0	21,6	30,6	30,6		16,7	18,1	18,1

Curva 5

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			1,00000						
	10	10,00	0,00100	1.800,00					
			OK						

I=11,8*(V^2/R)-D	Va<=194/(dD/dl) Vb<=205/(dD/dl) Vc<=216/(dD/dl)	dl/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*Δl)	dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)

ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa

1^ condizione l_{lim} (mm)				2^ condizione V_{lim} (km/h)				3^ condizione dl/dt (mm/s)				4^ condizione dD/dt (mm/s)			
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60	
13,6	17,7	17,7	32,0	140,0	160,0	200,0	200,0	22,7	32,0	32,0		16,7	18,1	18,1	

Curva 6

Nome	D mm	R.P.	pend. ‰	R def.	Vtracciato	V Km/h A	B	C	P
					60,00	**60**	**65**	**65**	**80**
			2,33333						
	70	30,00	0,00233	310,00					
			ATT						

I=11,8*(V^2/R)-D				Va<=194/(dD/dI) Vb<=205/(dD/dI) Vc<=216/(dD/dI)				dI/dt=(Vmax^2/(3,6*L)*ΔI)				dD/dt=(ΔD*V)/(3,6*L)		
ELEMENTI CINEMATICI - Nuova normativa														
1^ condizione				2^ condizione				3^ condizione				4^ condizione		
I_{lim} (mm)				V_{lim} (km/h)				dI/dt (mm/s)				dD/dt (mm/s)		
92	122	153	275	140	160	200	200	38	54	61	92	54	57	60
67,0	90,8	90,8	173,6	140,0	160,0	200,0	200,0	37,2	ERR	54,7		38,9	42,1	42,1

La 3^ condizione non risulta verificata. Per il dettaglio della richiesta di deroga cfr, par 8.1.

8 RICORSO A VALORI MENO RESTRITTIVI RISPETTO A QUELLI DEL MDP DI ARMAMENTO

Le soluzioni progettuali adottate rispettano completamente le prescrizioni del Manuale di Progettazione d'armamento (RFIDTCSIMAR010011A) a meno di tre situazioni nelle quali è stato necessario utilizzare valori meno restrittivi di quelli limite, senza mai superare in ogni caso i valori eccezionali.

La richiesta di utilizzo di tali valori è stata trasmessa ufficialmente a Direzione Tecnica di RFI in data 21/09/2020.

Per completezza si riportano di seguito le situazioni interessate.

8.1 Linea del Brennero - Geometria planimetrica

La configurazione attuale vede i binari della linea del Brennero ad interasse di 4,00 m sul ponte sull'Isarco, affiancati sul lato orientale da un'asta di manovra che si trova ad un interasse di circa 5,10 m dal binario dispari.

Il nuovo assetto progettuale assicura un ingresso indipendente per la linea Meranese, che impegnerà il ponte nella posizione dell'attuale binario pari della Brennero. Di conseguenza i binari della Brennero subiscono uno "scalettamento", con il pari che va a occupare la posizione dell'attuale dispari e il futuro dispari quello dell'attuale asta di manovra.

Per riconnettere i nuovi allineamenti ai binari 3 e 4 della stazione di Bolzano su cui la linea del Brennero è impostata (sia attualmente che in progetto) è stato necessario modificare le curve di ingresso, tenendo conto anche della richiesta di incremento della velocità di tracciato a 60 km/h (attualmente la velocità di fiancata per tutti i ranghi è pari a 55 km/h).

Il Manuale di Progettazione d'Armamento fornisce tre criteri da rispettare per quanto riguarda i raccordi parabolici:

- Rapporto di variazione della sopraelevazione (dD/dt):

$V_F \leq 200$ km/h		200 km/h $< V_F \leq 300$ Km/h	
Valore limite	*Valore eccezionale*	*Valore limite*	*Valore eccezionale*
$(dD/dt)_{max} = 54$ mm/s $\omega_{max} = 0{,}036$ rad/sec	$(dD/dt)_{max} = 60$ mm/s $\omega_{max} = 0{,}040$ rad/sec	$(dD/dt)_{max} = 50$ mm/s $\omega_{max} = 0{,}033$ rad/sec	$(dD/dt)_{max} = 60$ mm/s $\omega_{max} = 0{,}040$ rad/sec

- Pendenza del raccordo di sopraelevazione

Valore limite	*Valore eccezionale*
2,25 mm/m	2,5 mm/m

- Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione (dI/dt)

$V_F \leq 200$ km/h		200 km/h $< V_F \leq 300$ Km/h	
Valore limite	*Valore eccezionale*	*Valore limite*	*Valore eccezionale*
$(dI/dt)_{max} = 38$ mm/s $\psi_{max} = 0{,}25$ m/sec³	$(dI/dt)_{max} = 92$ mm/s $\psi_{max} = 0{,}60$ m/sec³	$(dI/dt)_{max} = 50$ mm/s $\psi_{max} = 0{,}33$ m/sec³	$(dI/dt)_{max} = 75$ mm/s $\psi_{max} = 0{,}49$ m/sec³

Inoltre, lo stesso manuale prescrive che gli sviluppi delle curve circolari e dei rettifili non devono essere inferiori ai valori riportati nella tabella seguente, considerando anche i valori dei parametri progettuali degli elementi di tracciato limitrofi (sopraelevazione, insufficienza di sopraelevazione e loro variazioni):

$V_F \leq 200$ km/h		200 km/h $< V_F \leq 300$ Km/h	
Valore limite	*Valore eccezionale*	*Valore limite*	*Valore eccezionale*
$\frac{V_{max}}{3}$ [m] [(a)]	$\frac{V_{max}}{5}$ [m] [(a)]	$\frac{V_{max}}{1{,}5}$ [m]	$\frac{V_{max}}{2{,}5}$ [m]
[(a)] senza mai scendere al di sotto dei 30 m.			

La soluzione proposta, riepilogata nella tabella seguente e utilizzata per le curve di entrambi gli assi (pari e dispari), ottimizza la richiesta di valori dei parametri compresi fra quello limite e quello eccezionale, garantendo sempre lo sviluppo minimo degli elementi del tracciato e il rispetto dei valori limite di rapporto di variazione della sopraelevazione (dD/dt) e di rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione (dI/dt).

VERIFICA CURVA							
			R=	310.00			
			D=	70.00			
			RP=	30.00			
dD/dt	L>=	21.60	I=	67.03	OK		
dD/dL rac	L>=	35.00	E=	-67.03	OK		
dD/dL lim	L>=	31.11	dD/dT	**38.89**	OK		
dI/dt	L>=	29.40	dD/dL	**2.33**	ECCEZIONALE		
RP rac	(m)	**35.00**	dI/dT	**37.24**	OK		
RP lim	(m)	**31.11**					

L'unico parametro il cui valore si colloca fra quello limite (2,25 mm/m) e quello eccezionale (2,50 mm/m) è quello della pendenza del raccordo di sopraelevazione.

Volendo portare la pendenza ad un valore pari al 2,25 ‰ infatti sarebbe necessario aumentare lo sviluppo del raccordo, ma così facendo si avrebbero come conseguenze:

- BP Brennero:
  - sviluppo curva circolare inferiore a 30 m;
  - clotoide in uscita sovrapposta a scambio esistente 250/0,092/dx.
- BD Brennero:

- sviluppo curva circolare inferiore a 30 m;
- sviluppo rettifilo di uscita inferiore a 30m;
- clotoide in ingresso sovrapposta a scambio di progetto 250/0,12/dx (la cui posizione non può essere spostata verso sud altrimenti finirebbe sopra la spalla dell'opera su cui si trova).

Ne consegue che la soluzione scelta minimizza la richiesta di deroghe e garantisce comunque il rispetto del valore "eccezionale" della pendenza con un certo margine.

8.2 Linee del Brennero e Meranese- Geometria altimetrica

La pendenza geometrica delle livellette non supera mai il valore limite indicato dal Manuale di progettazione d'Armamento per le linee a traffico misto e pari al 12 ‰.

Tuttavia, essendo presenti alcune curve di raggio inferiore a 1000m, andando a calcolare l'incremento della pendenza dovuto alla resistenza addizionale in curva si ottiene:

Asse	P geometrica [‰]	Resistenza addiz. [‰]	P totale [‰]
Meranese	9,70 10,2	2,8 (Rmin≃ 300 m)	12,50 13,00
BP Brennero	9,70 10,2	2,8 (Rmin≃ 300 m)	12,50 13,00
BD Brennero	9,40 10,2	2,8 (Rmin≃ 300 m)	12,20 13,00

Nella successiva fase progettuale sarà necessario valutare la possibilità di abbassare le pendenze geometriche delle livellette al fine di ottenere delle pendenze totali al più pari al 12 ‰.

8.3 PRG di Bolzano - Geometria planimetrica

Il PRG di progetto di Bolzano prevede varie modifiche all'esistente, sia dovute ad esigenze funzionali sia dovute alla modifica della radice sud e al nuovo ingresso delle linee del Brennero e Meranese.

Si descrivono di seguito le due situazioni nelle quali non è stato possibile garantire il rispetto dei valori limite indicati al paragrafo IV.2.4 del Manuale di progettazione d'Armamento per le progettazioni a nuovo e le ristrutturazioni.

Rettifilo fra curve concordi di lunghezza pari a 7,5m<9,0m

Il Manuale di progettazione d'Armamento fornisce i seguenti valori di sviluppo per un rettifilo tra curve concordi:

Valore raccomandato	Valore limite
(0,40 · V) m	(0,30 · V) m

Volendo evitare importanti modifiche al fascio merci, non è stato possibile garantire i 9 m di sviluppo (per V=30 km/h) fra il ramo deviato dello scambio 170/0,12/dx e il successivo scambio 170/0,12/dx (vedi figura sotto).

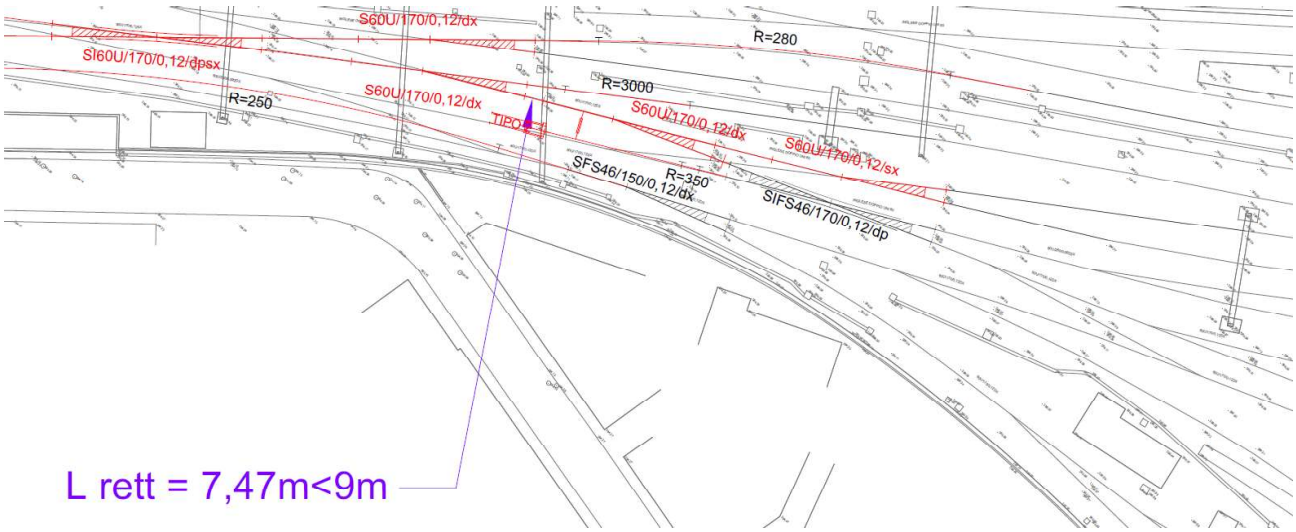


Figura 9 - Configurazione radice Sud con lunghezza rettifilo pari a 7,5m

Infatti, se si traslasse verso destra il secondo scambio 170/0,12/dx, sarebbe necessario sostituire l'inglese FS46/170/0,12 e a cascata tutti gli scambi successivi, con un impatto notevole su tutto il fascio.

Se invece si traslasse verso sinistra il primo scambio 170/0,12/dx, sarebbe necessario traslare rigidamente anche lo scambio intersezione 170/012 e i binari ivi confluenti, con il risultato che gli spostamenti sarebbero tali da costringere alla pesante modifica o alla sostituzione delle 3 travi della trazione elettrica indicate nell'immagine sotto:

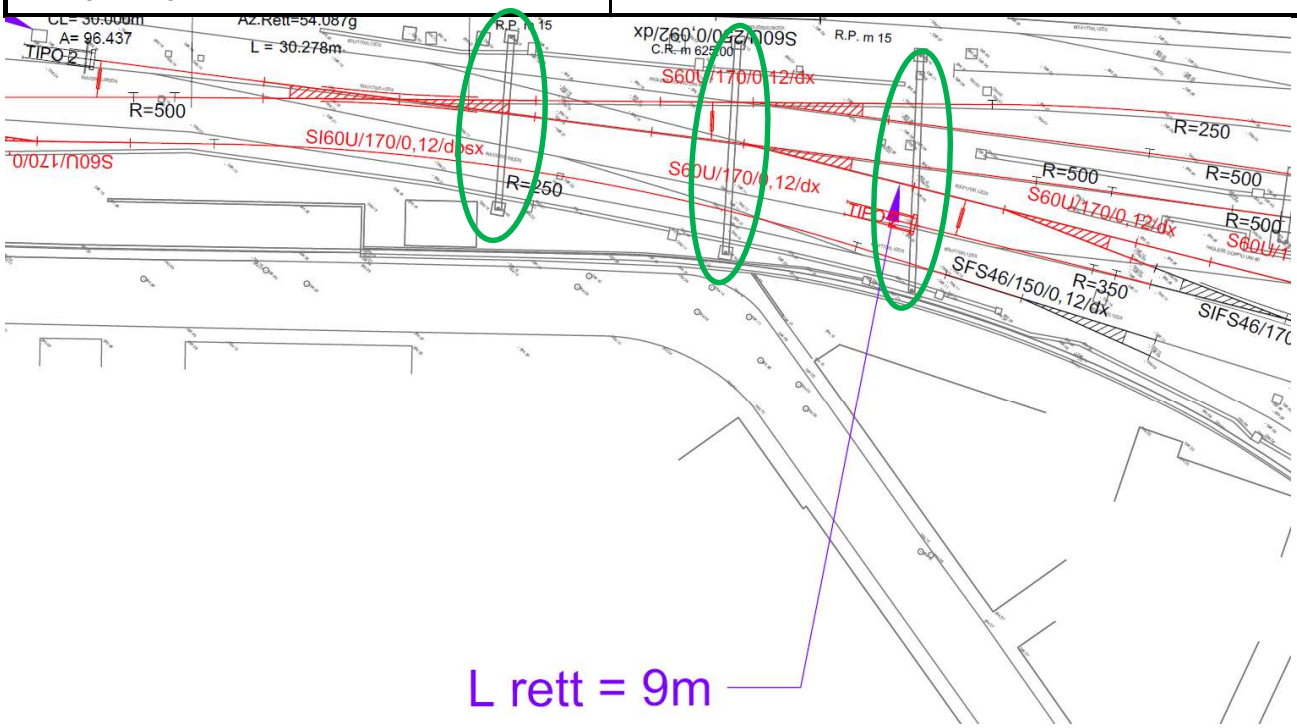


Figura 10 - Configurazione radice Sud con lunghezza rettifilo pari a 9m

Lo sviluppo del rettifilo proposto (pari a 7,50 m) garantisce comunque il rispetto del valore eccezionale indicato dal Manuale al paragrafo IV.3 per la verifica dei posti di servizio già in esercizio e per le loro modifiche puntuali:

	Valore eccezionale
$V \leq 60$ km/h	$(0{,}10 \cdot V)$ m
$V > 60$ km/h	$(0{,}15 \cdot V)$ m

Rettifilo fra curve discordi di lunghezza pari a 3,0m<6,0m

Il Manuale di progettazione d'Armamento fornisce i seguenti valori di sviluppo per un rettifilo tra curve discordi:

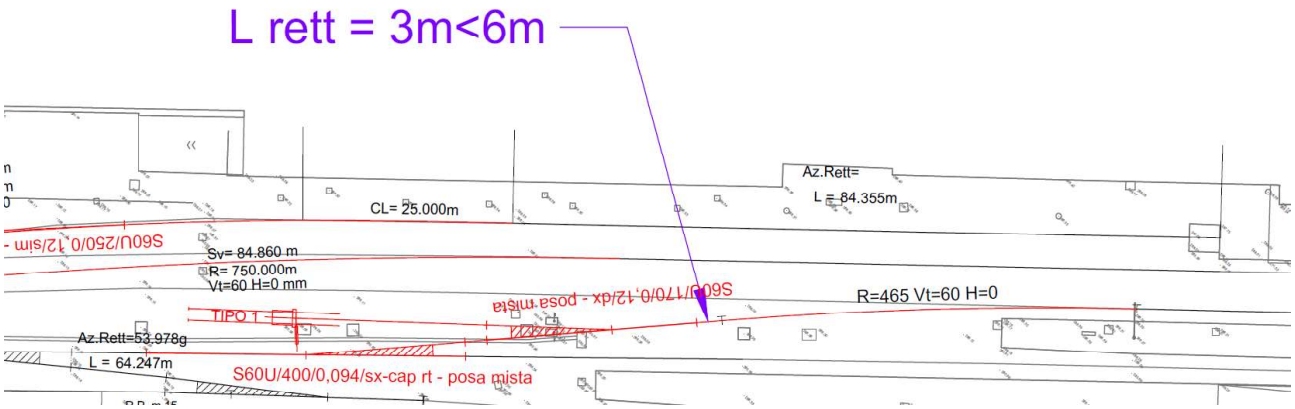
	Valore raccomandato	Valore limite
$V \leq 30$ km/h	9,5 m	$(0{,}20 \cdot V)$ m
30 km/h $< V \leq$ 60 km/h	18 m	$(0{,}20 \cdot V)$ m
60 km/h $< V \leq$ 100 km/h	50 m	$(0{,}25 \cdot V)$ m

Inoltre, onde evitare la sovrapposizione dei respingenti, la lunghezza del rettifilo deve rispettare i valori indicati nella tabella seguente:

Tabella 21

Valore limite [m]		R_1 [m]														
		150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220
R_2 [m]	150	10,7	10,5	10,2	10,0	9,83	9,6	9,38	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7
	160	10,2	9,86	9,48	9,22	8,97	8,73	8,49	8,2	8,0	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9	6,6
	170	9,83	9,37	8,97	8,62	8,3	8,04	7,78	7,5	7,2	7,0	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8
	180	9,38	8,91	8,49	8,12	7,78	7,48	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8
	190	8,94	8,45	8,02	7,63	7,28	6,96	6,65	6,3	6	5,6	5,3	4,9	4,5	4,1	3,7
	200	8,52	8,01	7,56	7,16	6,8	6,44	6,08	5,7	5,3	4,9	4,5	4,0	3,5	2,9	2,2
	210	8,11	7,59	7,12	6,7	6,31	5,91	5,49	5,0	4,5	4,0	3,5	2,9	2,1	0,7	0
	220	7,71	7,17	6,69	6,25	5,81	5,35	4,86	4,3	3,7	3,1	2,2	0,9	0	0	0
	230	7,32	6,77	6,27	5,79	5,29	4,76	4,18	3,5	2,7	1,6	0	0	0	0	0
	240	6,95	6,38	5,85	5,32	4,74	4,11	3,38	2,5	1,0	0	0	0	0	0	0
	250	6,58	5,99	5,42	4,81	4,14	3,36	2,39	0,5	0	0	0	0	0	0	0
	260	6,22	5,6	4,97	4,26	3,46	2,44	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0
	270	5,86	5,2	4,48	3,66	2,64	0,86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	280	5,51	4,78	3,96	2,96	1,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	290	5,15	4,33	3,37	2,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	300	4,77	3,85	2,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	310	4,37	3,31	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	320	3,95	2,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	330	3,47	1,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	340	2,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	350	2,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	360	1,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Volendo evitare di stravolgere l'assetto attuale del 2° binario, si è deciso di optare per un rettifilo di sviluppo pari a 3,0 m fra lo scambio 170/0,12/dx che immette al tronchino di sicurezza e la curva di progetto di raggio 465m che si riconnette al binario esistente (immagine sotto):



La motivazione di tale scelta è stata ritenuta accettabile dal momento che:

- riguarda un itinerario diretto a un tronchino di sicurezza (che quindi in condizioni normali non sarà mai percorso);
- garantisce comunque il criterio della sovrapposizione dei respingenti;
- garantisce il rispetto del valore eccezionale indicato dal Manuale al paragrafo IV.3 per la verifica dei posti di servizio già in esercizio e per le loro modifiche puntuali:

	Valore eccezionale
$V \leq 60$ km/h	$(0{,}10 \cdot V)$ m
$V > 60$ km/h	$(0{,}15 \cdot V)$ m

8.4 PRG di Bolzano – Geometria altimetrica

Il manuale di progettazione d'armamento di RFI (RFIDTCSIMAR010011A) al paragrafo IV.2.1 prescrive che le pendenze dei binari lungo i marciapiedi per passeggeri delle nuove linee non devono essere superiori all' 1,2 ‰ (valore limite, con valore eccezionale di 2,5 ‰) nei casi in cui i veicoli sono regolarmente agganciati e sganciati. Le pendenze dei nuovi binari di stazionamento destinati alla sosta del materiale rotabile non devono essere superiori al 1,2 ‰ (valore limite, con valore eccezionale di 2,5 ‰).

Coerentemente con quanto prescritto dal suddetto manuale, la pendenza dei binari dove è previisto lo stazionamento dei treni è contenuta entro l'1,2‰, a meno delle situazioni di seguito elencate doute alla necessità di riallcciarsi a livellette esistenti con pendenza superiore all'1,2‰, ma comunque inferiori al 2,5‰.

Per quanto riguarda la radice Sud del PRG di Bolzano, con l'intervento di progetto si è garantito il rispetto del valore limite della pendenza (1,2‰) previsto dal manuale di progettazione, eccetto per le seguenti situazioni, in cui comunque è stato rispettato il valore eccezionale del 2,5‰.

- Binario 2: livelletta di riallaccio all'esistente con pendenza pari al 2,40‰;
- Binario 8: livelletta di riallaccio all'esistente con pendenza pari al 1,49‰;
- Binario 9: livelletta di riallaccio all'esistente con pendenza pari al 1,38‰.

Per quanto riguarda la radice Nord del PRG di Bolzano, con l'intervento di progetto si è garantito il rispetto del valore limite della pendenza (1,2‰) previsto dal manuale di progettazione, eccetto per le seguenti situazioni:

- Binario 7: livelletta di riallaccio all'esistente con pendenza pari al 2,13‰;
- Binario 8: livelletta di riallaccio all'esistente con pendenza pari al 2,53‰;
- Binario 9: livelletta di riallaccio all'esistente con pendenza pari al 1,94‰.