

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

## U.O. INFRASTRUTTURE NORD

## PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BERGAMO-MONTELLO

## APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO

## INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Relazione di tracciato

SCALA:

-

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

N B 1 R 0 2 D 2 6 R H I F 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Serrau 	Marzo 2020	S. Guano 	Marzo 2020	M. Berlingieri 	Marzo 2020	A. Perego

File: NB1R02D26RFSF0000001A.doc

n. Elab.:

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI DEI DATI E REQUISITI DI BASE .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>12</b>
4.1	DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE .....	12
4.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	13
4.3	RADDOPPIO IN LINEA.....	13
4.4	PRG PONTE SAN PIETRO .....	14
4.5	FASI PONTE SAN PIETRO .....	15
<b>5</b>	<b>SITUAZIONI SINGOLARI .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>IPOTESI COMPUTAZIONALI.....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICHE CINEMATICHE.....</b>	<b>24</b>

## **1 INTRODUZIONE**

La presente relazione descrive il progetto definitivo del Raddoppio Ponte San Pietro – Bergamo – Montello, relativamente all'appalto 2 che riguarda il PRG di Ponte San Pietro ed il Raddoppio della linea da Curno a Bergamo.

I documenti di riferimento e di input per lo sviluppo del progetto definitivo sono stati:

- committenza RFI: lettera di *Approvazione PFTE e osservazioni funzionali agli elaborati del lotto 1 e2 RFI-DCO.SCTNO\A0011\P\2019\0000476* del 12.03.2019; lettera *Input funzionali per lo sviluppo del Progetto definitivo della Fase 1 RFI.DCO.SCTNO\A0011\P\2019\0000725* dell'11.04.2019;
- riunioni Italferr-Committenza: *verbale di "Incontro" del 16 aprile 2019 e del 14 maggio 2019*;
- rilievi celerimetrici eseguiti da Italferr nel 2019 (coordinate gaussiane);
- progetto di base assoluta di RFI in formato dwg, georeferenziato nelle coordinate del rilievo celerimetrico Italferr;
- *TabellinoApprovatoBG-Calolzio.pdf*: tabelle del progetto di base assoluta RFI
- Studio del PRG di Ponte S. Pietro fornito dalla Committenza (*PONTE S P-NOVEMBRE 2017-28-11-17.dwg*)
- FL 28 Lecco-Brescia e Bergamo-Seregno (giugno 2015).

Le specifiche funzionali richieste dalla Committenza sono:

- Categoria di massa assiale D4 (senza limitazioni di velocità)
- Ammissione dei ranghi di velocità A, B, C;
- PMO5.

Alla luce dei documenti di riferimento sopra elencati, si specifica quanto segue.

- Lo stato attuale, rappresentato nelle planimetrie di linea e preso a riferimento nello sviluppo del progetto definitivo di **Raddoppio Bergamo-Curno**, consiste in:
  - l'andamento planimetrico del binario esistente è il progetto di base assoluta di RFI (georeferenziata nelle coordinate Gauss-Boaga del rilievo celerimetrico eseguito da Italferr nel 2019);
  - l'andamento altimetrico del binario esistente è l'altimetria del progetto di base assoluta di RFI calata sulle quote del rilievo celerimetrico eseguito da Italferr nel 2019.Ad oggi, il progetto di base assoluta RFI non è stato realizzato, pertanto si assume che tale base assoluta (con rinnovamento del binario) verrà concretizzata prima della realizzazione del Raddoppio o al più tardi contestualmente al Raddoppio stesso da parte della Committenza.  
Lo stato esistente ed il progetto definitivo di Raddoppio sono in coordinate Gauss-Boaga coerenti alla precedente fase progettuale (PFTE).
- Lo studio plano-altimetrico del **PRG di Ponte San Pietro** è stato condotto con riferimento al progetto di base assoluta di RFI del binario II (georeferenziato nelle coordinate Gauss-Boaga del rilievo celerimetrico eseguito da Italferr nel 2019); in particolare, lo studio altimetrico è stato condotto sulla base delle quote terreno/piano ferro esistente dei rilievi celerimetrici e sulla base dell'andamento altimetrico del progetto di base assoluta di RFI del binario II.

Nella successiva fase di progettazione esecutiva, sarà necessario rivedere il progetto di Raddoppio ed il PRG di Ponte San Pietro nelle coordinate della base assoluta di RFI (coordinate rettilinee).

## 2 ANALISI DEI DATI E REQUISITI DI BASE

Di seguito vengono presentati i dati e i requisiti di base principali dell'intervento.

### Dati principali infrastruttura esistente:

- Velocità di tracciato in linea 100 km/h
- Ranghi A, B
- Interasse: binario unico in linea, variabile a Ponte San Pietro (3.90m circa)
- Lunghezza marciapiedi: 250m a Bergamo Ospedale, 290-230m a Ponte San Pietro
- Altezza marciapiedi: +55cm a Bergamo Ospedale, +25cm a Ponte San Pietro

Di seguito, due stralci del FL 28 della linea Lecco-Brescia (binario II nel PRG di Ponte San Pietro):

Segue linea LECCO-BRESCIA

Grado di frenatura	Velocità max Km/h		Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h BIN. DESTRA	Grado di frenatura
	100	105				
III	100	105	21,88 0,00	<b>BERGAMO</b>		
			2,95	<i>Bergamo Ospedale</i> P.L.A. ■ Km 4,241 P.L.A. ■ Km 5,182		
	70	90	Dev. I			
			7,74	<b>PONTE S. PIETRO</b>		
		11,57	<b>Ambivere</b>			
	100	105	14,76	<i>Pontida</i>		
			17,05	<b>Cisano</b>		

			17,95	<b>Cisano</b>		
	70	90	14,76	<i>Pontida</i> P.L.A. ■ Km 13,631 P.L.A. ■ Km 12,872		
			11,57	<b>Ambivere</b>		
	100	105	7,74	<b>PONTE S.PIETRO</b> Dev. U.		
			2,955	<i>Bergamo Ospedale</i>		
I	70	85	0,00 21,88	<b>BERGAMO</b>		

Di seguito, due stralci del FL 28 della linea Bergamo-Seregno (binario I nel PRG di Ponte San Pietro):

**BERGAMO-SEREGNO**

Grado di frenatura	Velocità max Km/h		Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO
	A	B		
III	100	105	21,88 0,00	<b>BERGAMO</b>
			2,955	<i>Bergamo Ospedale</i> P.L.A. ■ Km 4,241 P.L.A. ■ Km 5,182 Dev. I.
I	70 90	90 95	7,74 0,00	<b>PONTE S.PIETRO</b>
				C.C. km 1,421
III	110	120	4,05	<b>Terno</b>
			9,18	<b>Calusco</b>

	80	85	11,04	<b>Paenno</b> Dev. U.
	110	120		Dev. I.
			9,18	<b>Calusco</b>
I			4,05	<b>Terno</b>
	90	95		C.C. km 1,421
III	100	105	0,00	<b>PONTE S.PIETRO</b>
			7,74	Dev. U.
			2,955	<i>Bergamo Ospedale</i>
	70	85	0,00	<b>BERGAMO</b>
			21,88	

**Dati principali infrastruttura di progetto:**

- Pk 0+000 in asse FV Bergamo come da base assoluta (ettometrazione lungo il binario pari)
- Interasse raddoppio: 4m (binario dispari a nord, binario pari a sud)
- Velocità di tracciato 100 km/h in linea, 90km/h a Ponte San Pietro
- Ranghi A, B, C in linea
- PMO 5
- Categoria peso assiale D4
- Lunghezza marciapiedi: 250m
- Altezza marciapiedi: +55cm Bergamo Ospedale, Curno e Ponte San Pietro

Le caratteristiche tecniche di tracciato nei tratti di intervento sono:

Parametro	Raddoppio linea	PRG Ponte San Pietro
Velocità tracciato	100 km/h binari di corsa	60 km/h binari III, IV, V 90 km/h binari I, II
Ranghi velocità	A, B, C	A, B (esistenti)
Velocità in deviata apparecchi di binario	60km/h	60km/h
Raggio minimo planimetrico	494.40m	462 bin IV 582.40m bin. II
Raccordi di transizione	clotoide	Clotoide (binari IV e V senza raccordi di transizione)
Raggio minimo altimetrico	4800m	5500m binario I
Massima sopraelevazione in curva	150mm	90mm binari I e II 40mm binario III
Pendenza massima	11.908 ‰	3.11 ‰ (max 2.25‰ ove ho stazionamento) 5.18‰ esistente
Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)
PMO	PMO5	PMO5
Sagoma cinematica	GC	GC
Interasse	4m	4m fra binari I e II
Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast di 1^ categoria a scartamento 1435 mm Traverse in c.a.p. RF1240 con attacco indiretto	

Apparecchi del binario	2 comunicazioni S60U/400/0.074dx in cap interasse 4m	<p>Deviatoi standard S60U/400/0.094, S60U/400/0.074, S60U/170/0.12 (provvisorio)</p> <p>Deviatoi con piano di posa misto cap/legno S60U/250/0.12 simm, S60U/170/0.12 da approvvigionare come da specifiche di fornitura RFI</p>
Marciapiedi	<p>L= 250m H=+55cm dal pian di rotolamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bergamo Ospedale</li> <li>- Curno</li> </ul>	<p>L= 280 -250m H=+55cm dal pian di rotolamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marciapiedi I°, II°, III°</li> </ul> <p>Prolungamento provvisorio marciapiede II° (h +25cm, lungh 37m, largh 2.50m)</p>
Respingenti	2 ad assorbimento di energia tipo 1	<p>3 ad assorbimento di energia tipo 1 2 in c.a. (tronchini di sicurezza)</p> <p>Paraurti metallici e ad assorbimento di energia provvisori nelle fasi realizzative</p>
Tensione di alimentazione	3000 V cc	

In relazione al campo geografico di applicazione ed in funzione delle modifiche previste a progetto, esclusivamente per la tratta oggetto di raddoppio, la tratta può essere classificata, ai sensi del §4.2.1 della STI *Infrastruttura* (\*), nella categoria P4 per il traffico passeggeri e nella categoria F2 per il traffico merci.

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

*estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2*

Codice di traffico	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza del treno [m]
F2	GB	22.5	100-120	600-1050

*estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3*

In merito alla classificazione del codice di traffico per i treni merci, sebbene attualmente non previsti sul tale linea nel programma di esercizio condiviso, si riporta comunque per completezza la classificazione, in funzione di sagoma limite e carico per asse, per non precludere un futuro utilizzo da parte del Gestore dell'Infrastruttura per il traffico di tutti i treni (passeggeri e merci).

Nella tratta Ponte S. Pietro-Bergamo, poichè vi sono anche tratti non oggetto di intervento e sui quali sono presenti dei vincoli infrastrutturali che garantiscono un carico per asse C3L e un PM01, e dunque una sagoma limite G1, la tratta Ponte S. Pietro-Bergamo manterrà l'attuale classificazione di seguito riportata, fino alla rimozione di tali vincoli:

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

*estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2*

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

*estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3*

(\* ) 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° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019

### **3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

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 D del 20.12.2019;
  - Manuale di progettazione d'Armamento RFI DTCSI M AR 01 001 1 A del 13.09.2019;
  - Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 01 001 D Standard di qualità geometrica del binario e parametri di dinamica di marcia per velocità fino a 300km/h;
  - Istruzione Tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 Costruzione e controllo della lunga rotaia saldata (l.r.s);
  - Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 07 001 Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio;
  - Nota RFI-DTC-STC 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.;
  - Circolare n° 338/6.5 del 25.10.1986 – Scartamento del binario;
  - DI/TC/AR/009/490 del 07/10/1999 Paraurti ad assorbimento di energia;  
per il dettaglio delle normative relative ai componenti dell'armamento, vedi la *Relazione illustrativa armamento*.
  
- Normativa europea
  - STI: 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 e relativo Allegato, come modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16.05.2019.

- Elenco elaborati di riferimento

INFRASTRUTTURA FERROVIARIA												
<b>Documenti generali</b>												
Relazione di tracciato	-	NB1R	0 2	D	26	RH	IF	0 0	0 0	0 1	001	A
Relazione illustrativa armamento	-	NB1R	0 2	D	26	RF	SF	0 0	0 0	0 0	001	A
Corografia	1:25000	NB1R	0 0	D	26	C3	IF	0 0	0 0	0 1	001	A
<b>Planimetrie</b>												
Planimetria di stato attuale Tav. 1/4	1:2000	NB1R	0 2	D	26	P6	IF	0 0	0 0	0 2	001	A
Planimetria di stato attuale Tav. 2/4	1:2000	NB1R	0 2	D	26	P6	IF	0 0	0 0	0 2	002	A
Planimetria di stato attuale Tav. 3/4	1:2000	NB1R	0 2	D	26	P6	IF	0 0	0 0	0 2	003	A
Planimetria di stato attuale Tav. 4/4	1:2000	NB1R	0 2	D	26	P6	IF	0 0	0 0	0 2	004	A
Planimetria di tracciamento Tav. 1/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	001	A
Planimetria di tracciamento Tav. 2/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	002	A
Planimetria di tracciamento Tav. 3/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	003	A
Planimetria di tracciamento Tav. 4/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	004	A
Planimetria di tracciamento Tav. 5/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	005	A
Planimetria di tracciamento Tav. 6/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	006	A
Planimetria di tracciamento Tav. 7/7	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	007	A
<b>Profili</b>												
Profilo longitudinale Tav. 1/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	001	A
Profilo longitudinale Tav. 2/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	002	A
Profilo longitudinale Tav. 3/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	003	A
Profilo longitudinale Tav. 4/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	004	A
Profilo longitudinale Tav. 5/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	005	A
Profilo longitudinale Tav. 6/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	006	A
Profilo longitudinale Tav. 7/7	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	007	A
<b>Planoprofili Ponte S.Pietro</b>												
Planimetria di progetto e tracciamento - Ponte S.Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 0	0 0	0 1	008	A
Profili longitudinali I° e II° - Ponte S. Pietro	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	008	A
Profili longitudinali III°, IV° e V° - Ponte S. Pietro	1:1000/100	NB1R	0 2	D	26	F7	IF	0 0	0 0	0 1	009	A
<b>Fasi Ponte S. Pietro</b>												
Planimetria di Fase 1 - Ponte S. Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 1	0 4	0 4	001	A
Planimetria di Fase 2 - Ponte S. Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 2	0 4	0 4	001	A
Planimetria di Fase 3 - Ponte S. Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 3	0 4	0 4	001	A
Planimetria di Fase 4 - Ponte S. Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 4	0 4	0 4	001	A
Planimetria di Fase 5 - Ponte S. Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 5	0 4	0 4	001	A
Planimetria di Fase 6 - Ponte S. Pietro	1:1000	NB1R	0 2	D	26	P7	IF	0 6	0 4	0 4	001	A

## 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

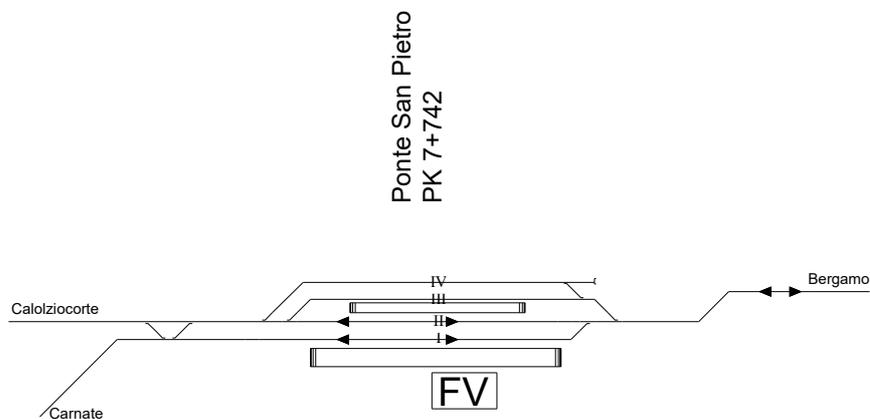
### 4.1 DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE

La linea esistente tra Bergamo e Ponte San Pietro è a singolo binario.

La p.k. 0+000.00 è in asse FV fabbricato viaggiatori di Bergamo e cresce verso Calolziocorte (verso Lecco); presenta la fermata esistente di Bergamo Ospedale.

L'impianto di Ponte San Pietro vede il suo deviatoio di ingresso S60U/250/0.092dx alla pk 7+519.20 (secondo il progetto di base assoluta RFI); presenta due binari di corsa (binario I linea Bergamo-Seregno e binario II linea Brescia-Lecco), un binario di precedenza ed un quarto binario di servizio. Ha due marciapiedi H 25cm e non presenta il sottopasso di stazione.

## Configurazione attuale



## 4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento oggetto della presente relazione è l'appalto 2, comprendente sia il raddoppio della linea da Bergamo a Curno, sia gli interventi nel PRG di Ponte San Pietro.

Il raddoppio della linea, a causa di vincoli esterni come edifici esistenti o proprietà private, non avviene in maniera costante sempre dallo stesso lato rispetto al binario esistente (progetto di base assoluta di RFI), ma si adatta ai vincoli durante il suo sviluppo e quindi implica a volte lo spostamento/costruzione a nuovo del binario esistente. Il raddoppio presenta due fermate: Bergamo Ospedale e Curno con marciapiedi L=250m e H +55cm dal piano di rotolamento. Il passaggio da binario semplice a binario doppio avviene con comunicazione S60U/400/0.074dx con interasse 4m (e tronchino di sicurezza con paraurti ad assorbimento di energia tipo 1).

Il PRG di Ponte San Pietro, invece, prevede lavorazioni che portano l'impianto finale ad avere:

- Interasse binari di corsa pari a 4m
- Nuovo binario di precedenza III a 60km/h
- Nuovi binari tronchi di attestamento IV e V a 60k/h
- Nuovi tronchini di sicurezza binari I, III e IV-V
- Marciapiedi H +55 dal piano di rotolamento
- Sottopasso nuovo di stazione.

## 4.3 RADDOPPIO IN LINEA

L'inizio dell'intervento di tracciato è posto alla p.k 1+016,471 ovvero il punto in cui l'asse di progetto inizia a scostarsi dall'esistente (base assoluta di RFI). Questo scostamento è prima verso Nord e poi in prossimità della mezzeria del viadotto di via Dei Caniana diventa a Sud. Dalla p.k. 1+255,494, spalla Ovest del ponte appena citato, lo scostamento inizia ad aumentare fino ad arrivare anche ad un valore di circa 3 m. Da questa progressiva in poi iniziano le Opere Civili. Il raddoppio vero e proprio della linea inizia alla p.k. 1+659,970, punta scambi della comunicazione S60U/400/0.074 dx. Fino alla p.k. 2+825,987, il binario esistente viene demolito perché il binario di progetto, attraverso flessi per rispettare gli edifici adiacenti e le proprietà private (ad es. parcheggio Auchan), è posizionato a Sud rispetto alla configurazione esistente. Da questa progressiva fino alla p.k. 3+374.629, il binario Sud di progetto è nella medesima posizione dello stato attuale e pertanto il raddoppio viene realizzato a una distanza di 4m a Nord. Nell'intervallo tra la p.k. 3+374.629 e la p.k. 3+582,412, il binario esistente viene demolito. Questa è una zona particolare perché è l'unica zona in cui si è in trincea; oltretutto il raddoppio deve rispettare il cavalcavia esistente di via Leuceriano. Per poter eseguire il raddoppio in questa zona, il binario di progetto Nord nell'intervallo citato nelle righe sovrastanti, posizionato a destra rispetto all'esistente attraverso flessi torna nella posizione esistente in corrispondenza della p.k. 3+582.412. Così facendo il raddoppio viene fatto a Sud rispetto al binario esistente e quest'ultimo non viene demolito. Questa configurazione di raddoppio a Sud rispetto all'esistente prosegue fino alla p.k. 4+568,444. Una volta superata la fermata di Curno alla p.k. 4+359,133, dove abbiamo sempre il binario pari di progetto realizzato 4 m a Sud rispetto al binario esistente dalla p.k. 4+568,444 quest'ultimo viene demolito perché il binario Nord di progetto

si trova spostato verso destra e alla p.k. 4+918,467 troviamo la punta scambi della comunicazione del tipo S60U/400/0.074 destra che fa concludere il raddoppio della linea alla p.k. 5+002,613. Le opere civili finiscono alla p.k. 5+200,046 e l'asse di progetto modificato si riallaccia all'asse esistente alla p.k. 5+845,520 che è la progressiva di fine intervento.

Riassumendo:

- P.k. 1+016,472 Inizio Intervento di tracciato (scostamento del binario di progetto da quello esistente di base assoluta);
- P.k. 1+255,499 Inizio delle Opere Civili;
- P.k. 1+659,970 Inizio del raddoppio con scambio del tipo 60U/400/0.074 destro;
- Fino alla p.k. 2+825,987 asse binario pari di progetto realizzato a Sud rispetto all'asse esistente, demolizione di quest'ultimo e realizzazione del raddoppio a Nord;
- Fino alla p.k. 3+374,629 asse binario esistente non viene demolito e il raddoppio viene fatto rispetto a quest'ultimo a Nord:
- Per riuscire a superare il viadotto di via Leuceriano, il binario Sud di progetto con un flesso si abbassa verso Sud in modo che all'imbocco del viadotto il binario Nord di progetto si trovi sull'asse esistente;
- Fino alla p.k. 4+568,444 il raddoppio viene fatto a Sud rispetto al binario esistente che non viene demolito;
- P.k. 5+002,613 fine del raddoppio ferroviario con scambio 60U/400/0.074 destro. In questa zona il binario esistente viene demolito e l'asse di progetto Sud si trova a sinistra rispetto alla situazione attuale;
- P.k. 5+200,046 Fine delle opere Civili;
- P.k. 5+845,520 fine dell'intervento di tracciato, l'asse di progetto si riporta sulla posizione esistente (rettifilo di base assoluta).

La realizzazione del raddoppio viene eseguita durante l'interruzione totale dell'esercizio ferroviario sulla linea.

#### 4.4 PRG PONTE SAN PIETRO

Come già anticipato, la stazione di Ponte San Pietro attualmente è composta da 4 binari. Il primo servito dalla banchina adiacente al fabbricato viaggiatori, mentre il secondo e il terzo condividono lo stesso marciapiede posto tra questi due binari. Il quarto binario è un binario di servizio.

Il progetto prevede la realizzazione 3 binari nuovi (III, IV, V) e la sistemazione dei binari di corsa a 4m; tutti sono serviti da marciapiedi con lunghezza minima 250m e H +55cm dal piano di rotolamento.

L'inizio degli interventi è posto alla p.k. 7+506,311 e termina alla p.k. 8+045,627. Questo intervento verrà realizzato con la linea Bergamo – Ponte San Pietro non in esercizio.

Durante i lavori sarà sempre garantito l'esercizio ferroviario su due binari in stazione

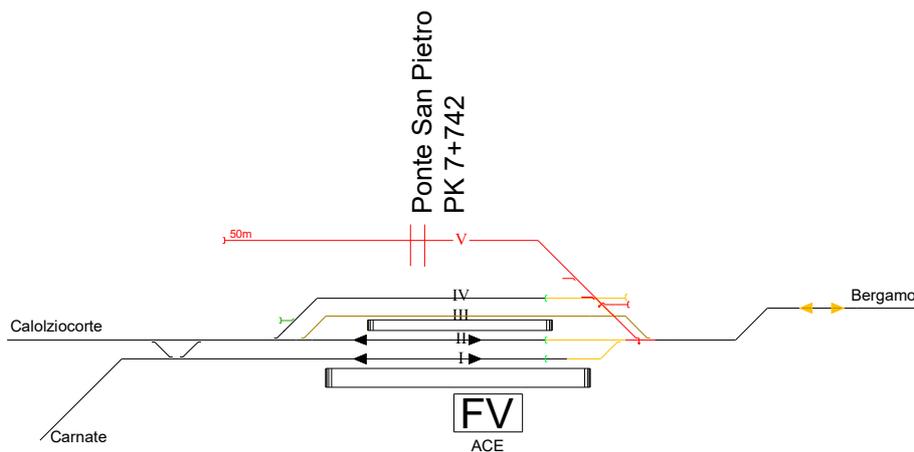
Sono state individuate 6 fasi realizzative, dove per ognuna di queste, sono state previste demolizioni, posa in opera degli elementi di progetto o di elementi provvisori.

## 4.5 FASI PONTE SAN PIETRO

### FASE 1

- La linea da Ponte San Pietro a Bergamo è fuori esercizio;
- Realizzazione parziale del sottopasso con scavo a cielo aperto fino a una distanza di 3.5m rispetto alla rotaia più vicina del quarto binario esistente;
- Demolizione della radice lato Bergamo dei binari I, II, III e IV
- Demolizione binario III e posa campata sul binario II in corrispondenza dello scambio demolito (S60U/400/0.094);
- Realizzazione tronchino di sicurezza provvisorio (con scambio S60U/170/0.12dx con paraurti metallico);
- Posa paraurti provvisori sui binari I (tipo 1), II (tipo 1), IV (tipo 2);
- Prolungamento provvisorio del marciapiede II per raggiungimento modulo binario II;
- Realizzazione del binario V di configurazione finale (con paraurti tipo 1) con posa dei 4 deviatori nuovi presenti sull'itinerario che porta al binario V (1 S60U/400/0.094, 2 S60U/400/0.074, 1 S60U/170/0.12 per tronchino di sicurezza con paraurti tipo 1)
- Circolazione ferroviaria sui binari I e II;
- Modifica apparato esistente ACE per garantire quanto sopra

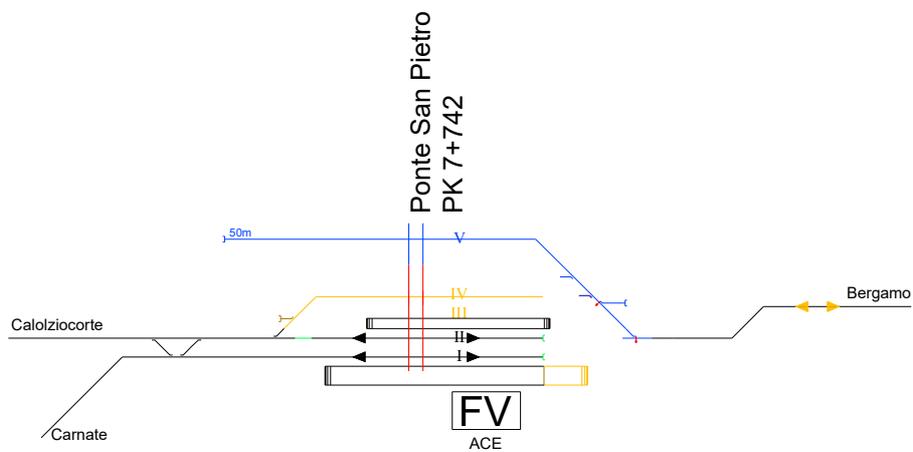
## Fase 1



**FASE 2**

- La linea da Ponte San Pietro a Bergamo è fuori esercizio;
- Realizzazione sottopasso a spinta fino alla banchina del Fabbricato Viaggiatori;
- Binario V destinato ad uso cantiere;
- Demolizione del binario IV esistente, del paraurti tipo 2 provvisorio, del tronchino di sicurezza realizzato in fase 1: il deviatoi esistente sul binario II viene mantenuto
- Demolizione di parte del marciapiede 1° a servizio del binario I lato Bergamo;
- Circolazione ferroviaria sui binari I e II;
- Nessuna modifica apparato esistente ACE

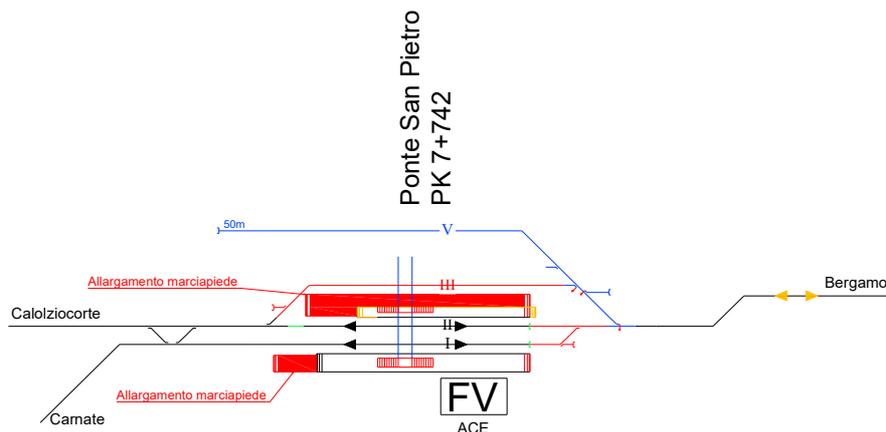
## Fase 2



### FASE 3

- La linea da Ponte San Pietro a Bergamo è fuori esercizio;
- Prolungamento/allargamento del marciapiedi II° alla quota di progetto (solo per la porzione di nuova costruzione);
- Prolungamento marciapiede I° lato Calolziocorte;
- I marciapiedi esistenti vengono mantenuti alla quota attuale, per svolgere il servizio viaggiatori con attraversamento a raso;
- Binario V destinato ad uso cantiere;
- Realizzazione del binario III di configurazione finale con tronchino di sicurezza con scambio S60U/170/0.12 con piano di posa misto (per la vicinanza al calcio dello scambio esistente figurato S60U/400/0.094) e paraurti in c.a.;
- Spostamento lato Calolziocorte dei paraurti tipo 1 posati sui binari I e II in fase 1;
- Posa scambi S60U/400/0.074sx sul binario II, S60U/250/0.12 simmetrico sul binario I e relativa serraglia, i quali fanno comunicazione; lo scambio simmetrico ha piano di posa misto cap/legno in quanto la serraglia è formata da una curva a contatto col calcio dello scambio simmetrico
- Circolazione ferroviaria sui binari I e II;
- Nessuna modifica apparato esistente ACE

## Fase 3



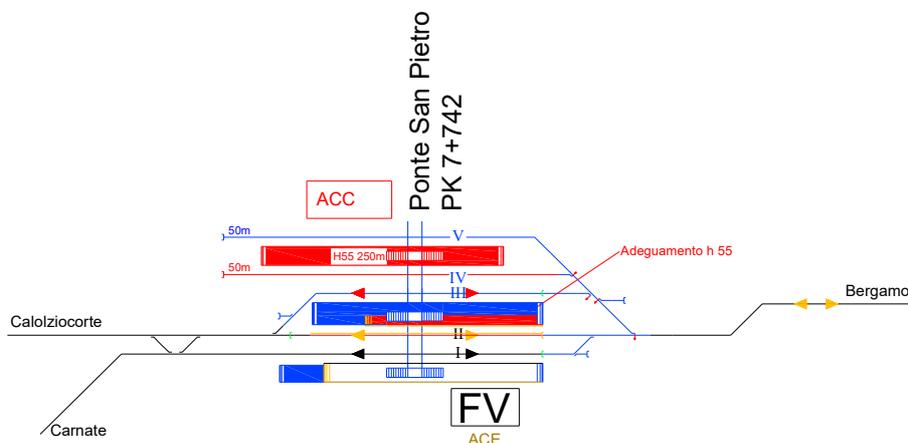
#### FASE 4

- La linea da Ponte San Pietro a Bergamo è fuori esercizio;
- Realizzazione del IV binario di configurazione finale con paraurti tipo 1;
- Realizzazione marciapiedi H +55cm a servizio dei binari IV e V;
- Parzializzazione dei marciapiedi esistenti adeguando altimetricamente alla quota H +55 cm la restante parte dei marciapiedi;
- Servizio passeggeri svolto sulla porzione di marciapiede con sottopassaggio pedonale adeguato nella fase precedente;
- Binario II fuori esercizio: posa paraurti metallico lato Calolziocorte e demolizione paraurti tipo 1 lato Bergamo, lavorazioni al binario di configurazione finale (interasse 4m);
- Circolazione ferroviaria sui binari I e III (previa posa sul binario III del paraurti tipo 1 con necessaria rettifica di 45m circa di binario, vedi **Nota**);
- Attivazione dell'apparato PP/ACC.

**Nota:** in fase 4, è prevista la posa di un paraurti tipo 1 sul binario III (già di configurazione finale) per l'attestamento di treni a servizio passeggeri. Dato che il binario presenta curve con raccordi di transizione, per garantire al paraurti la posa in retta e 20m di binario antecedente in retta, sono necessarie lavorazioni di rettifica del binario per 45m circa.

Con l'adozione del paraurti tipo 1 sul binario III, il modulo di marciapiede garantito per il binario III è di soli 180m; se tale modulo non fosse sufficiente per l'esercizio previsto in fase 4, si propone, per la successiva fase di progettazione esecutiva, la posa di un paraurti metallico FS8742 (previa autorizzazione da parte della Committenza) in corrispondenza della traversa limite lato Bergamo, raggiungendo così 240m circa di modulo.

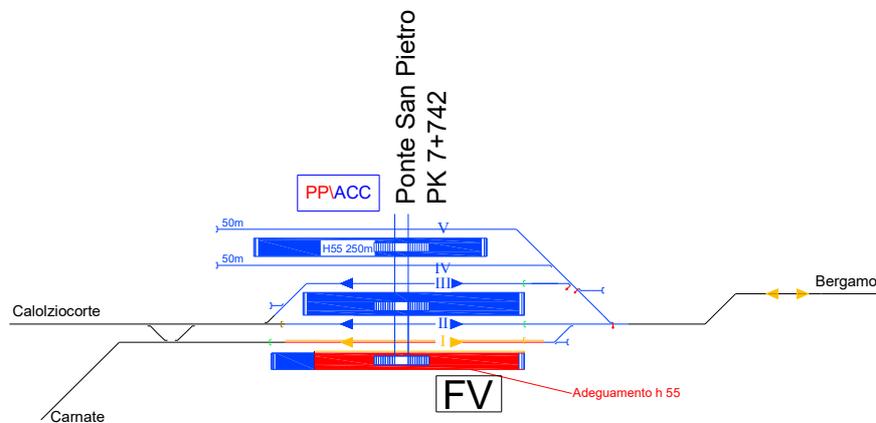
## Fase 4



## FASE 5

- La linea da Ponte San Pietro a Bergamo è fuori esercizio;
- Circolazione ferroviaria sul binario II (previa demolizione del paraurti provvisorio metallico lato Calolziocorte e posa paraurti tipo 1 lato Bergamo) e sul binario III;
- Binario I fuori esercizio: posa paraurti metallico lato Seregno e demolizione paraurti tipo 1 lato Bergamo, lavorazioni al binario di configurazione finale (interasse 4m);
- Parzializzazione del marciapiede esistente lato fabbricato viaggiatori adeguando altimetricamente alla quota h 55 cm la restante parte del marciapiede;
- Nessuna riconfigurazione PP/ACC.

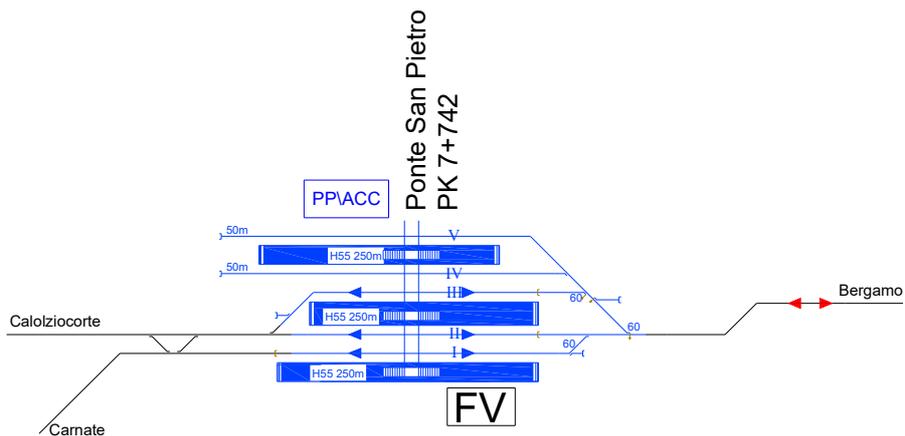
## Fase 5



**FASE 6**

- Demolizione paraurti metallico provvisorio sul binario I lato Seregno;
- Demolizione paraurti tipo 1 sul binario II e binario III (e sistemazione tracciato per 45m circa in configurazione finale);
- Riconfigurazione PP/ACC per il PRG finale;
- L'impianto di Ponte San Pietro è in esercizio;
- La linea da Ponte San Pietro a Bergamo torna ad essere in esercizio.

## Configurazione finale



Per l'ubicazione e gestione dei cantieri di armamento, si vedano gli elaborati specifici di Cantierizzazione.

## **5 SITUAZIONI SINGOLARI**

Si riporta di seguito un elenco di situazioni presenti in progetto, su cui si vuole posare l'attenzione anche nell'ottica di un'ottimizzazione per lo sviluppo nella successiva fase di progettazione esecutiva (nelle coordinate della base assoluta).

Raddoppio in linea:

- La prima curva di progetto (R=620m) presenta clotoidi differenti allo scopo di non intervenire sull'opera esistente di via Caniana (in asse opera infatti la curva di progetto coincide col binario esistente di base assoluta) e di allacciarsi al rettilineo di base assoluta lato Bergamo
- L'ultima curva di progetto (R=494.40m) presenta clotoidi differenti allo scopo di non intervenire sull'opera esistente di via Lecco e di allacciarsi al rettilineo di base assoluta lato Ponte San Pietro.

PRG Ponte San Pietro:

- Binario III scambio esistente 60U/400/0.094 sx posato in curva sul binario II (R= 582.4m h=90mm); velocità ramo deviato 60 km/h.  

$$r' = (R * r) / (R + r) = (582.40 * 400) / (582.40 + 400) = 232960 / 982.40 = 237.13 \text{ m}$$

$$I = 11.8 (V * V / R) - D = 11.8 (60 * 60 / 237.13) - 90 = 179.14 - 90 = 89.14 \text{ mm} < 110 \text{ mm}$$
- Binari IV, V a Vt=60 km/h senza raccordi di transizione
- Pendenza longitudinale in stazione > 1.2‰: tale pendenza è condizionata dalla situazione esistente che presenta pendenze alte. La pendenza di progetto è < 2.5‰: la pendenza massima in presenza di stazionamento è pari a 2.25‰ binario II
- In configurazione finale, sono presenti 3 paraurti tipo 1 e 2 in c.a.; l'adozione dei paraurti in c.a. sui tronconi di sicurezza binari I e III è dettata dalla necessità di contenere gli spazi e non invadere la proprietà privata.

## **6 IPOTESI COMPUTAZIONALI**

Per la valutazione economica delle lavorazioni previste nel Raddoppio Bergamo-Curno e PRG di Ponte San Pietro (fasi realizzative 1-2-3-4-5-6), sono state adottate le tariffe RFI edizione 2020; la wbs è stata impostata secondo l'All.4 Famiglie e parti d'opera della Procedura societaria PPA.0002871 rev. A del 21.05.2018.

Nella computazione economica, sono state adottate le seguenti informazioni.

### Ambiente: smaltimento ballast

- 20% impianto di recupero: conferimento dei rifiuti in impianti di recupero con tariffa BA.DE.C.0104.A + trasporto BA.DE.C.0106.A per 25 km
- 70% discarica per rifiuti inerti: conferimento dei rifiuti in discariche per rifiuti inerti con tariffa BA.DE.C.0102.A + trasporto BA.DE.C.0106.A per 41 km
- 10% discarica per rifiuti non pericolosi: conferimento dei rifiuti in discariche per rifiuti non pericolosi con tariffa BA.DE.C.0103.A + trasporto BA.DE.C.0106.A per 38 km.

### Cava ipotizzata (fornitura ballast a carico Appaltatore)

- cava Valdimonte di Novate Mineraria srl (Lombardia) con scadenza attestato di qualificazione al 12.11.2021.

### Impianto di Segnalamento:

- relativamente ai giunti isolanti incollati isolanti in demolizione e/o previsti nuovi nel raddoppio in linea e nelle singole fasi realizzative del PRG di Ponte San Pietro, sono stati adottati i dati progettuali stimati dal Segnalamento. In particolare, per i nuovi giunti, è stata assunta la tipologia dotata di dispositivo DCGM, tranne che per i terminatori. Nel computo metrico estimativo di armamento, è stata dedicata una parte d'opera alle sole lavorazioni legate ai GII.

### Armamento:

- sono stati considerati apparecchi di binario a 60 km/h (S60U/400/0.094 e S60U/400/0.74) con dispositivo DCF.
- per quanto riguarda i piani di posa, si sono adottati i seguenti:
  - o piano di posa in cap comunicazioni i=4m per deviatoi 60U/400/0.074dx;
  - o piano di posa in cap deviatoi 60U/400/0.074sx;
  - o piano di posa in cap deviatoio 60U/400/0.094sx;
  - o piano di posa in cap deviatoio 60U/170/0.12sx e dx (provvisorio);
  - o piano di posa misto in cap/legno deviatoio 60U/250/0.092simmetrico (per curva serraglia a contatto col calcio dello scambio);
  - o piano di posa misto in cap/legno deviatoio 60U/170/0.12dx (per vicinanza calcio scambio esistente figurato).

**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BERGAMO-MONTELO****APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO****RELAZIONE DI TRACCIATO**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NB1R	02 D 26	RH	IF.00.01 001	A	23 DI 28

Si rimanda alla fase successiva di progettazione esecutiva lo studio dettagliato dei piani di posa degli apparecchi di binario non innovativi per la condivisione/approvazione da parte della Committenza.

## **7 VERIFICHE CINEMATICHE**

Di seguito si riportano le verifiche cinematiche delle curve presenti in progetto per i ranghi di velocità A, B, C riportati in tabella. Le velocità di fiancata saranno definite dagli organi competenti di RFI.

**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BERGAMO-MONTELO  
 RADDOPPIO DELLA LINEA DA BERGAMO A CURNO  
 VERIFICHE CINEMATICHE CURVE PLANIMETRICHE (\*)**

BINARIO PROGRESSIVATO (BINARIO PARI) (x)	tipo	R(m)	D Sopraelev. (mm)	Lungh. (m)	Pendenza raccordo (x1000)	V tracciato (km/h)	V rango (km/h)	I Insuff. Sopraelev. V tracc. (mm)	dD/dt V tracc. (mm/s)	dI/dt V tracc. (mm/s)	Vmin (km/h) formula 35 del Manuale d'Armamento
	RACC.			20,000	0,000	100	=				
CURVA 1 esistente da progetto di base	CURV.	8400,00	0	30,236		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 14,0 rango B 15,5 rango C 17,0	rango A 0 rango B 0 rango C 0	rango A 19,5 rango B 22,6 rango C 26,0	(+)
	RACC.			20,000	0,000	100	=				
	RACC.			20,000	0,000	100	=				
CURVA 2 esistente da progetto di base assoluta RFI	CURV.	200000,00	0	138,258		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 0,6 rango B 0,7 rango C 0,7	rango A 0 rango B 0 rango C 0	rango A 0,8 rango B 0,9 rango C 1,1	(+)
	RACC.			20,000	0,000	100	=				
	RACC.			85,000	1,529	100	=				
CURVA 3 (-)	CURV.	620,00	130	278,855		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 60,3 rango B 79,8 rango C 100,3	rango A 42,5 rango B 44,6 rango C 46,7	rango A 19,7 rango B 27,4 rango C 36,1	32
	RACC.			120,000	1,083	100	=				
	RACC.			20,000	1,500	100	=				
CURVA 4	CURV.	2800,00	30	43,086		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 12,1 rango B 16,5 rango C 21,0	rango A 41,7 rango B 43,8 rango C 45,8	rango A 16,9 rango B 24,0 rango C 32,1	(+)
	RACC.			20,000	1,500	100	=				
	RACC.			20,000	1,000	100	=				
CURVA 5	CURV.	3300,00	20	44,649		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 15,8 rango B 19,4 rango C 23,3	rango A 27,8 rango B 29,2 rango C 30,6	rango A 21,9 rango B 28,3 rango C 35,5	(+)
	RACC.			20,000	1,000	100	=				
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
CURVA 6	CURV.	10005,00	10	115,048		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 1,8 rango B 3,0 rango C 4,3	rango A 13,9 rango B 14,6 rango C 15,3	rango A 2,5 rango B 4,4 rango C 6,5	(+)
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
CURVA 7	CURV.	9995,00	10	114,111		100	rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 1,8 rango B 3,0 rango C 4,3	rango A 13,9 rango B 14,6 rango C 15,3	rango A 2,5 rango B 4,4 rango C 6,5	(+)
	RACC.			20,000	0,500	100	=				

**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BERGAMO-MONTELLO  
 RADDOPPIO DELLA LINEA DA BERGAMO A CURNO  
 VERIFICHE CINEMATICHE CURVE PLANIMETRICHE (\*)**

BINARIO PROGRESSIVATO (BINARIO PARI) (x)	tipo	R(m)	D Sopraelev. (mm)	Lungh. (m)	Pendenza raccordo (x1000)	V tracciato (km/h)	V rango (km/h)	I Insuff. Sopraelev. V tracc. (mm)	dD/dt V tracc. (mm/s)	dI/dt V tracc. (mm/s)	Vmin (km/h) formula 35 del Manuale d'Armamento
	RACC.			30,000	1,333	100	=				
CURVA 8	CURV.	1900,00	40	43,892			rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 22,1 rango B 28,5 rango C 35,1	rango A 37,0 rango B 38,9 rango C 40,7	rango A 20,5 rango B 27,7 rango C 35,8	(+)
	RACC.			30,000	1,333	100	=				
	RACC.			30,000	1,333	100	=				
CURVA 9	CURV.	1900,00	40	43,892			rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 22,1 rango B 28,5 rango C 35,1	rango A 37,0 rango B 38,9 rango C 40,7	rango A 20,5 rango B 27,7 rango C 35,8	(+)
	RACC.			30,000	1,333	100	=				
	RACC.			20,000	0,000	100	=				
CURVA 10	CURV.	19996,00	0	134,730			rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 5,9 rango B 6,5 rango C 7,1	rango A 0 rango B 0 rango C 0	rango A 8,2 rango B 9,5 rango C 10,9	(+)
	RACC.			20,000	0,000	100	=				
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
CURVA 11	CURV.	6704,00	10	35,326			rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 7,6 rango B 9,4 rango C 11,3	rango A 13,9 rango B 14,6 rango C 15,3	rango A 10,6 rango B 13,7 rango C 17,3	(+)
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
CURVA 14	CURV.	7000,00	10	62,139			rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 6,9 rango B 8,6 rango C 10,4	rango A 13,9 rango B 14,6 rango C 15,3	rango A 9,5 rango B 12,5 rango C 15,9	(+)
	RACC.			20,000	0,500	100	=				
	RACC.			137,800	1,089	100	=				
CURVA 15 (-)	CURV.	494,40	150	367,382			rango A 100 rango B 105 rango C 110	rango A 88,7 rango B 113,1 rango C 138,8	rango A 41,7 rango B 43,8 rango C 45,8	rango A 24,6 rango B 33,0 rango C 42,4	41
	RACC.			100,000	1,500	100	=				

(\*) tutti i parametri cinematici verificati sono espressi in valore assoluto

(x) il binario dispari è posto a 4m dal binario pari dalla pk 1+659,97 a pk 5+002,613; tutte le curve sono verificate cinematicamente

(-) le verifiche cinematiche delle curve 3 e 15 sono riferite al raccordo di transizione più corto

(+) calcolo svolto solo per sopraelevazione &gt;110mm

**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BERGAMO-MONTELO  
 PRG PONTE SAN PIETRO  
 VERIFICHE CINEMATICHE CURVE PLANIMETRICHE (\*)**

BINARIO	tipo	R(m)	D Sopraelev. (mm)	Lungh. (m)	Pendenza raccordo (x1000)	V tracciato (km/h)	V rango (km/h)	I Insuff. Sopraelev. V tracc. (mm)	dD/dt V tracc. (mm/s)	dl/dt V tracc. (mm/s)	Vmin (km/h) formula 35 del Manuale d'Armamento
<b>BINARIO I</b>											
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 1 serraglia	CURV.	595,85	0	8,404		60	rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 71,3 rango B 83,7 rango C 83,7	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				
	RACC.			60,198	1,329	90	=				
CURVA 2	CURV.	653,15	80	113,895		90	rango A 90 rango B 95 rango C 100	rango A 66,3 rango B 83,0 rango C 100,7	rango A 33,2 rango B 35,1 rango C 36,9	rango A 27,5 rango B 36,4 rango C 46,4	(+)
	RACC.			20,000	0,500	90	=	-	rango A 12,5 rango B 13,2 rango C 13,9	rango A 5,9 rango B 8,4 rango C 11,3	
CURVA 3	CURV.	593,50	90	141,094		90	rango A 90 rango B 95 rango C 100	rango A 71,0 rango B 89,4 rango C 108,8	-	-	(+)
<b>BINARIO II</b>											
	RACC.			60,012	1,333	90	=				
CURVA 1 (**)	CURV.	649,15	80	113,020		90	rango A 90 rango B 95 rango C 100	rango A 67,2 rango B 84,1 rango C 101,8	rango A 33,3 rango B 35,2 rango C 37,0	rango A 28,0 rango B 37,0 rango C 47,1	(+)
	RACC.			20,000	0,500	90	=	-	rango A 12,5 rango B 13,2 rango C 13,9	rango A 8,59 rango B 11,6 rango C 15,1	
CURVA 2 (**)	CURV.	582,40	90	206,705		90	rango A 90 rango B 95 rango C 100	rango A 74,1 rango B 92,9 rango C 112,6	-	-	(+)
<b>BINARIO III</b>											
	RACC.			20,000	1,000	60	=				
CURVA 1	CURV.	3250,00	20	26,616		60	rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 6,9 rango B 4,7 rango C 4,7	rango A 16,7 rango B 18,1 rango C 18,1	rango A 5,8 rango B 4,2 rango C 4,2	(+)
	RACC.			20,000	1,000	60	=				
	RACC.			20,000	1,000	60	=				
CURVA 2	CURV.	3000,00	20	30,919		60	rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 5,8 rango B 3,4 rango C 3,4	rango A 16,7 rango B 18,1 rango C 18,1	rango A 4,9 rango B 3,1 rango C 3,1	(+)
	RACC.			20,000	1,000	60	=				
	RACC.			20,000	2,000	60	=				
CURVA 3	CURV.	500,00	40	110,169		60	rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 45,0 rango B 59,7 rango C 59,7	rango A 33,3 rango B 36,1 rango C 36,1	rango A 37,5 rango B 53,9 rango C 53,9	(+)
	RACC.			20,000	2,000	60	=				

**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO-BERGAMO-MONTELO  
 PRG PONTE SAN PIETRO  
 VERIFICHE CINEMATICHE CURVE PLANIMETRICHE (\*)**

BINARIO	tipo	R(m)	D Sopraelev. (mm)	Lungh. (m)	Pendenza raccordo (x1000)	V tracciato (km/h)	V rango (km/h)	I Insuff. Sopraelev. V tracc. (mm)	dD/dt V tracc. (mm/s)	dl/dt V tracc. (mm/s)	Vmin (km/h) formula 35 del Manuale d'Armamento
<b>BINARIO IV</b>											
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 1	CURV.	462,00	0	23,870			rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 91,9 rango B 107,9 rango C 107,9	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 2	CURV.	500,00	0	28,621			rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 85,0 rango B 99,7 rango C 99,7	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 3	CURV.	500,00	0	129,419			rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 85,0 rango B 99,7 rango C 99,7	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				
<b>BINARIO V</b>											
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 1	CURV.	465,00	0	24,625			rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 91,4 rango B 107,2 rango C 107,2	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 2	CURV.	500,00	0	64,945			rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 85,0 rango B 99,7 rango C 99,7	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				
	RACC.			0,000	-	60	=				
CURVA 3	CURV.	500,00	0	128,189			rango A 60 rango B 65 rango C 65	rango A 85,0 rango B 99,7 rango C 99,7	-	-	(+)
	RACC.			0,000	-	60	=				

(\*) tutti i parametri cinematici verificati sono espressi in valore assoluto

(\*\*) l'intera curva policentrica di progetto di base assoluta bin II (ed assunta in progetto) è integralmente verificata cinematicamente

(+) calcolo svolto solo per sopraelevazione &gt;110mm