

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S.PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica generale opere civili

SCALA:

-

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

N B 1 R 0 0 D 2 6 R G O C 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	A. Maran <i>[Signature]</i>	Marzo 2020	M. Berlingieri <i>[Signature]</i>	Marzo 2020	A. Perego Marzo 2020



File: NB1R00D26RGOC0000001A.DOCX

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

INDICE

1.	PREMESSA	6
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	8
3.	NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
3.1.	NORMATIVA FERROVIARIA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
3.2.	NORMATIVA STRADALE DI RIFERIMENTO	10
3.3.	NORMATIVA STRUTTURALE DI RIFERIMENTO	11
3.4.	NORMATIVA IDRAULICA	13
4.	STATO DI FATTO	15
5.	RILIEVI E INDAGINI	16
5.1.	RILIEVI CELERIMETRICI	16
5.2.	INDAGINI GEOGNOSTICHE E INQUADRAMENTO GEOTECNICO	16
5.2.1.	FALDA	19
5.2.2.	PERMEABILITÀ	20
5.2.1.	FENOMENO DEGLI OCCHI POLLINI	21
6.	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA PONTE S.PIETRO – BERGAMO	23
6.1.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	25
6.2.	SEZIONI TIPO DEL CORPO FERROVIARIO	26
6.2.1.	SEZIONE TIPO IN RILEVATO	27

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

6.2.2.	SEZIONE TIPO IN TRINCEA	33
6.2.3.	SEZIONE TIPO RISTRETTE	34
6.3.	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO	37
6.3.1.	BINARIO DISPARI (NEL TRATTO DI RADDOPPIO DELLA LINEA) E SINGOLO VERSO BERGAMO	37
6.3.2.	BINARIO II STAZIONE DI PONTE SAN PIETRO.....	37
7.	IDROLOGIA E IDRAULICA	38
7.1.	COMPATIBILITA' IDRAULICA.....	38
7.2.	IDROLOGIA E SOSTENIBILITA'	40
7.3.	ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI	41
7.4.	SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	44
7.4.1.	SEZIONI TIPO IDRAULICHE	45
8.	OPERE DI SOSTEGNO DELLA SEDE FERROVIARIA	49
8.1.	PARATIE LEUCERIANO.....	49
8.2.	MURI DI SOSTEGNO BANCHINA - FERMATA DI CURNO	52
8.3.	MURO CONTENIMENTO CANALETTA.....	53
9.	OPERE IDRAULICHE DI ATTRAVERSAMENTO DELLA SEDE FERROVIARIA	55
10.	BARRIERE ANTIRUMORE E MURI DI RECINZIONE	59
10.1.1.	BARRIERE ANTIRUMORE FONDATE SU MICROPALI.....	60
10.1.2.	BARRIERE ANTIRUMORE ANCORATE SU MURI DI RECINZIONE	62
10.1.3.	MURI DI RECINZIONE.....	63
10.1.4.	OPERE DI SCAVALCO	67

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

11.	OPERE D'ARTE	72
11.1.	PONTE SU ROGGIA SERIO VI05;.....	72
11.2.	SOTTOPASSO DI VIA FERMI VI06	76
11.3.	SOTTOPASSO DI VIA ROMA SL01.....	80
11.4.	SOTTOPASSO SL02	84
11.5.	SOTTOPASSO SL03	91
11.5.1.	MURI AD U.....	94
11.5.2.	MURI DI SOSTEGNO	97
11.5.3.	MURO AD U CON VASCA	98
11.6.	FERMATA DI BERGAMO OSPEDALE FV01	99
11.6.1.	SOTTOPASSO DI STAZIONE	99
11.6.2.	FABBRICATO VIAGGIATORI.....	103
11.7.	FERMATA DI CURNO FV02.....	106
11.7.1.	SOTTOPASSO DI STAZIONE.....	106
11.7.2.	FABBRICATO VIAGGIATORI	109
11.7.2.1.	FABBRICATO EST	109
11.7.2.2.	FABBRICATO OVEST.....	110
11.8.	FERMATA DI PONTE S. PIETRO FV03.....	114
11.8.1.	SOTTOPASSO DI STAZIONE	114
12.	FABBRICATI TECNOLOGICI E PIAZZALI	119
12.1.	FABBRICATI TECNOLOGICI	119

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

12.1.1.	FABBRICATI TECNOLOGICI GA1 E GA2.....	119
12.1.2.	FABBRICATO TECNOLOGICO GA DI CURNO	123
12.1.3.	FABBRICATO TECNOLOGICO PP/ACC DI PONTE S.PIETRO	124
12.2.	PIAZZALI.....	126
12.2.1.	PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO GA01	126
12.2.2.	PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO GA02.....	127
12.2.3.	PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO DI CURNO.....	127
12.2.4.	PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO DI PONTE S.PIETRO (PP/ACC).....	128
12.3.	PAVIMENTAZIONI DEI PIAZZALI	129
13.	NUOVI SOTTOPASSI FERROVIARI E STRADE DI COLLEGAMENTO.....	130
13.1.	VIABILITÀ E SOTTOVIA CICLOPEDONALE DI VIA ROMA - NV01	130
13.2.	VIABILITÀ E SOTTOVIA NV02 AL KM 29+660 Ls (TRATTA BERGAMO – MONTELLLO)	132
13.3.	VIABILITÀ E SOTTOVIA AL KM 31+085 LS – NV03	133
13.4.	VIABILITÀ DI ACCESSO AL SOTTOVIA KM 4+274 VIA ENRICO FERMI NV05	135
13.5.	PAVIMENTAZIONI STRADALI.....	139
13.6.	SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DEI SOTTOPASSI STRADALI.....	140
14.	BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI.....	142
15.	DEMOLIZIONI	144

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

1. PREMESSA

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportato il raddoppio della tratta Bergamo – Ponte S. Pietro, esteso fino a Terno d’Isola.

Nell’ “Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l’interscambio modale”, in corso di sottoscrizione tra RFI e Regione Lombardia, è previsto il raddoppio della linea tra Montello, Bergamo e Ponte S. Pietro, per potenziare i servizi attualmente esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.

Per il raggiungimento di tale obiettivo, RFI ha suddiviso gli interventi in diversi progetti con diversi scenari temporali di realizzazione. Tra questi, i seguenti sono tra i più importanti:

- la realizzazione dell’apparato centrale computerizzato di Bergamo su ferro attuale;
- il raddoppio della tratta Curno – Bergamo e la realizzazione del PRG di Ponte San Pietro;
- la realizzazione del PRG di Bergamo;
- il raddoppio della tratta Bergamo - Montello.

Sono altresì attualmente in corso di studio alcuni interventi correlati al progetto di raddoppio della linea Ponte S. Pietro – Bergamo – Montello, quali:

- potenziamento infrastrutturale dei bacini milanesi, che prevede interventi puntuali di velocizzazioni delle sedi di incrocio d’orario tramite modifiche impiantistiche per la contemporaneità dei movimenti, realizzazione dei sottopassi e incremento a 60k m/h delle velocità degli itinerari devianti;
- nuovo collegamento con l’aeroporto di Bergamo Orio al Serio, che prevede una nuova linea a doppio binario diramata dall’attuale linea Bergamo – Brescia, opportunamente potenziata, con la realizzazione della nuova stazione Aeroporto.

Nell’ambito di tale scenario di potenziamento infrastrutturale, la Committenza ha chiesto ad Italfer (cfr. verbale di “Incontro” del 16 aprile 2019 e del 14 maggio 2019) di sviluppare il Progetto Definitivo di un primo Lotto di interventi che prevede:


- la realizzazione dell’ACC di Bergamo su ferro attuale; il raddoppio da Bergamo (e) a Curno (i) della linea esistente a semplice binario con inserimento di un bivio per il passaggio da doppio a singolo prima della radice ovest di Bergamo;

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 7 di 145

- la soppressione dei passaggi a livello (PL) esistenti sulla linea da Bergamo a Curno ad eccezione dei PL di via Martin Luter King e di via Moroni, che saranno a cura RFI;
- l'ampliamento della fermata di Bergamo Ospedale conseguente al raddoppio della linea;
- la realizzazione della fermata di Curno e la sistemazione del PRG di Ponte S. Pietro.

RFI ha chiesto altresì di ricomprendere all'interno del Progetto Definitivo anche le viabilità sostitutive per la soppressione dei passaggi a livello della linea da Bergamo a Montello ed una verifica di idoneità delle opere esistenti da Curno a Ponte S. Pietro, per un eventuale futuro incremento di carico e di velocità su tale tratto di linea.

Le opere di raddoppio della linea da Bergamo (e) a Curno (i) saranno progettate in interruzione totale da Ponte S. Pietro a Bergamo, come indicato dalla Committenza nel Verbale di Incontro del 16 aprile 2019.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha lo scopo di descrivere le caratteristiche generali delle opere civili previste per la realizzazione dell'ACC di Bergamo su ferro attuale; del raddoppio della linea esistente da Bergamo a Curno, della sistemazione del PRG di Ponte S. Pietro e della soppressione dei passaggi a livello della linea da Bergamo a Montello.

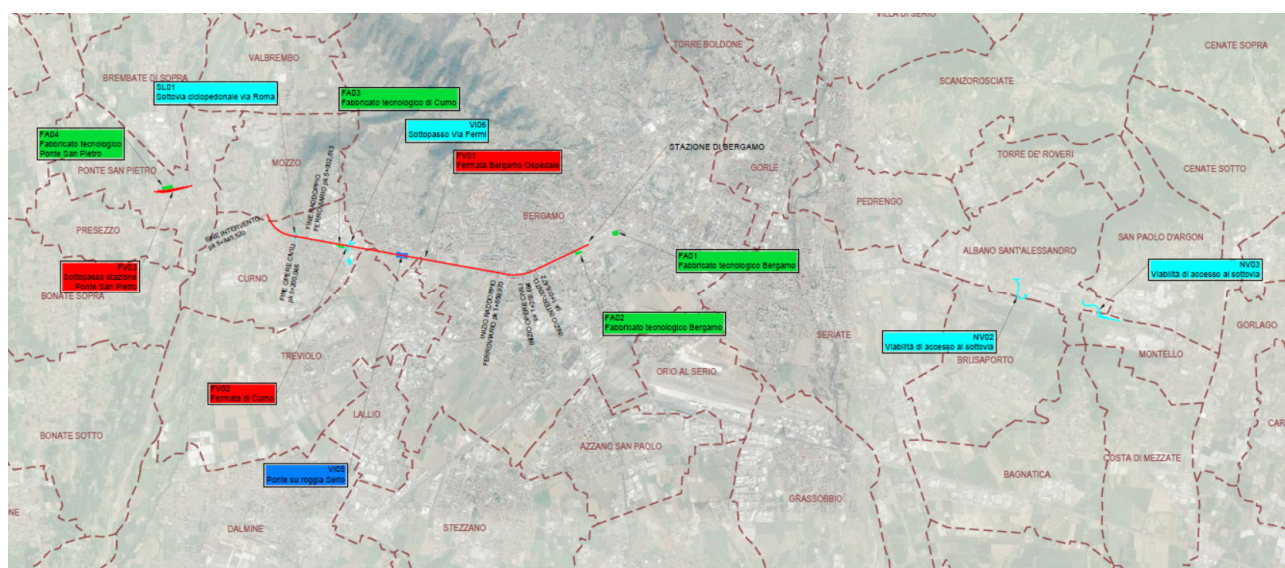


Figura 1 - Planimetria d'insieme

Gli interventi previsti nel presente progetto vedranno il loro sviluppo lungo un'area che coinvolge sette comuni: Ponte San Pietro, Mozzo, Curno, Bergamo, Albano Sant'Alessandro, Brusaporto e Montello.

Le principali opere civili, divise per appalto, oggetto del presente progetto sono di seguito sinteticamente illustrate.

APPARATO CENTRALE COMPUTERIZZATO DI BERGAMO SU FERRO ATTUALE

- fabbricato tecnologico Bergamo FA01 e piazzale a servizio;
- fabbricato tecnologico Bergamo FA02 e piazzale a servizio.

PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 9 di 145

- corpo stradale ferroviario CS00 e relative opere di sostegno RI00, opere idrauliche di sede ID00 e di attraversamento RI00;
- barriere antirumore e muri di recinzione RI00;
- fermata di Bergamo Ospedale FV01;
- ponte su Roggia Serio VI05;
- viabilità NV05 e ponte di via Enrico Fermi VI06;
- fermata di Curno FV02;
- viabilità NV01 e sottovia ciclopedonale SL01 di via Roma;
- fermata di Ponte S. Pietro FV03;
- fabbricato tecnologico Curno FA03 e piazzale a servizio;
- fabbricato tecnologico Ponte S. Pietro FA04 e piazzale a servizio;

OPERE SOSTITUTIVE PER SOPPRESSIONE PL TRA BERGAMO E MONTELLLO (NB1R 08)

- viabilità NV02 e sottovia SL02 al km 29+660 LS;
- viabilità NV03 e sottovia SL03 al km 31+085 LS.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

3. NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è stato redatto sulla base del PFTE sviluppato nel giugno 2018 e revisionato nell'aprile 2019.

3.1. NORMATIVA FERROVIARIA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- RFI DTC SI MA IFS 001 C – Dicembre 2018: Manuale di progettazione delle opere civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – RFI;
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18/11/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea;
- 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;
- 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 (giugno 2015).

3.2. NORMATIVA STRADALE DI RIFERIMENTO

- D.M. 5 novembre 2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- D.M. 22 aprile 2004 Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 Nuovo codice della strada e s.m.i.;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- Decreto 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

- D.M. Min. LL.PP. 18.02.92 n° 223 Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- D.M. 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione";
- Bozza 21/03/2006 "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti";
- Regione Lombardia – L.R.6 del 1989, n.6;
- Decreto 30/11/1999 n. 557 "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili";
- CNR n° 178 15/09/1995: "Catalogo delle pavimentazioni stradali".

3.3. NORMATIVA STRUTTURALE DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- UNI EN 206:2016 – "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- UNI EN 11104:2016 – "Calcestruzzo - Specificazione. prestazione. produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- EN 1991-2:2003/AC:2010 "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: carichi da traffico sui ponti";
- EN 1992-1 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici";
- EN 1992-1 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi";

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 12 di 145


- EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-1:2013 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-5:2005 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI parte II – sezione 2 – “Ponti e strutture” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C;
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI parte II – sezione 3 – “Corpo stradale” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C.;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – “Capitolato Generale di Appalto delle Opere Civili”;
- UIC CODE 777-2R “Structures built over railway lines-Construction requirements in the track zone”;
- Norme 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019; Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.;
 - Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
 - Regolamento (UE) N° 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario dell’Unione europea, rettificato dal Regolamento (UE) 2016/912 del 9 giugno 2016 e modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
 - Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- 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;
- 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 stabiliti nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione.

3.4. NORMATIVA IDRAULICA

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE;
- D.Lgs. n. 152/2006 - T.U. Ambiente;
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- PAI - 1. Relazione Generale;
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni;
- PdG Po – Piano di Gestione del fiume Po approvato il 3/03/2016 (DPCM 27 ottobre 2016);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto del Distretto Idrografico Padano (P.G.R.A. 03/03/2016);
- Norme tecniche di attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia del 2016;

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 14 di 145

- L.R. 15 marzo 2016, n. 4; “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.4 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- DGR 6738 del 19 giugno 2017. “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione rischi alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po”;
- Regolamento Regionale 19 aprile 2019, n. 8. “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”);
- “Linee Generali di Assetto Idraulico e idrogeologico e quadro degli interventi Bacino dell’Adda Sottolacuale” dell’Autorità di bacino del Fiume Po.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

4. STATO DI FATTO

Allo stato attuale la linea è a singolo binario elettrificata con una velocità massima di 105 km/h in rango B da Bergamo (km 0+000 LS) a fine intervento.

La linea storica è classificata come C3L (20.0 t/asse) e presenta attualmente delle limitazioni di velocità. L'attuale regime di circolazione è del tipo "blocco conta assi" con un modulo di linea pari a 235/380 m.

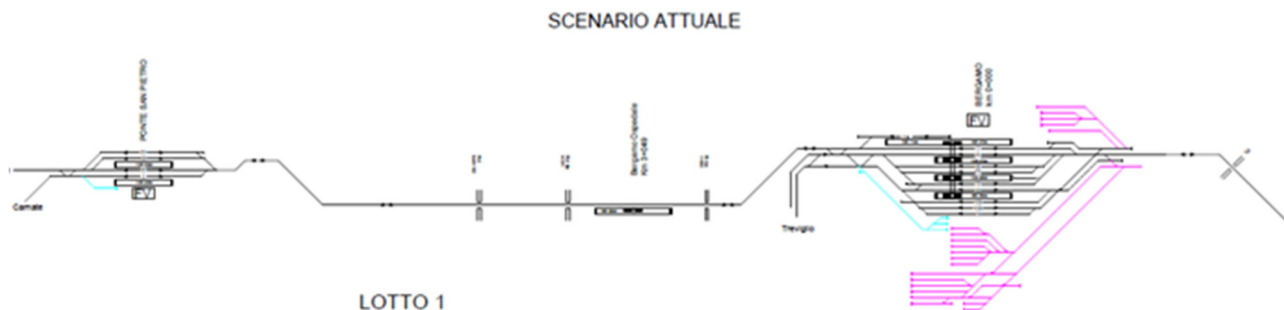


Figura 2 – Scenario attuale

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

5. RILIEVI E INDAGINI

5.1. RILIEVI CELERIMETRICI

Per lo sviluppo del Progetto Definitivo, visti i vincoli al contorno imposti dalla preesistenze, è stato necessario integrare i dati cartografici utilizzati per la redazione del PFTE con opportuni rilievi celerimetrici. Tali rilievi di dettaglio sono stati eseguiti nel maggio/agosto 2019 secondo le specifiche tecniche RFI.

5.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE E INQUADRAMENTO GEOTECNICO

L'area oggetto del presente lavoro è stata investigata in prima fase dalla campagna di indagini geognostiche del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica eseguite alla fine del 2017 e successivamente dalla campagna di indagini per il Progetto Definitivo condotta alla fine del 2019. I risultati ottenuti dalle suddette hanno permesso di definire il modello geotecnico dell'area.

Per la campagna di indagini geognostiche del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica sono stati eseguiti complessivamente N°12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con profondità comprese tra i 30 e i 50 metri dal piano campagna. Lungo ogni verticale indagata sono state eseguite delle prove in situ (SPT, Pocket Penetrometer e di permeabilità tipo Lefranc) e prelevati campioni di terreno indisturbati e rimaneggiati; successivamente sono stati installati i piezometri Casagrande in N°10 fori di sondaggio. N°2 sondaggi sono stati invece attrezzati con tubazioni in pvc per l'esecuzione di prove Down-hole.

Sempre nell'ambito della medesima indagine sono state eseguite anche N°3 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e N°4 stendimenti geofisici di sismica a rifrazione.

Sui campioni indisturbati, di qualità idonea, sono state eseguite prove di classificazione (limiti di Atterberg e granulometria) e prove di taglio diretto.

La campagna di indagini geognostiche del Progetto Definitivo ha compreso quanto segue:

Indagini in sito:

- N° 19 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità variabile tra i 30 e i 40 metri;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

- N°33 prove di permeabilità di tipo Lefranc;
- installazione in N°12 fori di sondaggio di piezometri Casagrande;
- N°194 prove penetrometriche in foro tipo SPT nei 18 fori di sondaggio (punta aperta con prelievo di campioni rimaneggiati);
- N°3 prove penetrometriche sismiche con punta piezoconica (SCPTU) spinte sino a profondità massima di 6 m;
- prove con Pocket penetrometers e Torvane;
- N°15 Rilievi Tomografici Elettrici in acquisizione 3D, denominati con sigla E3D_xxxx;
- N°10 Rilievi Tomografici Elettrici in acquisizione 2D, denominati con sigla E2D_xxxx;
- N°16 stendimenti sismici con acquisizione prove di tipo Re.Mi. / MASW, denominate con sigla da M1 a M16 finalizzate alla determinazione del parametro V_s ;
- N°2 Prove Down-Hole in foro, denominate DH-1 e DH-2 per la definizione dei profili di velocità, eseguite nei rispettivi fori di sondaggio L1-S14 e L1-S16;
- N°2 prospezioni sismiche a rifrazione con registrazione in onde P e S.

Prove di laboratorio:

- prelievo di n. 9 campioni indisturbati durante la perforazione, con l'esecuzione di:
 - descrizione e prove di classificazione;
 - N°2 prove di taglio diretto (TD);
 - N°2 prove edometriche (EDO);
 - N°1 prova di compressione triassiale consolidata non drenata (TXCIU);
- prelievo di n. 114 campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice e da SPT con l'esecuzione di:
 - descrizione e prove di classificazione;

Le indagini descritte hanno consentito di individuare nella tratta in esame le seguenti formazioni:

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Ug1 – Sabbie ghiaiose e sabbie con ghiaia: sabbie medio-grosse e ghiaie eterometriche, talvolta limose; nella parte più superficiale si ha anche la presenza di resti vegetali, di colore marrone grigio, umide. Sono caratterizzate da resistenze medio – alte, con SPT mediamente tra 15 e 50 colpi/30 cm e Vs da prove Masw variabili tra 150 e 400 m/s.

Ug1a – Sabbie ghiaiose e sabbie con ghiaia: sabbie medio-grosse e ghiaie eterometriche, talvolta limose, da poco a mediamente addensate. Sono caratterizzate da resistenze medio - basse, con SPT mediamente tra 10 e 15 colpi/30 cm.

Ug2 – Sabbie limose e limi sabbiosi: sabbie limose e limi sabbiosi a tratti debolmente ghiaiose, anche in questo caso spesso con presenza di resti vegetali o di laterizi. Generalmente di colore marrone chiaro. Si tratta di sabbie e limi da debolmente a moderatamente addensati. Sono caratterizzati da resistenze medio - basse variabili a seconda della profondità del deposito, con SPT mediamente tra 10 e 15 colpi/30 cm e Vs da prove Masw nell'ordine dei 120 m/s.

Ug3a – Argille sabbiose e argille con sabbia: argille e limi a tratti con presenza di ghiaia, da poco consistenti a moderatamente consistenti, da debolmente umidi a bagnati, di colore nocciola. Sono caratterizzate da bassi valori di N_{spt} (generalmente tra 5 e 10).

Ug3b – Argille sabbiose e argille con sabbia: argille sabbiose e argille con sabbia, a volte limose, debolmente ghiaiose, di colore nocciola, da consistenti a molto consistenti. Sono caratterizzate da valori di N_{spt} medio alti (generalmente da 20 a 50), valori di pocket penetrometers da 1.0 a 2.5 kg/cm²) e Vs da prove Masw nell'ordine dei 300-400 m/s.

Ug4 – Sabbie ghiaiose e sabbie con ghiaia: tipicamente si tratta di conglomerato poligenico completamente alterato e molto fratturato. Ghiaia, sabbia ghiaiosa, ciottolosa e limosa, di colore nocciola e grigio. E' caratterizzato da resistenze alte, con valori di N_{spt} tipicamente a rifiuto.

Arenarie: Arenarie in ammasso roccioso da poco a mediamente alterato, mediamente fratturato, con locali zone decimetriche poco fratturate e molto fratturate. Sono caratterizzate da resistenze da elevate a molto elevate con SPT sistematicamente a rifiuto.

Arenarie/Marne: Alternanze da millimetriche a centimetriche di arenarie e marne a laminazione piano parallela, di colore da grigio chiaro a grigio scuro, umide. Ammasso roccioso da poco a mediamente alterato, mediamente fratturato, con locali zone decimetriche poco fratturate e molto fratturate. Sono caratterizzate da resistenze da elevate a molto elevate con SPT sistematicamente a rifiuto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Le tipologie di materiali sopra definite sono state utilizzate per classificare i terreni incontrati lungo le verticali d'indagine e procedere poi alla definizione dei profili geotecnici di dettaglio.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geotecniche delle unità individuate:

UNITA'	MATERIALE	Parametri di resistenza					Parametri di deformabilità									
		γ_s	K_0	φ'	c'	c_u	G_0	E_0	E_{op1}	E_{op2}	ν'	k_v (*)	OCR	CR	RR	C_{ae}
		[kN/m ³]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[m/s]	[-]	[-]	[-]	[%]
Ug1a	S(G), S,G	20	0.42	35	0	-	40 ÷ 50	100 ÷ 125	8 ÷ 10	12 ÷ 15	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
Ug1	S(G), S,G	20	0.42	35	0	-	50 ÷ 160	125 ÷ 400	10 ÷ 40	15 ÷ 60	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
Ug2	S(L), L(S)	19	0.56	26	0	8 ÷ 30	8 ÷ 30	20 ÷ 75	2 ÷ 4	4 ÷ 7	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
Ug3a	A(S), A,S	19	0.60	24	0	30 ÷ 40	30 ÷ 48	75 ÷ 120	4 ÷ 10	6.5 ÷ 15	0.25	1.00E-10	2	0.15	0.032	0.18
Ug3b	A(S), A,S	19	0.60	24	0	50 ÷ 200	60 ÷ 160	150 ÷ 400	15 ÷ 40	22 ÷ 60	0.25	1.00E-10	1.2	0.15	0.032	0.18
Ug4	S(G), S,G	20	0.38	38	0	-	220 ÷ 250	550 ÷ 625	60 ÷ 80	80 ÷ 100	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
A_M	ARE,MAR	20	0.35	40	0	250	300	750	100	200	0.20	1.00E-09	1.0	-	-	-

5.2.1.FALDA

Il livello di falda assunto in progetto è stato definito principalmente sulla base delle letture piezometriche effettuate nel periodo compreso tra ottobre 2019 e gennaio 2020 nei sondaggi attrezzati con piezometri di Casagrande, eseguiti nell'ambito delle due campagne geognostiche del 2017 e del 2019.

Per la stima del livello di falda lungo il tratto di linea in esame sono stati interpolati i valori massimi delle letture piezometriche disponibili nell'area di interesse. Da tali dati si evince che il livello di falda si attesti ad una profondità che varia da un massimo di 35 m da p.c. ad un minimo di 5 m da p.c..

In particolare, sulla base delle letture piezometriche realizzate nei piezometri installati lungo la linea, la falda risulta avere un andamento piuttosto discontinuo, variabile a seconda dell'assetto stratigrafico. In generale si riscontra la presenza di una falda continua a profondità via via decrescenti a partire dal territorio orientale della città di Bergamo sino a Ponte San Pietro, ove essa si raccorda agli elementi idrografici presenti, mentre nella

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

porzione più occidentale del tracciato essa risulta individuabile solo localmente ed a profondità elevate, probabilmente connessa alla circolazione idrica nei conglomerati. Si riscontra la presenza di acque sotterranee talvolta a pochi metri da p.c. (L1-S8, L1-S10), tuttavia si ritiene che tali evidenze siano legate ad accumuli idrici sospesi al di sopra di importanti livelli a bassa permeabilità.

5.2.2.PERMEABILITÀ

I coefficienti di permeabilità k sono stati determinati sulla base dei risultati delle prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio e sulla base delle prove di dissipazione, trascurando i risultati ottenuti dalle prove edometriche, poiché poco rappresentativi. In alternativa e per conferma, essi sono stati stimati sulla base della seguente Tabella:

Tabella: Stima dei coefficienti di permeabilità in base alla descrizione litologica

k (m/sec)	Grado di permeabilità	Tipo di terreno
$k > 1 \times 10^{-3}$	Alta	Ghiaie
$1 \times 10^{-3} > k > 1 \times 10^{-5}$	Media	Sabbie ghiaiose e Ghiaie sabbiose
$1 \times 10^{-5} > k > 1 \times 10^{-7}$	Bassa	Sabbie fini
$1 \times 10^{-7} > k > 1 \times 10^{-9}$	Molto bassa	Limi e sabbie argillose
$1 \times 10^{-9} > k$	Bassissima (impermeabile)	Argille

Nel seguito per i diversi materiali incontrati sono riportate le stime dei parametri di permeabilità da adottarsi poi ai fini geotecnici. A valle delle analisi e considerazioni fatte si sono definiti i seguenti intervalli di valori da adottare per i coefficienti di permeabilità:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Sabbie ghiaiose, Sabbie con ghiaie e Sabbie limose

La permeabilità della matrice sabbioso – ghiaiosa e sabbioso - limosa per la tratta in esame, è stata stimata sulla base delle prove Lefranc, sulla base delle prove di dissipazione e sulla base della granulometria dei campioni raccolti. I valori medi di permeabilità sono pari a $K = 1 \times 10^{-6}$ m/s.

Argille sabbiose, Argille con sabbia e Argille limose


La permeabilità della matrice argilloso – sabbiosa e argilloso - limosa per la tratta in esame, è stata stimata sulla base delle prove Lefranc, sulla base delle prove di dissipazione e sulla base della granulometria dei campioni raccolti. I valori medi di permeabilità sono pari a $K = 1 \times 10^{-10}$ m/s.

Sulla base degli intervalli sopra definiti e tenendo conto della stratificazione dei materiali si è valutato di assumere valori diversi di permeabilità nelle due direzioni orizzontale e verticale (in particolare ipotizzando $k_h = 2 \div 10$ kv) e di adottare conservativamente, all'interno dell'intervallo, valori più bassi di permeabilità per valutazioni di cedimenti e valori più elevati quando si eseguono valutazioni di elementi di stabilità.

5.2.1.FENOMENO DEGLI OCCHI POLLINI

Con il termine occhi pollini si intendono degli sprofondamenti del terreno, di estensione orizzontale e verticale variabile e che possono interferire con le attività antropiche, legati ad una serie di fenomeni che interessano i depositi sedimentari superficiali e strettamente correlati all'infiltrazione e alla circolazione di acqua nel sottosuolo e alla litologia dei terreni in cui si possono manifestare.

Il fenomeno è tipico del territorio dell'alta pianura, ed in particolare nella fascia lombarda tra Ticino e Adda, ed è associato allo sviluppo di cavità sia in depositi sedimentari cementati (ad esempio, il ceppo) sia in depositi sedimentari non cementati (ad esempio, ghiaie alterate e/o depositi a tessitura fine) per i quali la coesione permette il mantenimento di cavità al loro interno. Le cavità possono essere parzialmente o totalmente riempite di materiale di crollo e/o sedimenti derivanti dalla circolazione idrica sotterranea; la loro genesi avviene per il processo noto come piping, che consiste nell'asportazione granulo a granulo di materiale da parte delle acque di infiltrazione diretta circolanti dalla superficie e verso la profondità, generalmente in situazioni in cui depositi meno permeabili sovrastano depositi con grado di permeabilità maggiore.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 22 di 145

Dal punto di vista geologico sono stati considerati i dati stratigrafici e geotecnici a disposizione per verificare l'eventuale presenza di livelli di materiale geotecnicamente scadente, della presenza di eventuali cavità e dei fattori scatenanti noti per il fenomeno dei cosiddetti "occhi pollini". Sulla base delle evidenze stratigrafiche, delle prove SPT eseguite sistematicamente e delle stese tomografie geoelettriche 3d elaborate, è possibile escludere particolari criticità di questo tipo.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	23 di 145

6. RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA PONTE S.PIETRO – BERGAMO

Il progetto di raddoppio, previsto nell'Appalto 2, prevede le seguenti specifiche funzionali:

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

È richiesto il mantenimento del modulo attuale (235/380 m) per la tratta Bergamo - Ponte S. Pietro. Il modulo per servizio viaggiatori da prendersi a riferimento per la realizzazione dei marciapiedi è secondo lo standard dei servizi regionali in tutte le località (250 m H 55).

Il progetto prevede, quindi, una linea a doppio binario elettrificata, con una classificazione D4.

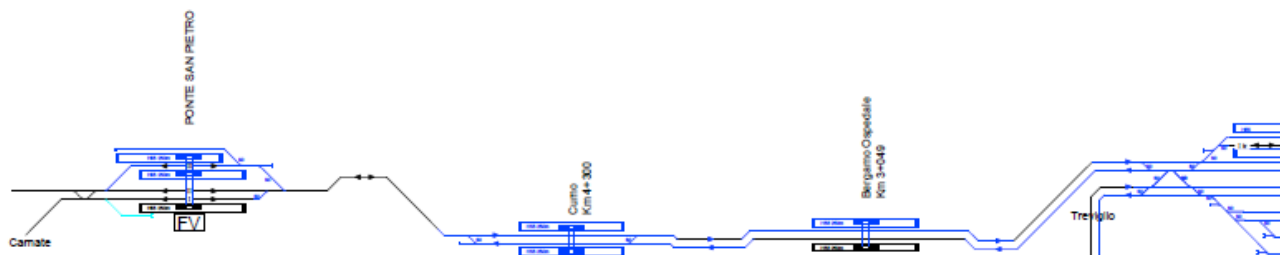


Figura 3 – Scenario di progetto

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.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

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).

La progressiva 0+000,00 è fissata in corrispondenza del Fabbricato viaggiatori della stazione di Bergamo mentre l'inizio dell'intervento è fissato alla p.k. 1+016,472 della linea Ferroviaria Lecco-Brescia e l'inizio delle opere civili è individuato alla p.k. 1+255,494, subito dopo il viadotto esistente di Via dei Caniana, non oggetto di intervento. L'inizio del raddoppio si trova alla p.k. 1+659,90 in corrispondenza della fine del tronchino di raddoppio di progetto. La posizione del nuovo binario è prevista in destra rispetto a quello esistente, nel senso delle progressive crescenti, tra le seguenti progressive 2+825,897 e 3+374,629 e in sinistra tra le p.k. 3+597,897 e 4+568,444. Nei restanti tratti, il binario esistente si trova tra i nuovi binari di progetto. Il binario che si trova a Sud tra i due è definito come binario pari.

La fine del raddoppio si trova alla p.k. 5+002,613, in corrispondenza del termine del tronchino del binario Sud, mentre il termine delle opere civili è fissato alla p.k. 5+200,046; la fine dell'intervento, cioè il punto in cui il binario si riconnette alla linea esistente senza fare più sistemazioni, neanche quelle di armamento, è fissato alla p.k. 5+845,520.

La lunghezza complessiva della linea dove vengono effettuati gli interventi è pari a circa L=5 km, la velocità di progetto è di 100 km/h e la pendenza longitudinale massima adottata è dell'11,908‰ in valore assoluto, tra le p.k. 1+145,715 e 1+262,201.

L'intervento prevede il raddoppio della linea a circolazione interrotta. Il raddoppio della linea avrà come interasse tra i due binari 4.00 m e il rifacimento nei tratti dove viene demolito il binario esistente del supercompattato in tutta la sede ferroviaria. Non si prevede l'utilizzo di su-ballast in questa linea.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

I ponticelli e i tombini al di sotto del binario esistente verranno demoliti e ricostruiti secondo la normativa ad oggi vigente e secondo il nuovo carico assiale e la velocità di progetto, garantendo lo stesso standard sia per il binario pari sia per il dispari; l'idraulica di piattaforma sarà predisposta ovunque tranne che nei tratti di binario esistente non demolito.

Nei tratti di linea ferroviaria, dove lo studio acustico ne dimostra la necessità in base ai limiti della vigente normativa, saranno installate le barriere antirumore.

Si prevedono, infine, la soppressione di tutti i Passaggi a Livello ancora in esercizio lungo la tratta e la realizzazione di opere viarie sostitutive per l'attraversamento della ferrovia mediante sottopassi (NV01, NV05); i sottopassi di Via Moroni e via Martin Luther King sono oggetto di altro appalto.

Sono previste, inoltre, la realizzazione del nuovo ponte sulla Roggia Serio VI05 e la realizzazione delle due nuove fermate di Bergamo Ospedale FV01 (attualmente a singolo binario) e Curno FV02.

La nuova stazione di Ponte San Pietro, posta alla p.k. 7+822,221 sarà dotata di 3 binari di circolazione e 2 binari secondari, posti a Nord di quelli di circolazione, che terminano a Ovest con due tronchini. Le comunicazioni tra i binari di circolazione saranno tutte percorribili alla velocità massima in deviata di 60 km/h. La stazione sarà inoltre dotata di un sottopasso di stazione munito di rampe di accesso/ascensori; marciapiedi "H55" con lunghezza di 250 m; pensiline da 150 m a copertura dei marciapiedi e delle rampe di accesso/ascensori; scale fisse, impianti di illuminazione, audio, telecontrollo e security, opere a verde. L'inizio dell'intervento è previsto alla p.k. 7+445,133, in prossimità del ponte sul fiume Brembo, che non è oggetto di intervento, e si protrae fino alla p.k. 8+113,675. Per la realizzazione del fascio di binari di stazione è necessario intervenire per fasi; ne sono state individuate 6 in cui vengono eseguite le lavorazioni, con demolizione dei binari e degli scambi esistenti, demolizione dei marciapiedi esistenti, realizzazione del nuovo sottopasso di stazione e delle nuove banchine, realizzazione dei nuovi binari e nuovi deviatori. Tutto questo comunque viene realizzato lasciando almeno due binari in esercizio.

6.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come anticipato all'interno del precedente paragrafo, il tracciamento del binario di raddoppio, ha inizio alla progressiva 1+255,494 (in corrispondenza della fine del viadotto di via dei Caniana) e termina alla progressiva 5+200,046 (pochi metri dopo il sottopasso ciclo-pedonale di Via Roma).

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle principali opere ferroviarie di linea previste in progetto:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

WBS	Tipologia di opera	Progressiva	
		da km	a km
RI01	Rilevato ferroviario	1+255.494	1+659.970
TR01	Trincea ferroviaria	1+659.970	1+858.388
RI02	Rilevato ferroviario	1+858.388	2+826.740
FV01	Fermata Bergamo Ospedale	2+826.740	3+076.740
RI03	Rilevato ferroviario	3+076.740	3+325.590
VI05	Ponte su Roggia Serio	3+325.590	3+349.020
TR02	Trincea Ferroviaria	3+349.020	3+620.910
RI04	Rilevato ferroviario	3+620.910	4+266.820
VI06	Sottopasso Via Fermi	4+266.820	4+284.200
RI05	Rilevato ferroviario	4+284.200	4+309.134
FV02	Fermata Curno	4+309.134	4+559.134
RI06	Rilevato ferroviario	4+559.134	4+962.433
TR03	Trincea ferroviaria	4+962.433	5+178.670
SL01	Sottopasso via Roma	5+178.670	5+184.270
TR04	Trincea ferroviaria	5+184.270	5+200.046

Il progetto nel suo complesso è composto da un'alternanza di tratti in rilevato e trincea e nelle zone in stretta vicinanza con l'abitato sono previste opere d'arte atte a limitarne gli ingombri. Sono stati individuati edifici civili in stretta vicinanza della nuova piattaforma ferroviaria, per la cui tutela e salvaguardia si prevedono delle idonee opere di protezione come muri di recinzione standard.

Lungo il tracciato si incontrano una serie di viabilità locali che attraversano la sede ferroviaria a raso (tramite passaggi a livello). Tutti questi PL sono stati eliminati e sostituiti da opere sottopassanti la ferrovia.

Per la realizzazione della linea sono state predisposte sezioni tipologiche ferroviarie ristrette per evitare espropri di palazzine o interruzioni di viabilità esistenti.

6.2. SEZIONI TIPO DEL CORPO FERROVIARIO

Nel seguito vengono descritte le tipologie di sezioni tipo in rilevato ed in trincea adottate per il progetto del corpo ferroviario.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	27 di 145

6.2.1. SEZIONE TIPO IN RILEVATO

La sezione tipo in rilevato prevede il caso di piattaforma a doppio binario. Questa sezione viene utilizzata in diverse varianti a seconda del tratto di zona attraversata.

La sezione tipo è rappresentata nelle figure seguenti:

In Figura 4 è rappresentata la sezione in rilevato dove il binario di raddoppio viene effettuato a 4 m dal binario esistente e sono assenti sia barriere che muri di recinzione.

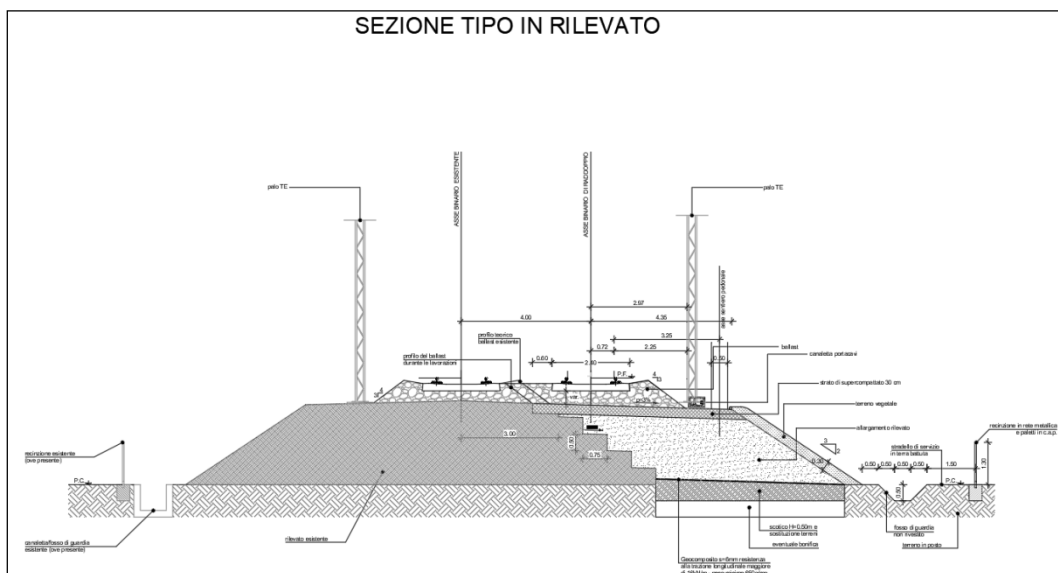


Figura 4 – Sezione tipo in rilevato

Mentre in Figura 5 è descritto il caso in viene effettuato lo spostamento del binario esistente ed il binario di raddoppio viene posato a 4 m dalla nuova posizione di quest'ultimo.

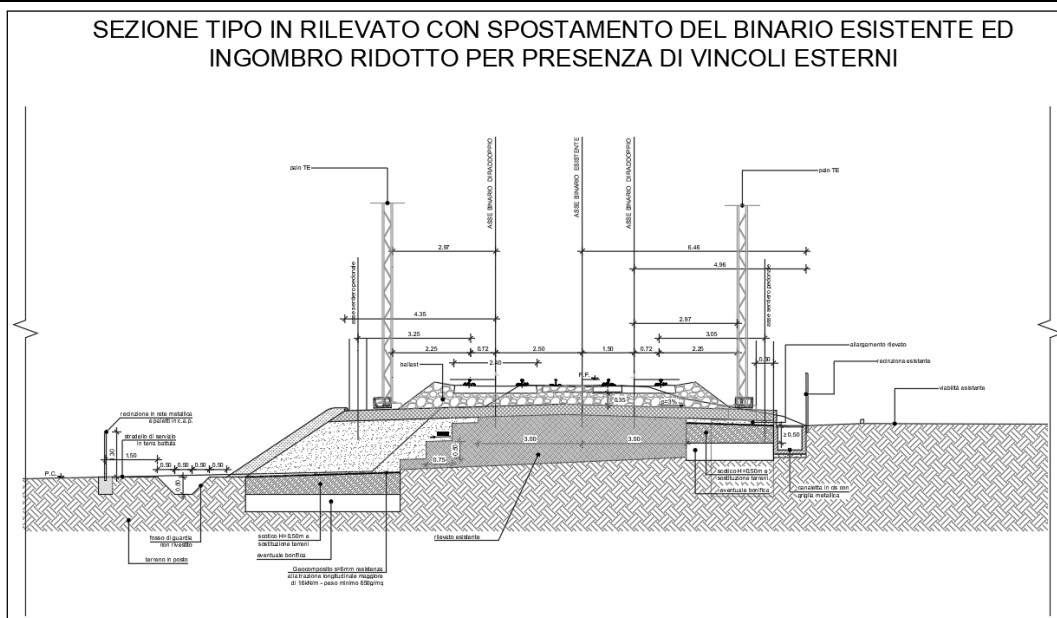


Figura 5 – Sezione tipo in rilevato con spostamento del binario esistente

Nel primo caso le lavorazioni del corpo stradale vengono effettuate soltanto sul lato del binario di progetto (a meno dell’eventuale posa di barriere antirumore e/o muri di recinzione), mentre in quest’ultima configurazione sono previste su tutta la larghezza trasversale della piattaforma.

La sezione tipo di progetto in rilevato è applicabile, come nel caso specifico, a linee ferroviarie con velocità massima non superiore a 200 km/h.

La piattaforma ferroviaria ha come piano di scivolamento delle acque lo strato di supercompattato dello spessore di 30 cm, mentre le scarpate sono inerbite mediante uno strato di terreno vegetale dello spessore non inferiore a 30 cm. La pendenza trasversale delle falde dello strato di supercompattato è pari a al 3%, permettendo così il deflusso delle acque. Ai bordi della piattaforma è presente un cordolo in risalto che guida l’acqua verso gli embrici posti sulle scarpate del rilevato ferroviario.

L’organizzazione della piattaforma ferroviaria prevede sul lato esterno di ciascun binario un sentiero pedonale di larghezza minima pari a 1.,50 m per consentire al personale di servizio di spostarsi con la massima sicurezza rispetto alla circolazione dei rotabili; l’asse del sentiero pedonale è posto a 3,25 m dall’interno della rotaia. Il filo interno del palo TE è posto ad una distanza di 2.25 m dall’interno della rotaia più vicina. Sono inoltre presenti due canalette portacavi di larghezza pari a 0.50 m.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	29 di 145

Il corpo del rilevato ferroviario e lo strato di fondazione verranno realizzati sia con terre provenienti da cava sia con terre provenienti da scavo. Le scarpate del rilevato presentano una pendenza costante trasversale con rapporto 3 in orizzontale e 2 in verticale.

Lo strato di fondazione del corpo del rilevato ferroviario viene realizzato prevedendo uno scotico del piano campagna di 0.50 m; nel caso risultasse necessario prevedere localmente uno strato di bonifica, questo dovrà avere spessore di almeno 0.50 m.

Alla base del piede del rilevato sono previsti fossi di guardia rivestiti in conglomerato cementizio che garantiscono la continuità idraulica del sistema. Le dimensioni minime dei fossi sono pari a 50x50x50 cm.

Le piste di servizio, chiamate “stradelli”, avranno larghezza pari a 1.50 m. La pavimentazione è costituita da misto stabilizzato dello spessore finito di 0.20 m. Laddove i vincoli al contorno non permettono la realizzazione degli stradelli, è comunque prevista la predisposizione di camminamenti pedonali per ispezione, di larghezza almeno pari a 60 cm, ricavati sulle canalette idrauliche disposte al piede del rilevato.

Sul bordo esterno della pista di servizio è posta una recinzione per la delimitazione della proprietà ferroviaria. L'altezza della recinzione sarà di 1.30 m. La recinzione è realizzata con rete metallica e paletti in c.a.p.. In assenza dello stradello, la rete sarà posizionata a filo canaletta idraulica.

In Figura 6 è rappresentata la sezione tipologica in rilevato con la presenza di barriera antirumore. Attraverso i barbacani situati sulla base delle barriere antirumore l'acqua raccolta dalla piattaforma viene raccolta e allontanata su una canaletta alla base della barriera e poi a sua volta portata fino al fosso al piede del rilevato scorrendo sugli embrici. La distanza tra l'asse del binario di progetto e lo spigolo esterno del basamento prefabbricato della barriera è pari a 4.85 m.

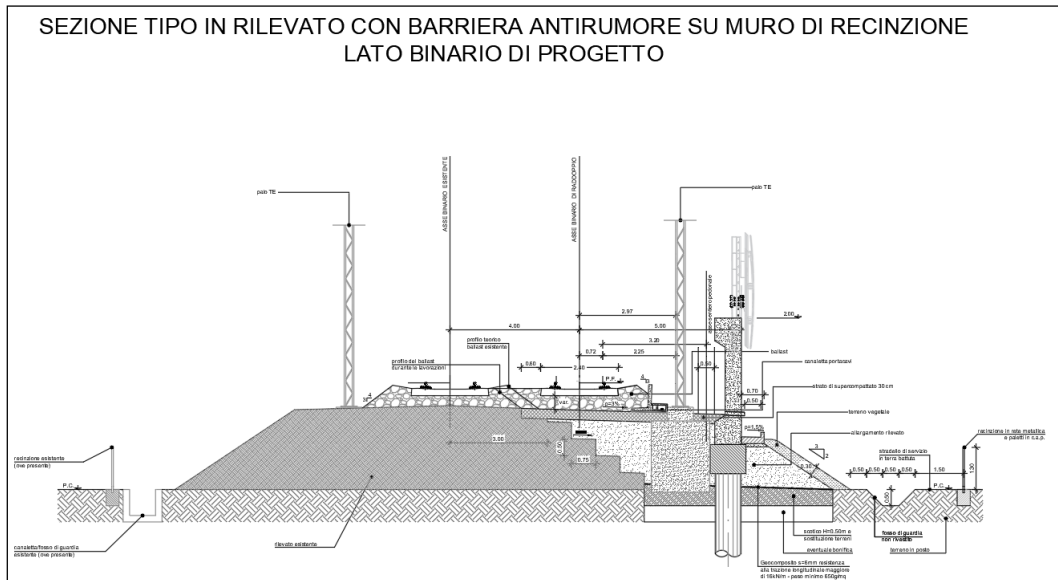


Figura 7 – Sezione tipo in rilevato con barriera antirumore su muro di recinzione lato binario di progetto

In Figura 8 è rappresentata la sezione tipologica in rilevato con la presenza di barriera antirumore posizionata su muro di recinzione, spostamento del binario esistente e realizzazione del raddoppio a 4 m dalla posizione del nuovo binario. In questo caso la presenza dei muri di recinzione è su entrambi i lati della piattaforma e il lato esterno del muro di recinzione dista 5.00 m dall'asse di ogni binario. Il funzionamento idraulico della piattaforma è lo stesso che si ha nel caso di sola barriera fonoassorbente.

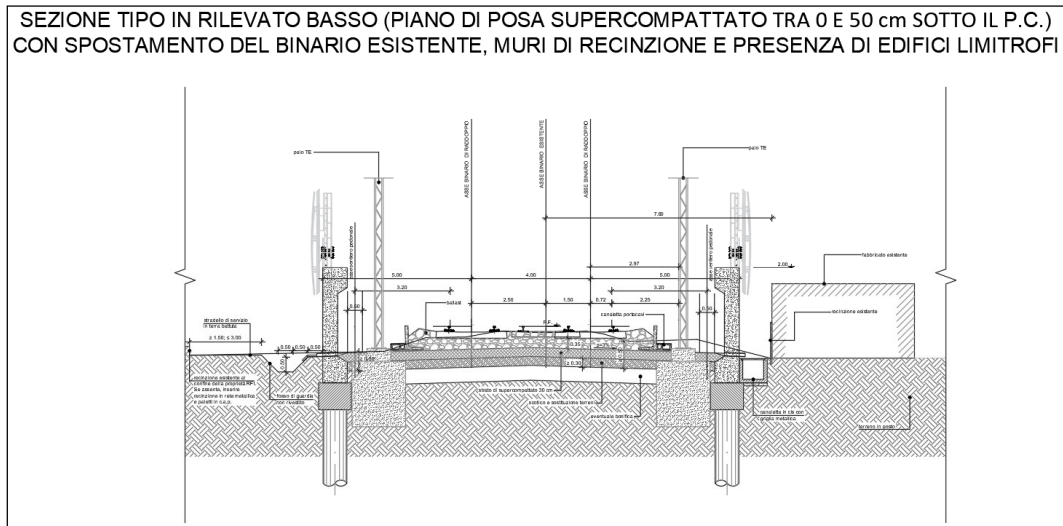


Figura 8 – Sezione tipo in rilevato basso con spostamento del binario esistente, muri di recinzione e presenza di edifici limitrofi

In Figura 9 è rappresentato il caso con barriera realizzata sul lato del binario di progetto e sul lato del binario esistente. Su questo lato non vengono realizzati nuovi fossi alla base del rilevato, ma viene soltanto garantito l'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma attraverso i barbacani e gli embrici posti a tergo della barriera antirumore.

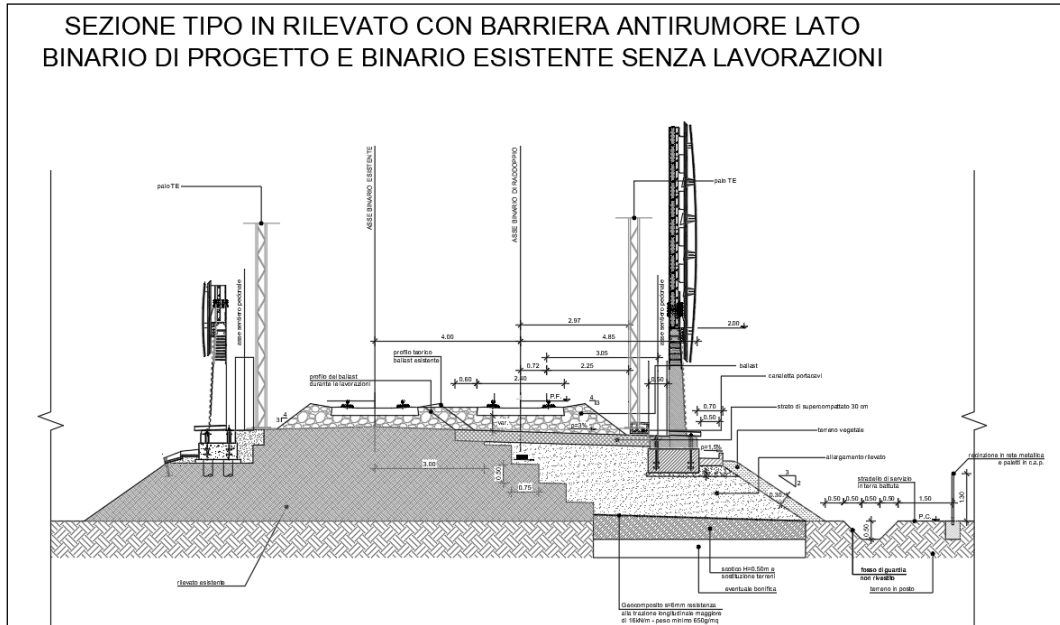


Figura 9 – Sezione tipo in rilevato con barriera antirumore lato binario di progetto e binario esistente senza lavorazioni

6.2.2. SEZIONE TIPO IN TRINCEA

La sezione tipo in trincea prevede il caso di piattaforma a doppio binario. Questa sezione viene utilizzata nei tratti in variante nel tratto che precede il cavalcaferrovia esistente Leucieriano. La sezione tipo è rappresentata nella Figura 10.

La sezione tipo di progetto in trincea è applicabile, come nel caso specifico, a linee ferroviarie con velocità massima non superiore a 200 km/h. L'interasse dei binari di progetto è pari a 4.00 m, con un ingombro complessivo della piattaforma pari a 12.70 m.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	34 di 145

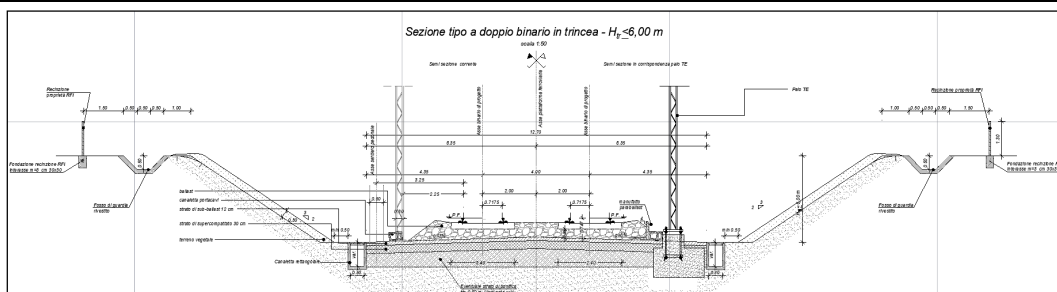


Figura 10 – Sezione tipo in trincea a doppio binario

L'organizzazione e gli elementi della piattaforma ferroviaria sono i medesimi di quelli descritti per il rilevato ferroviario; le differenze principali si riscontrano nella presenza di due canalette idrauliche rettangolari la cui geometria è variabile caso per caso, in particolare per quanto riguarda la profondità della canaletta, in funzione degli studi del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma. Le canalette idrauliche sono realizzate in conglomerato cementizio, e presentano generalmente una larghezza interna utile pari a 0.50 m.

Le scarpate della trincea presentano una pendenza trasversale tale da mostrare un rapporto 3 in orizzontale e 2 in verticale. A distanza di circa 1.50 m dal ciglio superiore della scarpata, lato monte, si prevede un fosso di guardia di capacità tale da poter intercettare ed accogliere le acque provenienti dalle aree a monte della trincea; nel presente progetto la dimensione minima è rappresentata da un fosso trapezoidale di dimensioni 50x50x50 cm.

Anche in questo caso sotto il ballast viene applicato lo strato di 30 cm di spessore di supercompattato.

6.2.3. SEZIONE TIPO RISTRETTE

Nei tratti in cui gli edifici limitrofi si trovano molto vicini, sono state studiate delle soluzioni ristrette. La prima riguarda la zona a ridosso del passaggio a livello di Via Moroni a Bergamo (si veda Figura 11).

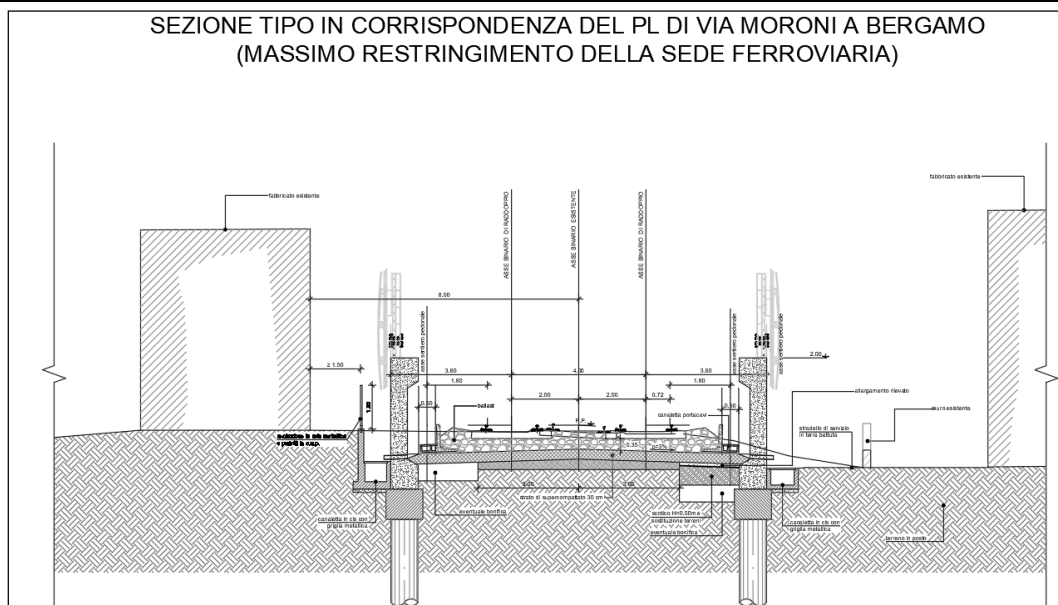


Figura 11 – Sezione tipo ristretta in corrispondenza di via Moroni

In questo caso, la distanza tra l'asse di raddoppio e il limite esterno del muro di recinzione, su entrambi i lati è pari a 3.60 m. Questa configurazione rappresenta il massimo restringimento della sede ferroviaria. E' comunque garantito un sentiero pedonale di 0.50 m sia sul binario pari che su quello dispari, uno strato di supercompattato sotto il ballast dello spessore di 30 cm e con una pendenza trasversale del 3%. E ove necessario uno scotico di 50 cm e un altro eventuale strato di bonifica sempre di 50 cm.

In questa sezione particolarmente ristretta non è possibile inserire i pali della trazione elettrica. Per ovviare a questa limitazione non sono presenti lunghezze di linea in cui questa riduzione della piattaforma ferroviaria si prolunga per più di 30 m.

Lungo l'affiancamento della linea a via Finazzi, sempre a Bergamo, per agevolare l'ingresso/uscita dei veicoli in e dalle proprietà private in presenza dell'attuale sede stradale molto stretta, è stata studiata l'adozione di una sezione simile alla precedente, ma con una distanza asse binario di progetto - lato esterno del muro di recinzione pari a 3.80 m, come si vede dalla Figura 12.

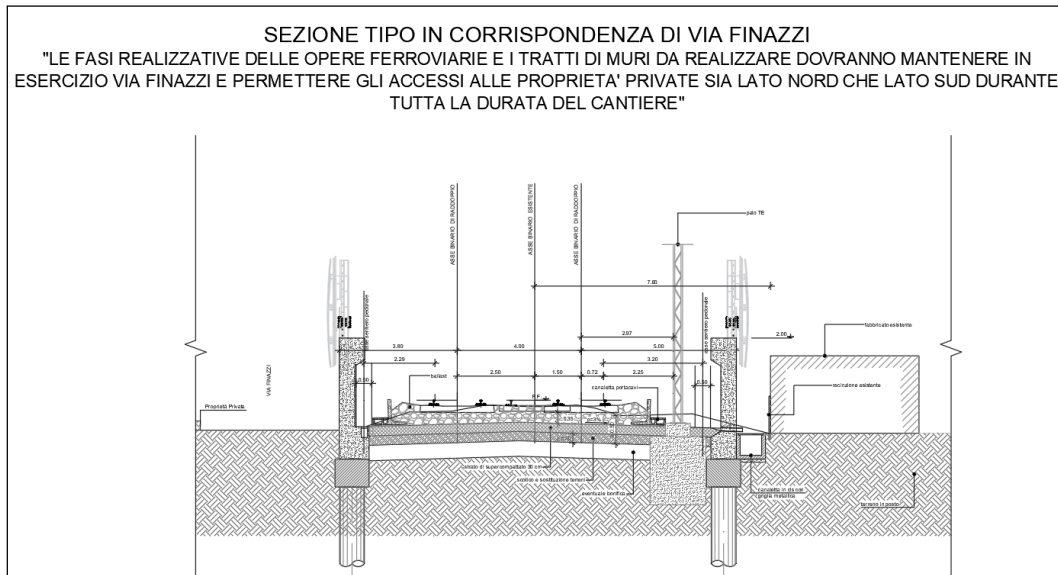


Figura 12 – Sezione tipo ristretta in corrispondenza di via Finazzi

La realizzazione delle opere di smaltimento idraulico sotto la sede stradale di via Finazzi dovrà avvenire per tratti limitati di avanzamento, in modo da garantire l'accesso alle proprietà private durante tutte le fasi di cantiere, tramite i due ingressi alla viabilità da via Moroni a est e via Bergonzi a ovest.

Per consentire il posizionamento dei sostegni della trazione elettrica, sono state inserite delle zone in cui localmente, per uno sviluppo di 6 m, la distanza tra l'asse del binario e il filo esterno del muro di recinzione viene riportata al valore consueto di 5.00 m.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	37 di 145

6.3. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO

6.3.1. BINARIO DISPARI (NEL TRATTO DI RADDOPPIO DELLA LINEA) E SINGOLO VERSO BERGAMO

Lunghezza intervento	4829.048 m
Velocità tracciato	100 km/h
Velocità in deviata apparecchi di binario	60 km/h
Raggio planimetrico minimo	494 m
Raccordo clotoidico minimo	20 m
Sopraelevazione massima	150 mm
Interasse binari standard di raddoppio	4.00 m
Pendenza massima	-11.908 ‰
Raggio raccordo verticale minimo	4800 m

6.3.2. BINARIO II STAZIONE DI PONTE SAN PIETRO

Lunghezza intervento	512 m
Velocità tracciato	90 km/h
Velocità in deviata apparecchi di binario	60 km/h
Raggio planimetrico minimo	582.40 m
Raccordo clotoidico minimo	20 m
Sopraelevazione massima	90 mm
Interasse binari in stazione	4m
Pendenza massima	3.11 ‰ (max 2.25‰ ove ho stazionamento)
Raggio raccordo verticale minimo	10000 m

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

7. IDROLOGIA E IDRAULICA

7.1. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l'area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto non ricade nelle fasce fluviali di esondazione ai sensi del PAI, mentre interessa in alcuni punti aree a pericolosità di alluvioni elevata, con tempo di ritorno dell'evento di precipitazione di 20/50 anni, in particolare:

- nel comune di Curno (km 5+169) la Roggia Curna attraversa la ferrovia nei pressi del passaggio a livello di via Roma; ad essa è associata un'area a pericolosità di alluvioni elevata (H), con tempo di ritorno dell'evento di precipitazione di 20/50 anni;
- nel comune di Bergamo (abitato Longuelo), km 3+260, la stessa area di pericolosità della Roggia Curna interseca la ferrovia verso est seguendo la Roggia Serio. Analizzando le recenti memorie dell'abitato di Longuelo, si evince che è una zona soggetta ad allagamenti, favoriti dalla pendenza del territorio e dalla crescente urbanizzazione che ha interessato l'area. Le aree allagabili ricadono nel reticolo secondario di pianura (RSP) nello scenario frequente (H), tempo di ritorno 20 – 50 anni.

Queste aree sono state adeguatamente studiate dagli enti locali e, attraverso la realizzazione di vasche di laminazione e risezionamenti ad opera di altri enti, sarà ripristinata la protezione dei centri urbani e quindi l'eliminazione della perimetrazione di tali aree come idraulicamente pericolose.

Gli interventi in progetto sono, inoltre, classificabili come interventi di interesse pubblico, si rimanda quindi alle indicazioni fornite dall'art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.
2. L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

Rimandando alle relative relazioni specialistiche, si può affermare che l'intervento in oggetto non costituisce significativo ostacolo al deflusso, non comporta una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso e non concorre ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe. Inoltre, l'intervento in essere:

- ✓ non pregiudica la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area;
- ✓ non produce effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico, assicurando l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti;
- ✓ garantisce il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;
- ✓ assicura il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti;
- ✓ non producendo effetti né in termini di modifica di deflussi idrici, né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

A valle dell'analisi riportata è possibile affermare che le nuove opere in progetto risultano idraulicamente compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo gli strumenti normativi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

7.2. IDROLOGIA E SOSTENIBILITA'

Alla base dell'analisi idrologica applicata, in un'ottica di massimizzazione della sostenibilità ambientale e di resilienza ai cambiamenti climatici, si è applicato il confronto tra diverse curve di possibilità climatica tra i quali quelle implementate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e quelle curve del progetto STRADA della Regione Lombardia. Una volta individuati questi strumenti di pianificazione sono state analizzate le celle sulle quali ricadono la linea e gli interventi di nuove viabilità.

Sono state confrontate le celle idrologicamente uniformi, trovando quelle massime per PAI e STRADA. Tali massimi sono stati paragonati ed è emerso che le curve del progetto STRADA sono idraulicamente le più gravose, per tutti i tempi di ritorno indagati.

Come ulteriore strumento di controllo, al fine di avvalorare la scelta, sono state recuperate le curve di possibilità climatica del PTCP della provincia di Bergamo, derivanti da un'elaborazione secondo Gumbel delle registrazioni al pluviometro di Bergamo.

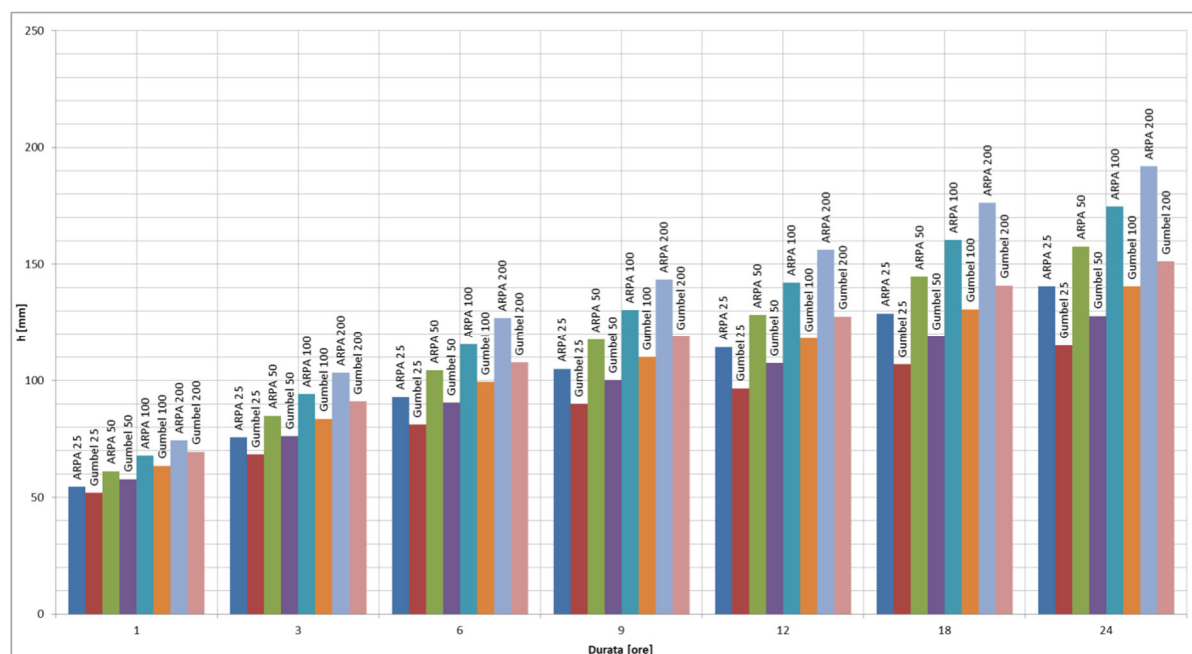


Figura 13 – Confronto curve massime Arpa e dati elaborati con Gumbel

Il raffronto, come da figura precedente, conferma la scelta effettuata e dimostra che per durate inferiori a circa 45 minuti le curve del progetto STRADA restituiscono altezze di pioggia maggiori per tutti i tempi di ritorno analizzati. Il progetto ha quindi fatto riferimento a questi parametri idrologici.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

7.3. ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI

Lungo la tratta oggetto di tale studio, il tracciato della linea ferroviaria interseca i tratti terminali di una serie di torrenti, rii, fossi e canali irrigui.

Il progetto prevede la realizzazione del binario di raddoppio a 4.00 m dal binario esistente, in sinistra o in destra a seconda delle necessità funzionali e delle condizioni al contorno, il che implica il più delle volte la necessità di prolungare le opere di attraversamento idraulico esistente. Nel Progetto Definitivo in oggetto, vista l'interruzione della linea ferroviaria durante le lavorazioni e considerando la vetusta età delle opere esistenti, si è optato per il rifacimento completo delle opere; tale impostazione permette di evitare giunzioni di opere che presentano sezioni o materiali differenti, andamenti planimetrici non rettilinei o disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua e garantisce il rispetto di tutte le nuove normative in vigore.

Sulla base delle risultanze dello studio idrologico ed i risultati delle verifiche idrauliche riportate nelle relative relazioni specialistiche, sono stati definite tipologia e dimensione delle opere di attraversamento dei corsi d'acqua.

Nell'ambito del presente progetto, in particolare, non sono stati riscontrati attraversamenti con bacini superiori a 10 km²; in seguito, quindi, ci si riferirà solamente agli attraversamenti secondari.

WBS	PROGRESSIVA	TIPOLOGIA	N CANNE	LARGHEZZAxALTEZZA ATTRAVERSAMENTO	DIAMETRO
	km	SCATOLARE/CIRCOLARE	-	m	m
IN02	1+343,992	CIRCOLARE	1		1.50
IN03	1+440,092	NESSUN INTERVENTO			
IN04	1+464,767	SCATOLARE	2	2.00x1.50	
IN05	1+702,709	CIRCOLARE	1		1.50
IN07	2+739,220	SCATOLARE	1	1.50x1.20	
IN08	3+283,498	SCATOLARE	1	2.00x1.20	
VI05	3+337,113	PONTE			
IN10	3+722,929	SCATOLARE	1	4.00x2.00	
IN11	4+198,474	NESSUN INTERVENTO			
IN12	5+168,889	NESSUN INTERVENTO			

Tabella 7.3.I – Identificazione degli attraversamenti secondari

Il presente progetto di raddoppio attraversa un'area urbanizzata in cui sono presenti canali irrigui che risultano

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

tombati per lunghi tratti, ben oltre l'area ferroviaria oggetto di intervento. Pertanto, in caso di eventuale lavorazione, la risoluzione di tali attraversamenti non potrà essere limitata all'eventuale rifacimento del solo attraversamento sotto binario; si ritiene tuttavia che la struttura dell'opera esistente sia comunque adeguata a sostenere i carichi ferroviari, avendo la medesima configurazione strutturale sia a monte che a valle dell'attraversamento.

Con queste premesse, si giunge alla conclusione che gli attraversamenti tombati non dovranno essere sottoposti a progetto idraulico in questa fase; si può prevedere, per cautela, la sola protezione strutturale del tratto di manufatto ricadente nell'impronta della sede ferroviaria.

ATTRAVERSAMENTO	PROGRESSIVA [km]	MANUFATTO PRESENTE	CANALE IRRIGUO
IN 12	5+167.167	Tombato	Roggia Curna
IN 11	4+196.751	Tombato	Scaricatore Cascina Lupo
IN 03	1+438.378	Tombato	Roggia Ponte Perduto di Monasterolo

Tabella 7.3.II – Identificazione degli attraversamenti tombati

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

L'orografia della zona impone, inoltre, la necessità di garantire lo scarico delle acque dei versanti da nord verso sud. La linea ferroviaria, infatti, funge da barriera al deflusso naturale delle acque. Già allo stato attuale la linea presenta numerosi attraversamenti di trasparenza, che si decide di mantenere e, in caso se ne ravveda la necessità, di aumentare in numero.

Di seguito si riporta una tabella contenente i fornicci di trasparenza in progetto.

WBS	PROGRESSIVA	Progetto	DIAMETRO	NUMERO CANNE
	km		m	
IN51	2+919,940	CIRCOLARE	1.50	1.00
IN52	2+461,804	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN53	2+691,974	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN54	2+729,743	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN55	2+783,11	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN56	2+815,612	CIRCOLARE	1.00	2.00
IN57	2+854,095	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN58	2+889,497	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN59	2+992,77	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN60	3+035,916	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN61	3+060,579	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN62	3+099,888	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN63	3+179,443	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN64	3+876,943	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN65	3+952,955	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN66	3+976,301	CIRCOLARE	1.20	1.00
IN67	4+042,159	CIRCOLARE	1.20	1.00
IN68	4+109,336	CIRCOLARE	1.00	1.00

Tabella 7.3.III – Fornici di trasparenza

Nell'intervento in esame tutti gli attraversamenti idraulici verranno realizzati in assenza di circolazione ferroviaria, pertanto l'esecuzione avverrà in sede mediante scavo a cielo aperto e getto in opera. Il rilevato ferroviario verrà poi ricostituito realizzando le zone di transizione ai lati del manufatto, secondo le modalità previste dal Manuale di Progettazione RFI del Corpo stradale.

Tutti gli attraversamenti di trasparenza verranno realizzati in asse al manufatto esistente, non sussistendo problemi di fasizzazione; per gli attraversamenti secondari, invece, occorre distinguere tra attraversamenti realizzati in deviazione e in asse.

Per i primi non si evidenziano problematiche che possano influenzare la realizzazione dell'opera, mentre nei casi di attraversamenti in asse con le opere esistenti è necessario innanzitutto prevedere le lavorazioni nel periodo in cui l'ente proprietario effettuerà la chiusura per manutenzione dei canali (gennaio/febbraio). Inoltre,

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

dato che tutti i canali consortili sono anche canali di scolo fognario, è necessario prevedere delle fasi di realizzazione. In particolare, si prevede l'utilizzo di tubi di grandi dimensioni per garantire la continuità idraulica durante la realizzazione dell'opera; in alcuni casi tali tubi diventeranno definitivi fungendo da cassetta durante la realizzazione (IN02); in altri casi avranno esclusivamente una funzione provvisoria (IN04 e IN10).

7.4. SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il progetto di smaltimento idraulico della linea ferroviaria prevede la raccolta, il collettamento, l'accumulo e il recapito delle acque meteoriche afferenti la piattaforma ferroviaria e le banchine di stazione.

A seconda della sezione tipologica ferroviaria è previsto l'utilizzo di specifici elementi idraulici; si possono perciò individuare delle metodologie di drenaggio, ovvero canalette, fossi in terra o rivestiti in calcestruzzo, collettori di attraversamento della sede ferroviaria, trincee drenanti e aree di laminazione e dispersione.

Il regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”, aggiornato con modifiche e integrazioni n.7/2018 e n.8/2019, limita la portata di acqua da poter scaricare all'interno dei ricettori finali; per far fronte a tale normativa nel progetto è previsto l'utilizzo di vari sistemi in funzione dello spazio e della permeabilità del suolo. Questi sistemi possono essere raggruppati nelle seguenti tipologie:

- Sistemi a dispersione e laminazione: Puntuali (aree di laminazione) e lineari (trincee drenanti o fossi in terra);
- Sistemi di laminazione (canalette rivestite).

In particolare, per rispettare i limiti imposti allo scarico dalle normative vigenti, in pubblica fognatura o su corpi idrici superficiali, ci si è avvalsi di manufatti di regolazione nei tratti terminali. Per garantire l'invaso idrico nei sistemi di laminazione sono stati impiegati manufatti denominati a quinte, per sostenere il livello dell'acqua all'interno delle linee di raccolta.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

7.4.1. SEZIONI TIPO IDRAULICHE

Nei tratti in cui la piattaforma ferroviaria si trova in rilevato rispetto al piano campagna si prevede la posa di embrici in cls per assicurare lo scarico delle acque meteoriche nei fossi di guardia di forma trapezoidale, previsti al piede del rilevato, rivestiti in cls per una lunghezza di 3 m, in corrispondenza dello scarico dell'embrice.

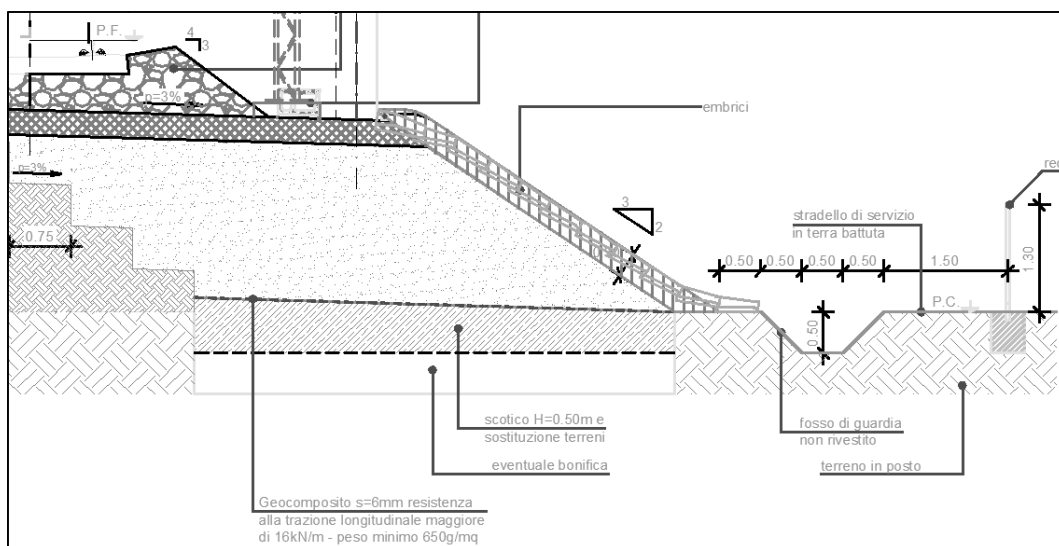


Figura 14 – Sezione in rilevato con embrici

In alcuni casi per garantire la stabilità del rilevato è necessario prevedere un bauletto in ghiaia intorno al fosso disperdente.

Nel caso di barriera antirumore collocata in corrispondenza del binario di progetto, si prevede lo scarico puntuale con embrici, ad interasse variabile. Gli embrici sono alimentati da una canaletta ad “L” prefabbricata posta al piede della barriera, la quale raccoglie le acque di piattaforma ferroviaria, defluente dai fori prefabbricati ad interasse di 3 m. Il recapito del sistema è il fosso di guardia posto ai piedi del rilevato.

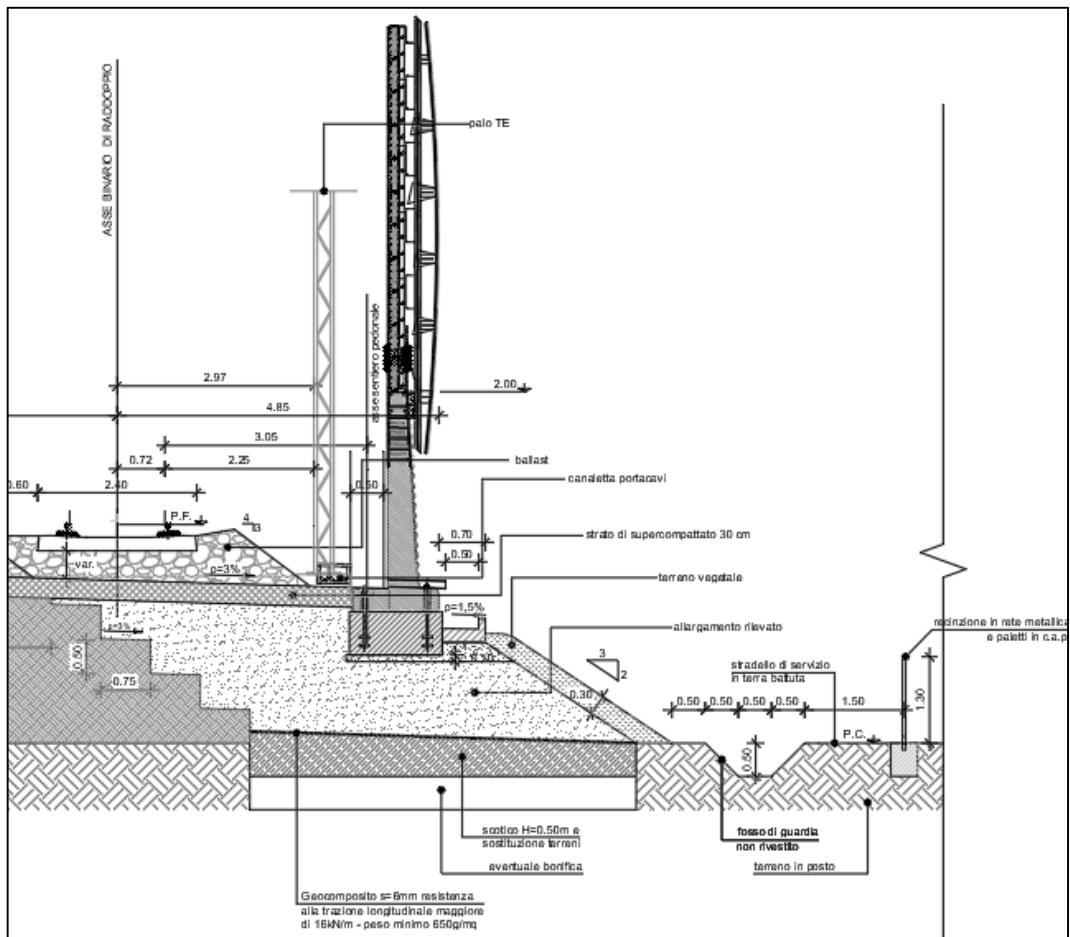


Figura 15 – Gestione delle acque in presenza di barriera antirumore

In alcune situazioni come via Finazzi, a causa della presenza di numerosi accessi privati che devono essere comunque garantiti, è necessario scegliere una soluzione ad hoc, rappresentata da una sezione ristretta con canaletta gettata in opera, solidale al muro di recinzione. In corrispondenza dei basamenti dei pali TE, la canaletta si interromperà e la sezione subirà un allargamento necessario ad ospitare la fondazione del palo. La canaletta presenta scarichi puntuali ad interasse di 10 m, costituiti da collettori in PVC DN160.

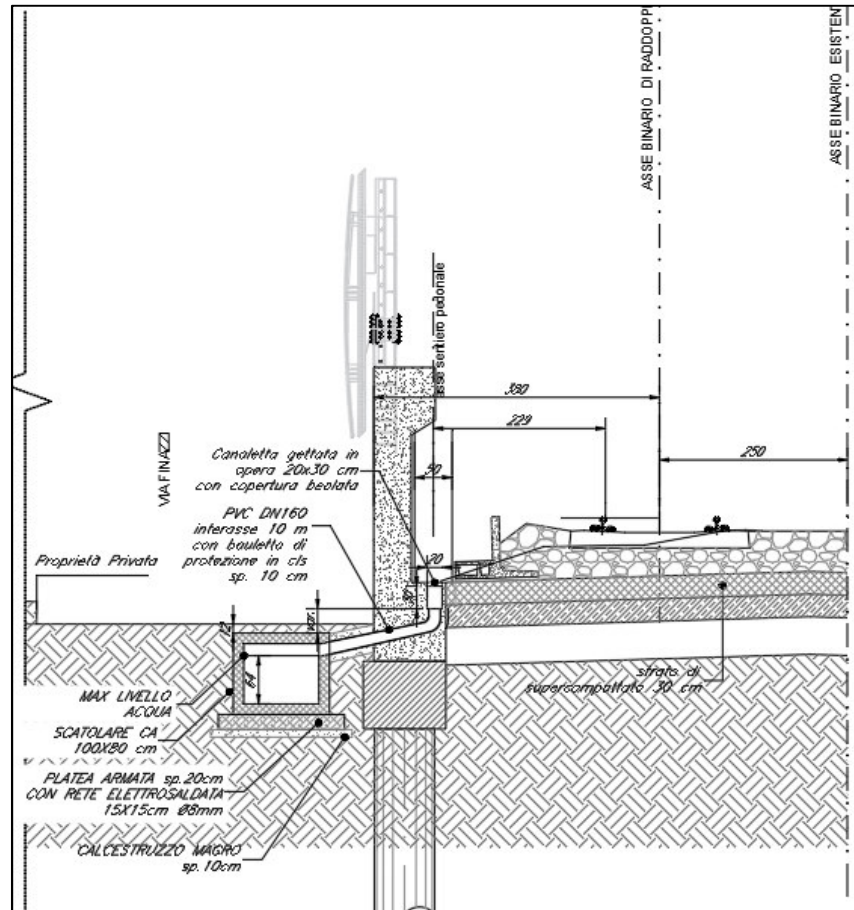


Figura 16 – Gestione delle acque in caso di sezione ristretta

In corrispondenza di tratti particolarmente ristretti, la sezione tipologica prevede l’inserimento della canaletta idraulica esterna alla piattaforma ferroviaria, adiacente al muro di recinzione. Queste casistiche si verificano non continuamente tra le progressive 1+350 e 1+530 km, lato nord, ovvero a ridosso del PL di Via Moroni, dove si ha il massimo restringimento della linea ferroviaria.

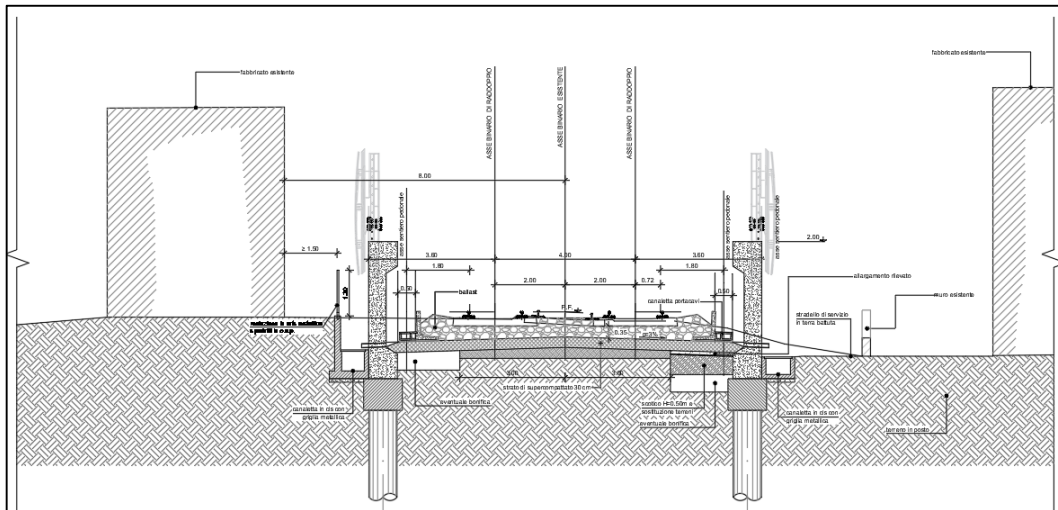


Figura 17 – Gestione delle acque in caso di sezione ristretta con canaletta esterna

Per quanto riguarda le aree di stazione, il sistema di drenaggio interno al sottopasso di progetto recapita le acque nel vano pompe, il quale le solleva verso un pozzetto a tenuta stagna posto all'esterno della stazione, nei casi in cui non sia disponibile una linea fognaria nera.

La banchina della fermata protetta dalla pensilina è dotata di pluviali che convogliano le acque meteoriche al suolo nei pozzetti di ispezione posti tra le fondazioni delle pensiline e le polifore. In questo tratto la raccolta dell'acqua proveniente dalla piattaforma ferroviaria sarà realizzata per mezzo di collettori circolari che scaricano anch'essi nei medesimi pozzetti.

Nella parte di banchina in cui non è presente la pensilina le acque vengono raccolte tramite dei collettori circolari che recapitano in sistemi di drenaggio aperti o chiusi con la funzione di laminazione della portata nel rispetto del principio di invarianza idraulica.

Sono previste ulteriori aree di laminazione in cui sono convogliate le acque prima del recapito finale.

Il fabbricato viaggiatori contiene due servizi igienici, il cui scarico è garantito da una vasca Imhoff e da una trincea di sub-irrigazione.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	49 di 145

8. OPERE DI SOSTEGNO DELLA SEDE FERROVIARIA

8.1. PARATIE LEUCERIANO

Ad est del cavalcaferrovia esistente di via Leucерiano (pk 3+595) è prevista l'esecuzione di due paratie a contenimento della trincea ferroviaria, delle seguenti caratteristiche:

- Paratia Nord:
 - posizione: pk = 3+374÷3+534 ca.
 - sviluppo: L = 160.26 m
 - distanza da binario: d= 5.40 ÷ 9.28 m ca.
 - altezza: H = 1.97÷4.08 m sopra quota p.f.
 - distanza da fabbricato a tergo: min. 11 m.
- Paratia Sud:
 - posizione: pk 3+478÷3+590 ca.
 - sviluppo: L = 112.46 m (diviso da giunto strutturale in 7.35 m + 105.10 m)
 - distanza da binario: d = 3.90 ÷ 5.60 m ca.
 - altezza: H = 1.07÷6.10 m sopra quota p.f.
 - distanza da cavalcaferrovia: 1.00 m.

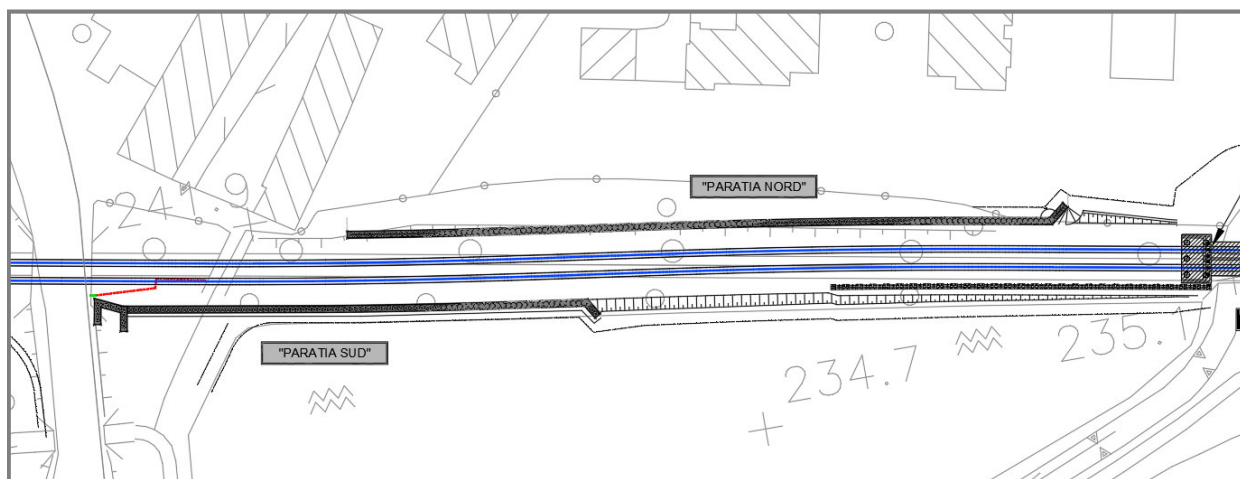


Figura 18 – Paratie Leucерiano - pianta

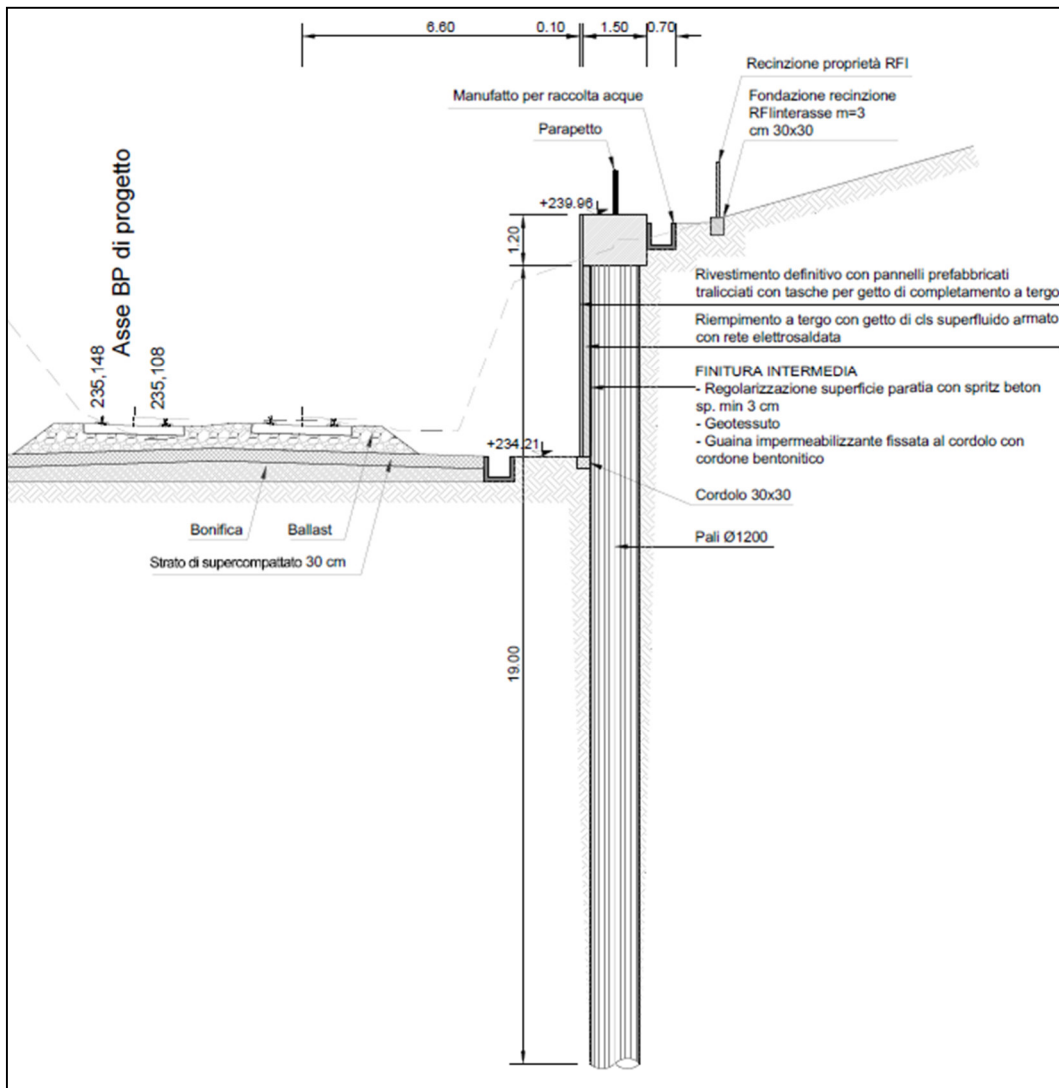


Figura 19 – Paratia Nord - sezione

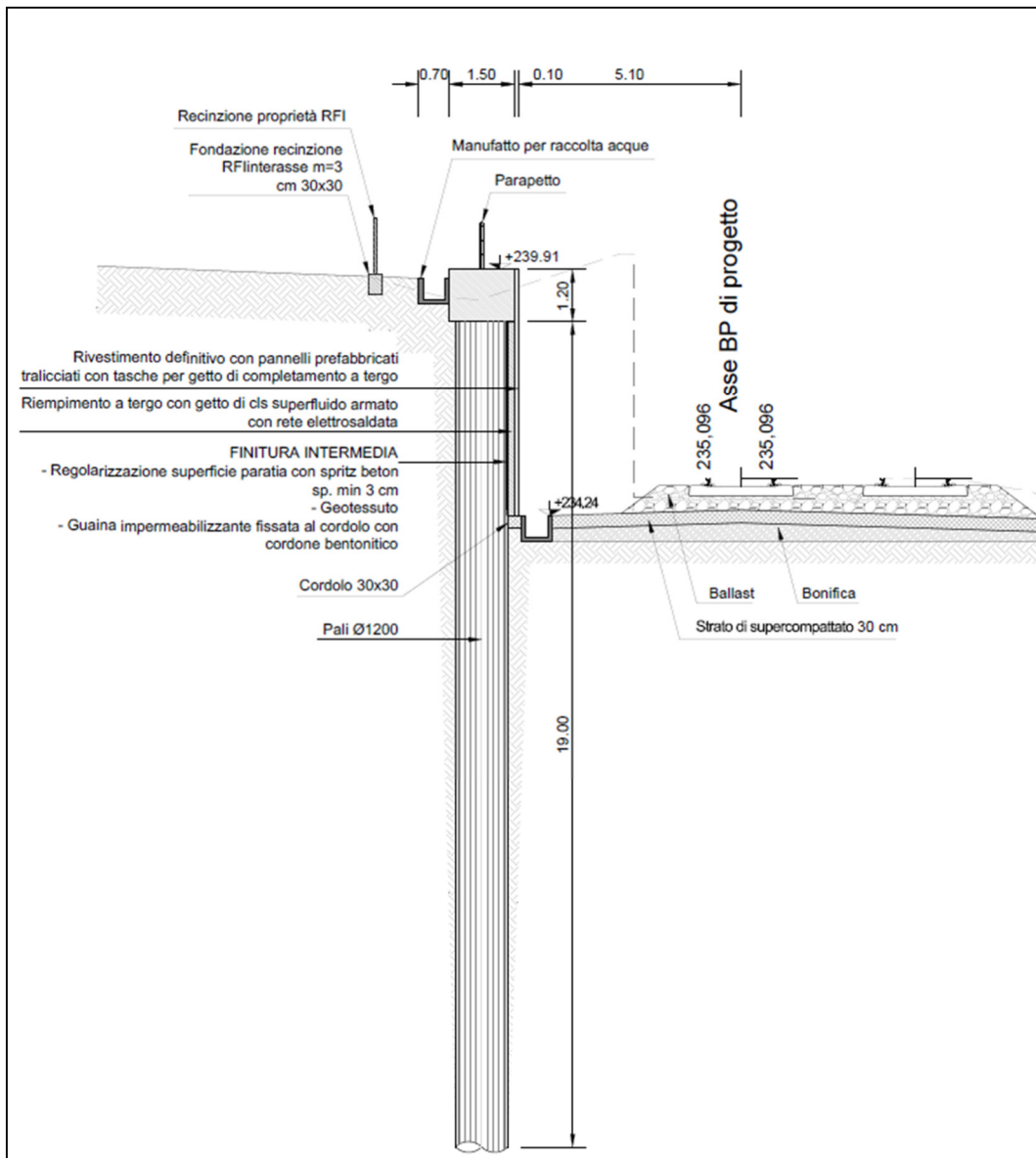


Figura 20 – Paratia Sud - sezione

Entrambe le paratie sono costituite da pali accostati Ø1200 di lunghezza $L = 19$ m e collegati in testa da un cordolo di dimensioni $b \times h = 1.50 \times 1.20$ m. Le paratie presentano dei risvolti in pianta finalizzati ad irrigidirne i punti terminali di altezza maggiore.

La realizzazione delle paratie avviene dalla sede ferroviaria, con le seguenti modalità:

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

- chiusura sede ferroviaria
- riempimento con terrapieno fino alla quota di esecuzione dei pali
- realizzazione dei pali
- realizzazione dei cordoli
- rimozione del terrapieno
- realizzazione di rivestimento, canalette e recinzioni.

Per l'esecuzione della paratia sud è necessario demolire preventivamente la passerella ad arco esistente (pk 3+570) e i rilevati di rampa. Una volta realizzata la paratia sarà possibile demolire il muro di sottoscarpa esistente lato sud, salvaguardando il primo tratto del muro d'ala del cavalcaferrovia stradale, parallelo alla ferrovia.

8.2. MURI DI SOSTEGNO BANCHINA - FERMATA DI CURNO

In corrispondenza della fermata di Curno (pk 4+400 ca.) è prevista l'esecuzione di tre muri di sostegno del marciapiede rispetto al piano campagna più basso, delle seguenti caratteristiche:

- Marciapiedi Nord e Sud - ad Est del sottopasso:
 - sviluppo: $L = 49.7$ m
 - distanza da binario: $d = 5.02$ m
 - altezza: $H = 2.00$ m sopra quota p.f.
 - altezza: $H' = \text{min. } 4.10$ m sopra quota p.c.
 - fondazione: $b \times h = 280 \times 60$ cm
 - elevazione: $b \times h = (50 \div 60) \times 460$ cm.
- Marciapiede Nord - ad Ovest del sottopasso:
 - sviluppo: $L = 187.3$ m
 - distanza da binario: $d = 5.02$ m
 - altezza: $H = 2.00$ m sopra quota p.f.
 - altezza: $H' = \text{min. } 3.55$ m sopra quota p.c.
 - fondazione: $b \times h = 190 \times 50$ cm
 - elevazione: $b \times h = 50 \times 405$ cm.

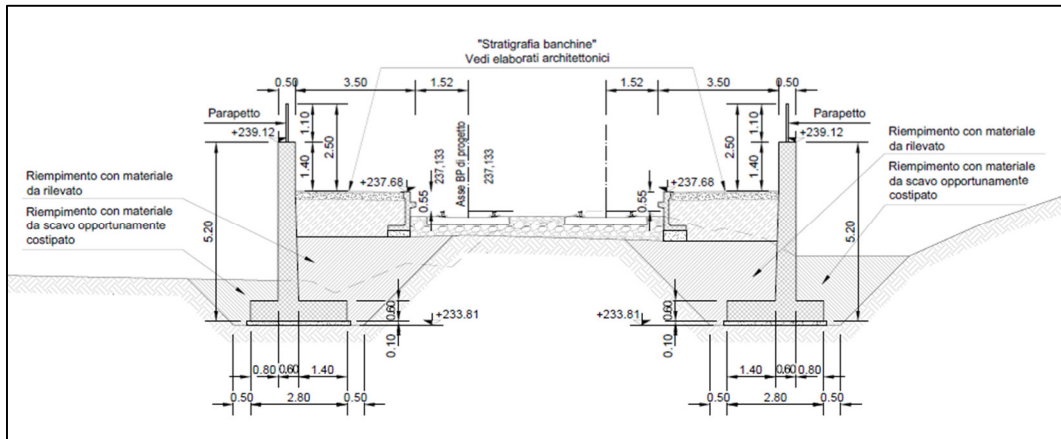


Figura 21 – Muri marciapiedi Nord e Sud - ad Est del sottopasso

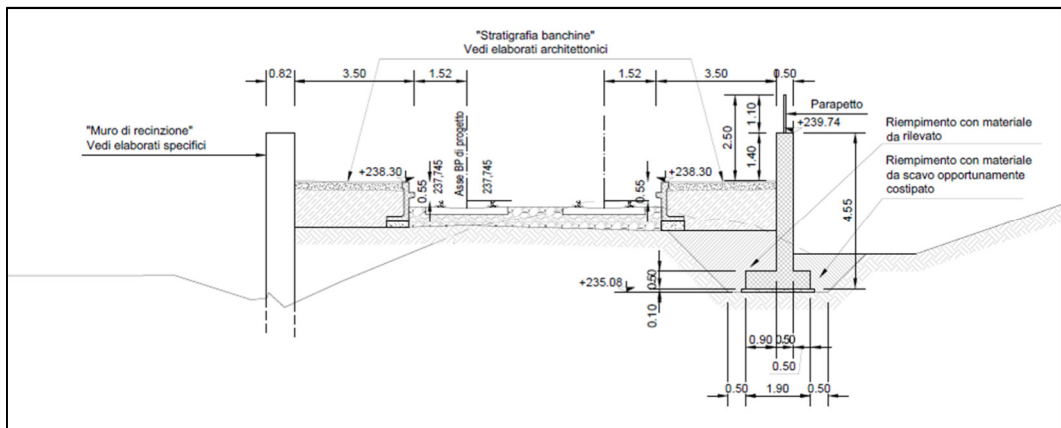


Figura 22 – Muro marciapiede Nord - ad Ovest del sottopasso

Per il marciapiede Sud - ad Ovest del sottopasso è previsto, invece, un muro di recinzione (vedi §10).

8.3. MURO CONTENIMENTO CANALETTA

Nel tratto tra le pk 2+012 ÷ 2+300, sul lato Nord della ferrovia, è prevista l'esecuzione di un muro di contenimento del rilevato finalizzato a limitarne l'ingombro contenendo la canaletta di scolo (larga ≤ 1 m), con le seguenti caratteristiche:

- Muro contenimento canaletta:

- sviluppo: $L = 288$ m
- distanza da binario: $d = 4.25$ m ca.
- distanza verticale da binario: $H = 0.90$ m sotto quota p.f.
- fondazione: $b \times h = 150 \times 25$ cm
- elevazione: $b \times h = 25 \times 130$ cm

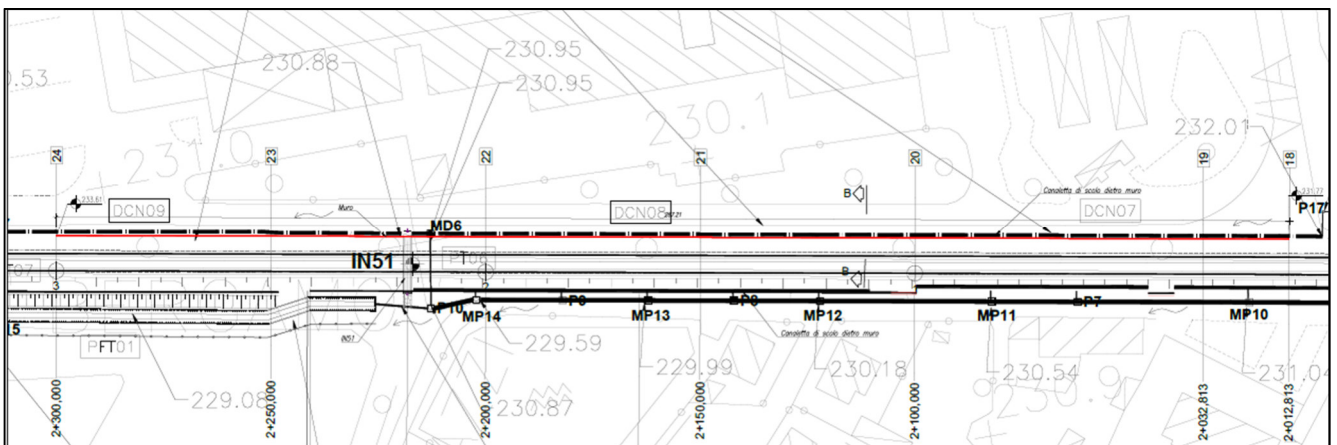


Figura 23 – Muro contenimento – planimetria

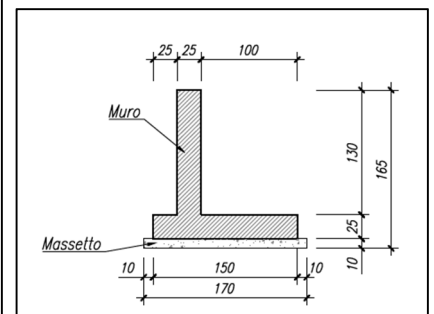
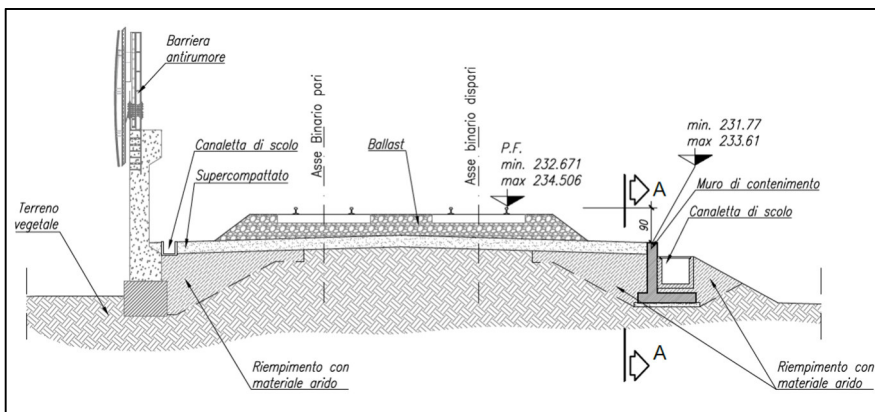


Figura 24 – Muro contenimento canaletta - sezione

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	55 di 145

9. OPERE IDRAULICHE DI ATTRAVERSAMENTO DELLA SEDE FERROVIARIA

L'area oggetto di raddoppio ricade nel suo complesso all'interno del territorio gestito dal Consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca, il quale ha un'estensione del comprensorio di 76031 ha, comprendente in tutto o in parte il territorio di 105 Comuni, appartenenti alle provincie di Bergamo, Brescia, Cremona e Lecco.

Si tratta dell'area che si sviluppa dalle pendici delle Prealpi Orobriche (delle quali comprende una superficie di circa 3000 ha.) e discende lungo la sponda sinistra del Fiume Adda (da Brivio a Fara Gera d'Adda) da una parte e dall'altra lungo la sponda destra del Fiume Oglio (da Castelli Calepio a Calcio), estendendosi a sud fino al confine con la provincia di Cremona.

Nella Figura 25 si riporta l'intersezione della linea ferroviaria con i corsi d'acqua consortili:

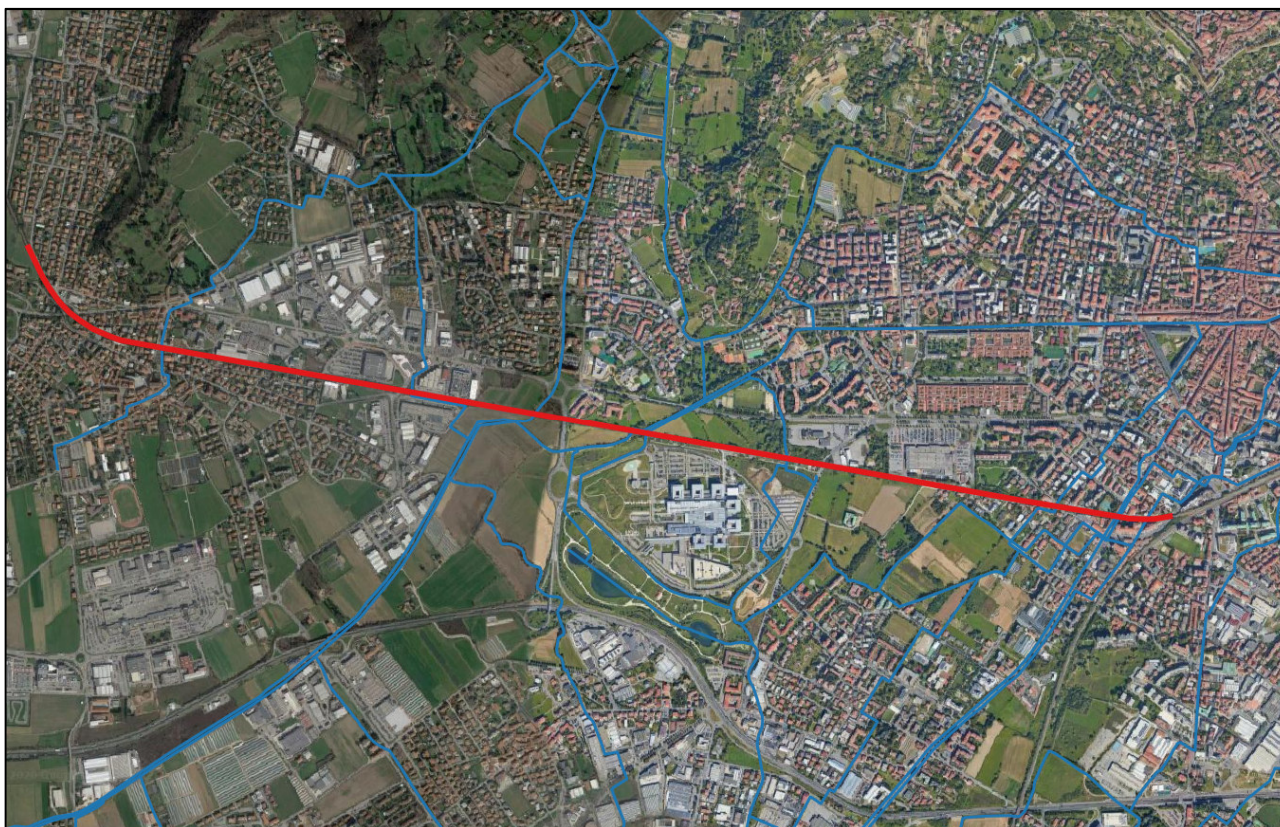


Figura 25 - Intersezioni con canali irrigui

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Gli attraversamenti ferroviari interessati dal progetto sono:

Identificativo Opera	Progressiva [km]	Canale irriguo
IN02	1+343.992	Roggia Oriolo Grasso e San Tommaso
IN03	1+440.092	Roggia Ponte Perduto di Monasterolo
IN04	1+464.767	Roggia Colleonesca
IN05	1+702.,709	Roggia Oriolo Solza
IN07	2+739.220	Roggia Piuggia di Loreto
IN08	3+283.498	Roggia Piuggia di Loreto
VI05	3+337.113	Roggia Serio
IN10	3+722.929	Scaricatore valle d'Astino
IN11	4+198.474	Scaricatore Cascina Lupo
IN12	5+168.889	Roggia Curna

Le opere di attraversamento idraulico sono costituite da manufatti in c.a. delle seguenti caratteristiche:

- Tombini scatoari singola canna: IN07, IN08, IN10
 - dimensioni foro: bxh = 150x120, 200x120, 400x200 cm
 - spessore fondazione: t = 50 cm
 - spessore setti: t = 40 cm
 - spessore copertura: t = 30, 40, 40 cm
 - dimensioni esterne: BxH = 230x200, 280x210, 480x290 cm
- Tombini scatoari doppia canna: IN04
 - dimensioni fori: bxh = 200x150 cm
 - spessore fondazione: t = 50 cm
 - spessore setti e copertura: t = 40 cm
 - dimensioni esterne: BxH = 520x230 cm
- Tombini circolari: IN02, IN05
 - diametro interno tubo c.a.v.: $\Phi = 150$ cm
 - spessore tubo c.a.v.: 11 cm
 - spessore setti e solette: t = min. 22 cm
 - dimensioni esterne: B(=H) = 216 cm
- Fornici circolari: IN51÷IN68 (nell' IN56 due accostati)
 - diametro interno tubo c.a.v.: $\Phi = 100, 120$ e 150 cm
 - spessore tubo c.a.v.: 8, 10, 11 cm

- spessore setti e solette: $t = \text{min. } 22 \text{ cm}$
- dimensioni esterne: $B(=H) = 160, 184, 216 \text{ cm}$

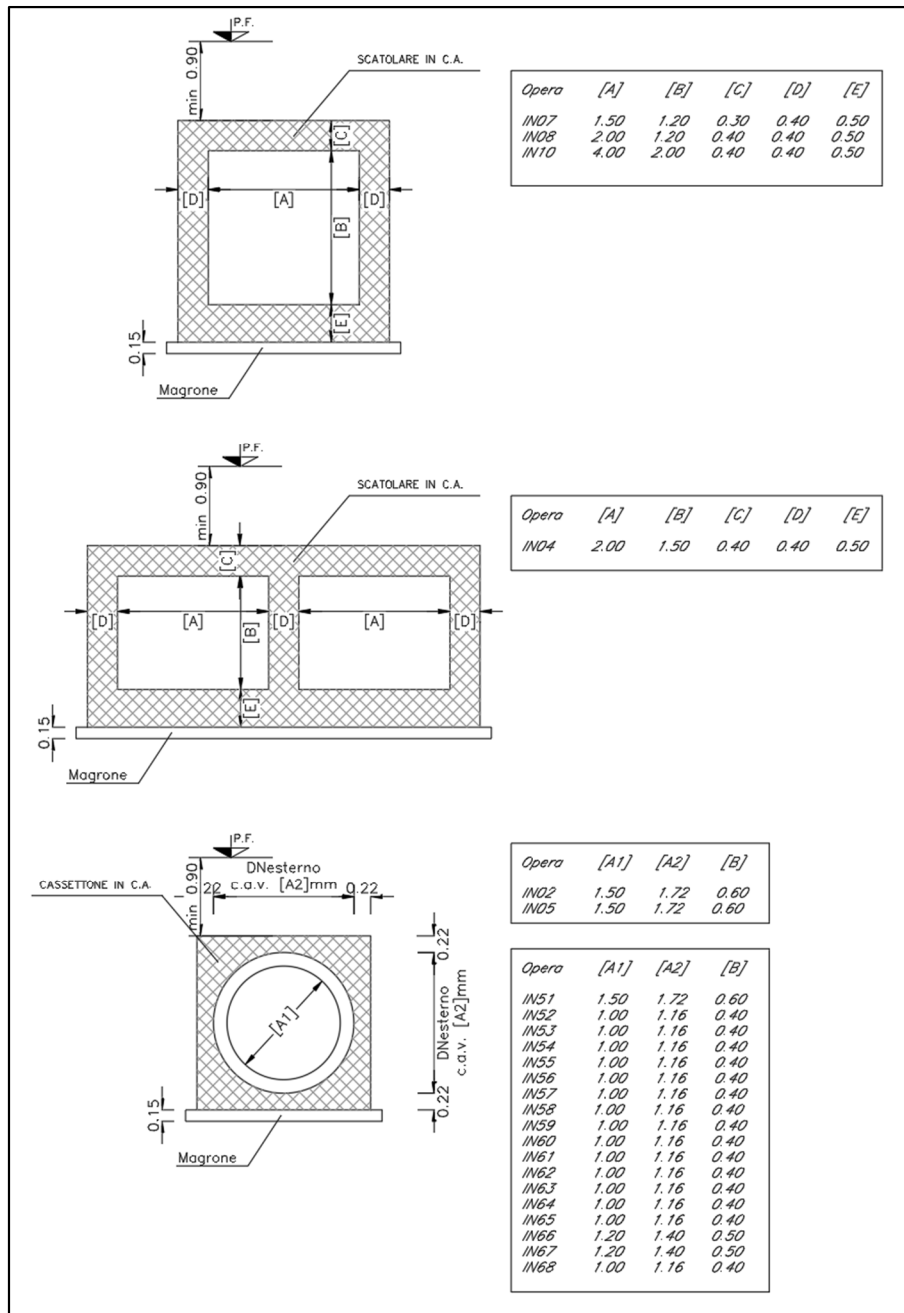


Figura 26 - Attraversamenti idraulici – sezioni trasversali tipo

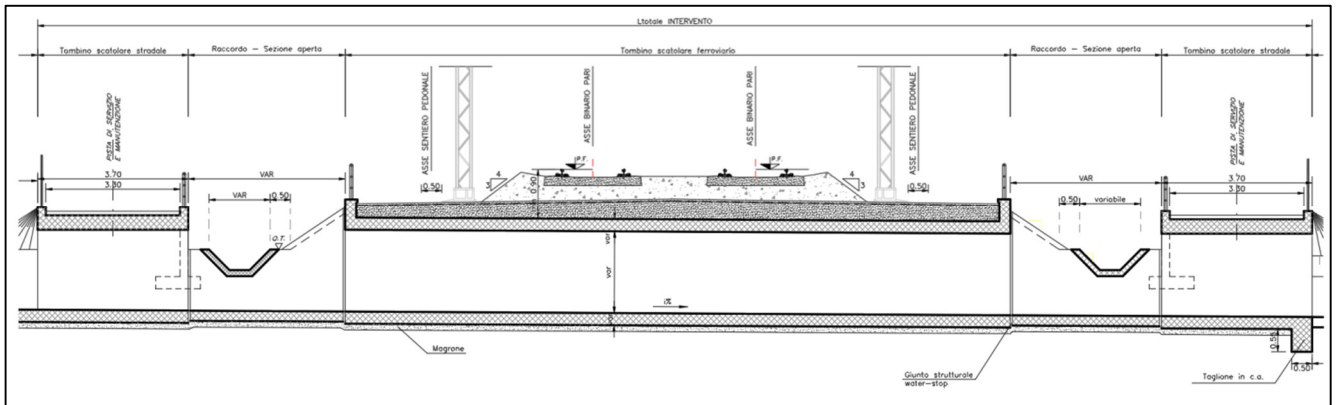


Figura 27 - Attraversamenti idraulici – sezione longitudinale tipo

Nell'intervento in esame gli attraversamenti idraulici verranno realizzati in assenza di circolazione ferroviaria, pertanto l'esecuzione avverrà in sede mediante scavo a cielo aperto e getto in opera. Il rilevato ferroviario verrà poi ricostituito realizzando le zone di transizione ai lati del manufatto, secondo le modalità previste dal Manuale di Progettazione RFI del Corpo stradale.

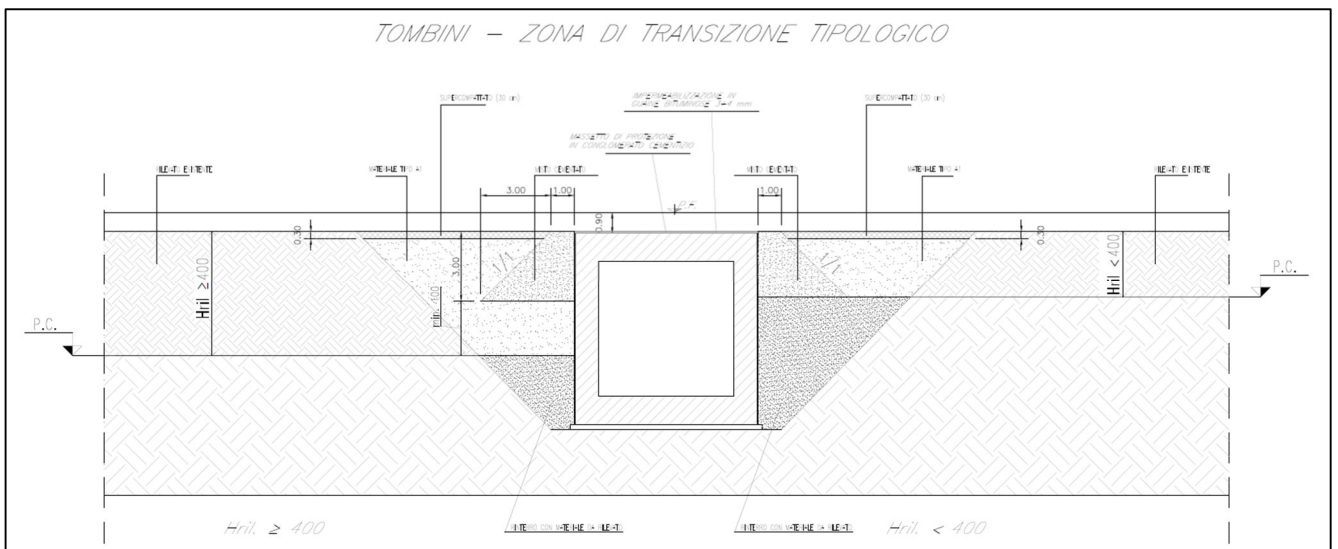


Figura 28 - Attraversamenti idraulici – Zone di transizione

10. BARRIERE ANTIRUMORE E MURI DI RECINZIONE

È prevista la realizzazione di barriere antirumore, fondate su micropali o ancorate su muri di recinzione, del seguente tipo:

- H0 (+2.0 m su P.F.)
- H2 (+3.0 m su P.F.)
- H3 (+4.0 m su P.F.)
- H5 (+5.0 m su P.F.)
- H10 (+7.5 m su P.F.)

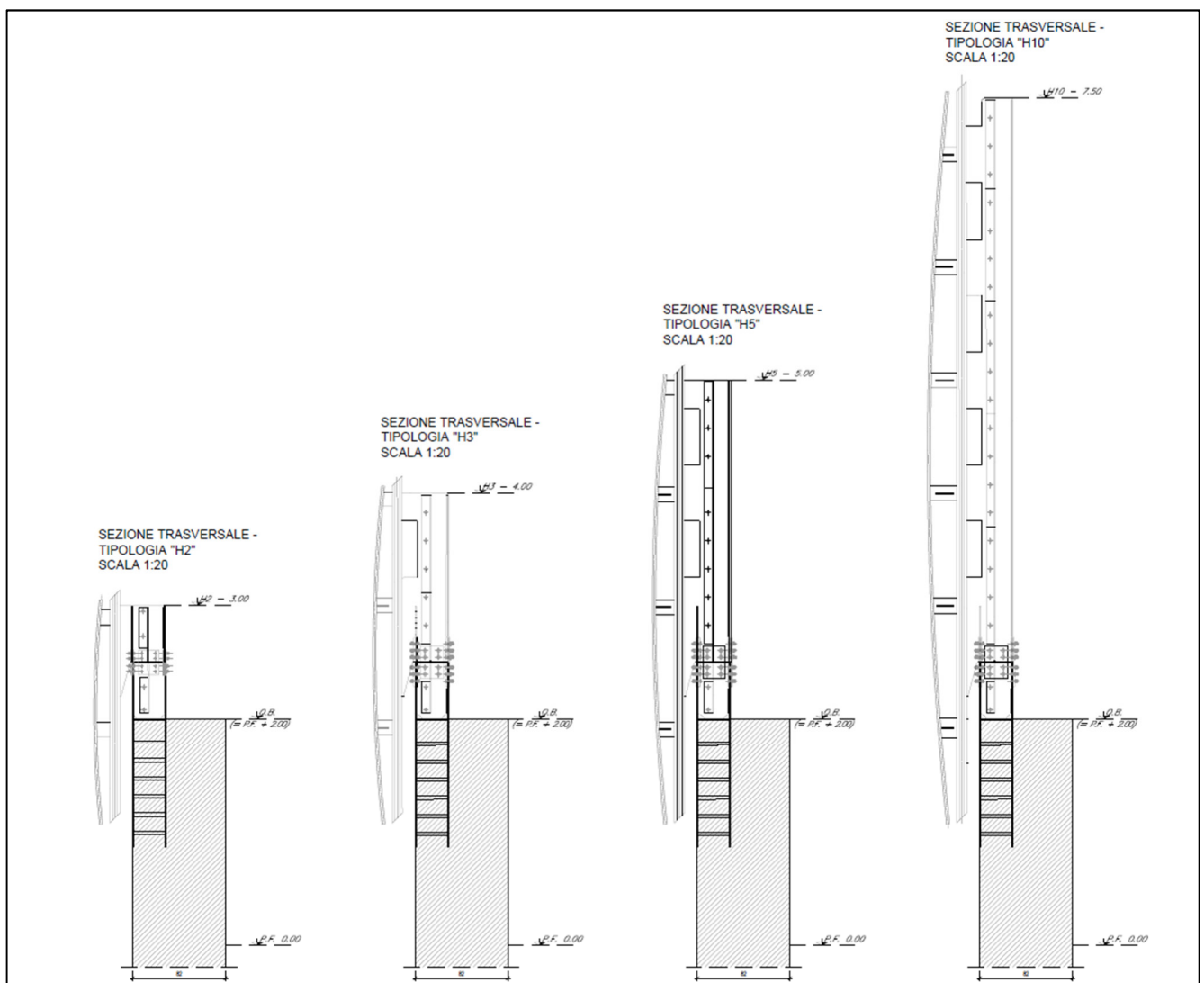


Figura 29 - Barriere Antirumore - Tipologici previsti

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

10.1.1. BARRIERE ANTIRUMORE FONDATE SU MICROPALI

Sono previste le seguenti:

- H2 (+3.0 m su P.F.)
 - lato Sud, pk 2+241 ÷ 2+527 L= 286 m
 - Cordolo: bxh = 105x45 cm
 - Micropali: n.2/[0,55x1,50]m – L = 5,00 m
- H3 (+4.0 m su P.F.)
 - lato Nord, pk 1+844 ÷ 1+906 L = 62 m
 - Lato Sud, pk 2+736 ÷ 2+818 L= 82 m
 - Lato Sud, pk 3+085 ÷ 3+426 L = 331m (246,5+84,5) (con interruzione di 10 m a cavallo della Roggia Serio)
 - Cordolo: bxh = 120x55 cm
 - Micropali: n.2/[0,70x1,50]m – L = 7,00 m

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - I MICROPALI DI FONDAZIONE DELLE BARRIERE SARANNO DEL TIPO VALVOLATI INIETTATI A PRESSIONE. - MICROPALI DIAMETRO DI PERFORAZIONE 240mm - LUNGHEZZA MICROPALI 7,00m / 5,00m - ARMATURA MICROPALI TUBOLARE IN ACCIAIO Ø139,7mm SP. 8mm - INTERASSE LONGITUDINALE MICROPALI 1,50m - INTERASSE TRASVERSALE MICROPALI 0,70m / 0,55m |
|--|

Nell'ambito della sistemazione a PRG della stazione di Ponte S.Pietro, inoltre, è prevista la posa di alcuni tratti di barriere delle tipologie H0, H3 ed H4.

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	61 di 145

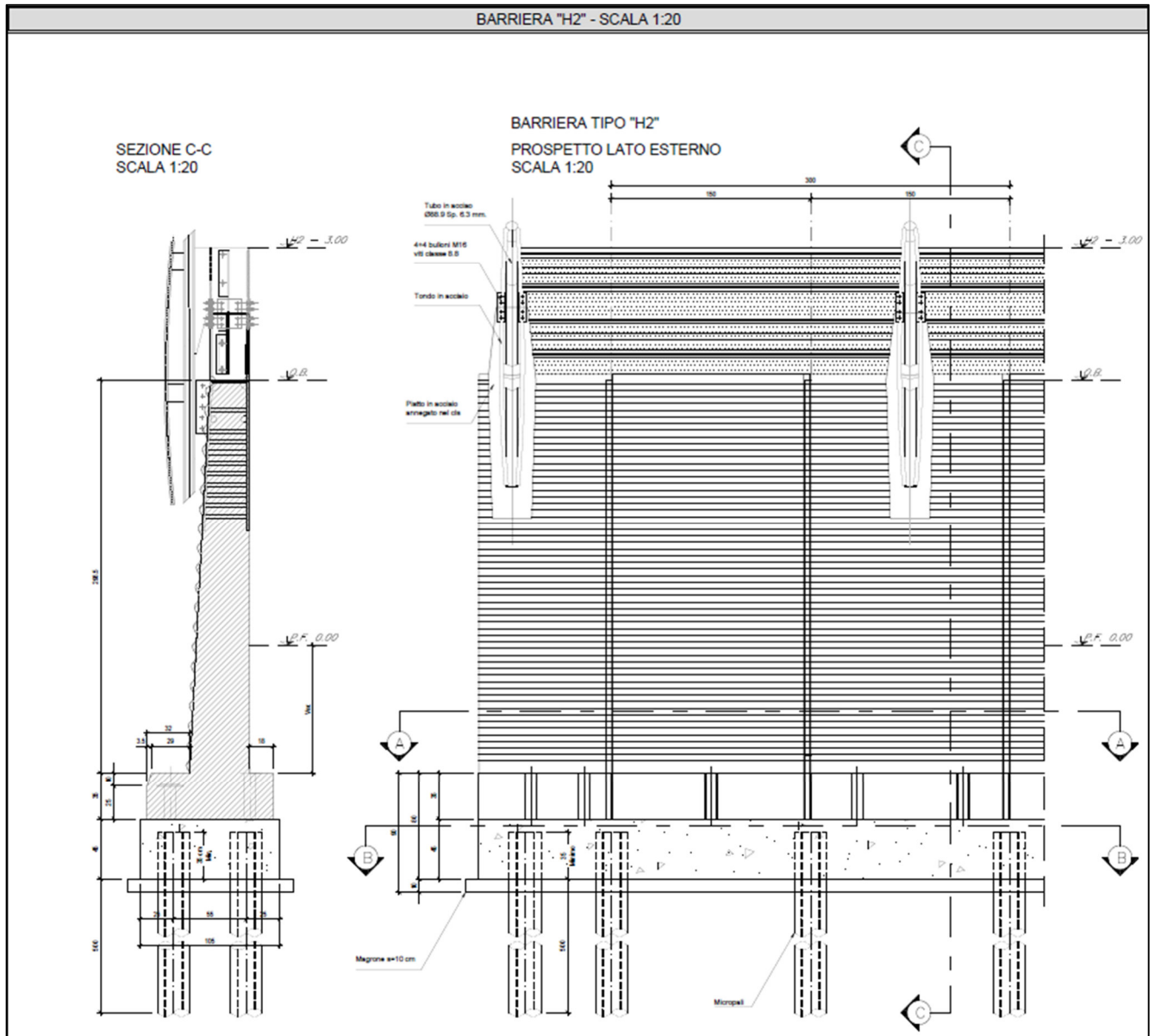


Figura 30 - Barriera tipo H2

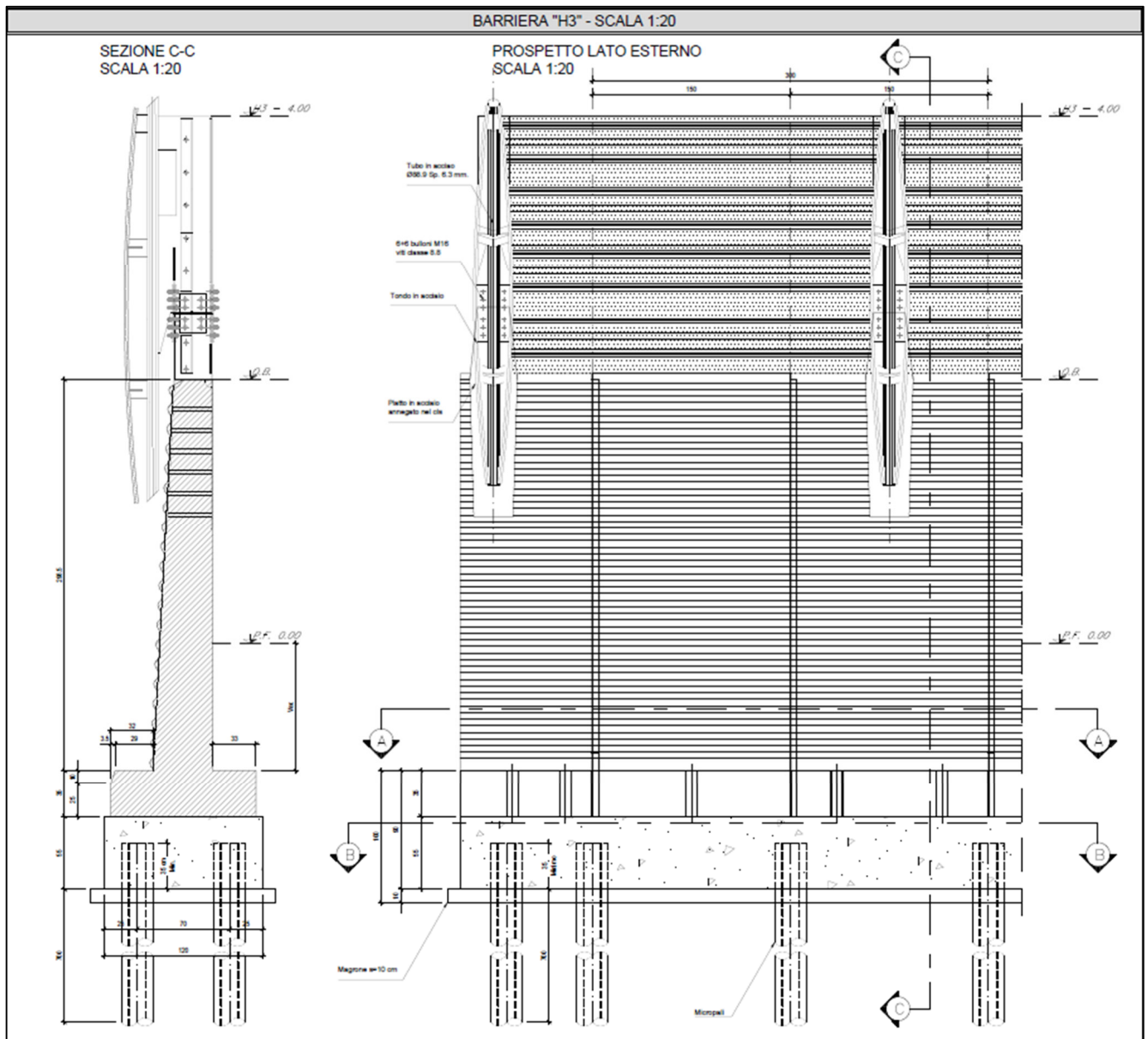


Figura 31 - Barriera tipo H3 (+4m su P.F.)

10.1.2. BARRIERE ANTIRUMORE ANCORATE SU MURI DI RECINZIONE

Sono previste le seguenti:

- H2 (+3.0 m su P.F.)
 - lato Sud, pk 2+166÷2+241 L = 75 m

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

- lato Sud, pk2+527÷2+591 L = 64 m
- lato Sud, pk 4+536÷5+112 L = 576 m
- lato Nord, pk 4+962÷5+190 L = 228 m
- H3 (+4.0 m su P.F.)
 - lato Nord, pk 1+372÷1+440/1455÷1+844 L = 68+15+389 = 472 m (tra le pk 1+440 e 1+454 è previsto il sottopasso di via Moroni, facenti parte di altro progetto, con soprastanti muri di recinzione e relative barriere)
 - Lato Sud, pk 1+615÷2+166 L = 551 m
 - Lato Sud, pk 2+591÷2+737 L = 146 m
- H5 (+5.0 m su P.F.)
 - lato Sud, pk 5+112÷5+190 L = 78 m
- H10 (+7.5 m su P.F.)
 - lato Nord, pk 1+254 ÷1+372 L = 118 m
 - Lato Sud, pk 1+276÷1+445/1+459÷1+615 L = 169+14+156 = 339 m (tra le pk 1+445 e 1+459 è previsto il sottopasso di via Moroni, facenti parte di altro progetto, con soprastanti muri di recinzione e relative barriere)

10.1.3. MURI DI RECINZIONE

I muri di recinzione sono previsti a protezione dei fabbricati limitrofi alla ferrovia contro un potenziale svio del convoglio. Le tratte protette sono le seguenti:

- Lato Nord: pk 1+254÷1+844; 3+889÷4+157; 4+741÷5+190; L = 590+268+449 = 1307 m
- Lato Sud: pk 1+276÷2+241; 2+527÷2+737; 4+378÷5+227 L = 965+210+849 = 2024 m

L'altezza del muro di recinzione sul P.F. è pari a 2,00 m. L'altezza totale del paramento, invece, varia in funzione della profondità di scavo rispetto al profilo del terreno, ovvero rispetto al profilo di sbancamento, eseguito preventivamente per la realizzazione del corpo stradale, in modo da limitare tale profondità di scavo ad $h \leq 1.10$ m, compatibile con uno scavo a sezione ristretta. Sono previste le seguenti tipologie:

- Muro tipo 1 – H = 3.90 m
- Muro tipo 2 – H = 3.40 m
- Muro tipo 3 – H = 2.90 m

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 64 di 145

- Muro tipo 4 – H = 2.60 m
- Muro tipo via Finazzi – H = 3.90 m
- Muro Curno tipo 1 – H = 4.90 m – su banchina
- Muro Curno tipo 2 – H = 4.50 m– su banchina

Il muro è fondato su pali $\Phi 800$ di lunghezza $L = 8$ m, ad interasse di 1,80 m, collegati in testa da un cordolo di dimensioni $b \times h = 1.10 \times 0.90$ m. Fanno eccezione alcuni punti particolari (sottopasso di via Moroni in carico ad altro appalto, sottopasso SL01 e tombino IN04), in cui il paramento del muro sarà ancorato alla copertura del sottoattraversamento.

Nel caso di via Finazzi, il ringrosso al piede del muro ed il cordolo hanno dimensioni leggermente superiori, per ospitare una canaletta incorporata nel muro stesso, ottimizzando l'ingombro totale del corpo stradale.

Nel caso di Curno il muro funge anche da contenimento del marciapiede ferroviario ed ha sezione rettangolare, poiché il profilo standard del muro non avrebbe utilità, in quanto sarebbe quasi completamente coperto dal marciapiede.

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	65 di 145

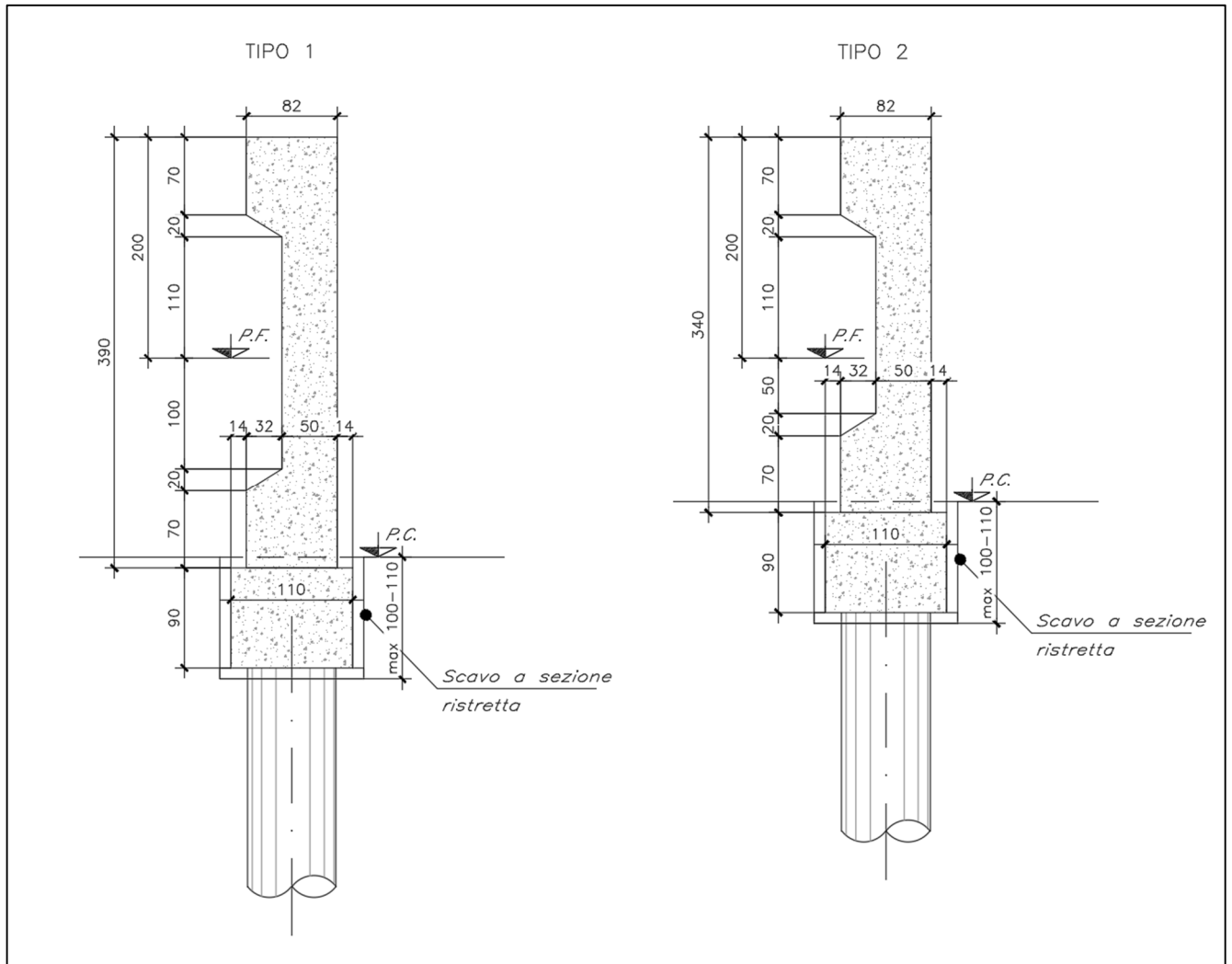


Figura 32 - Muri di recinzione - tipo 1 e 2

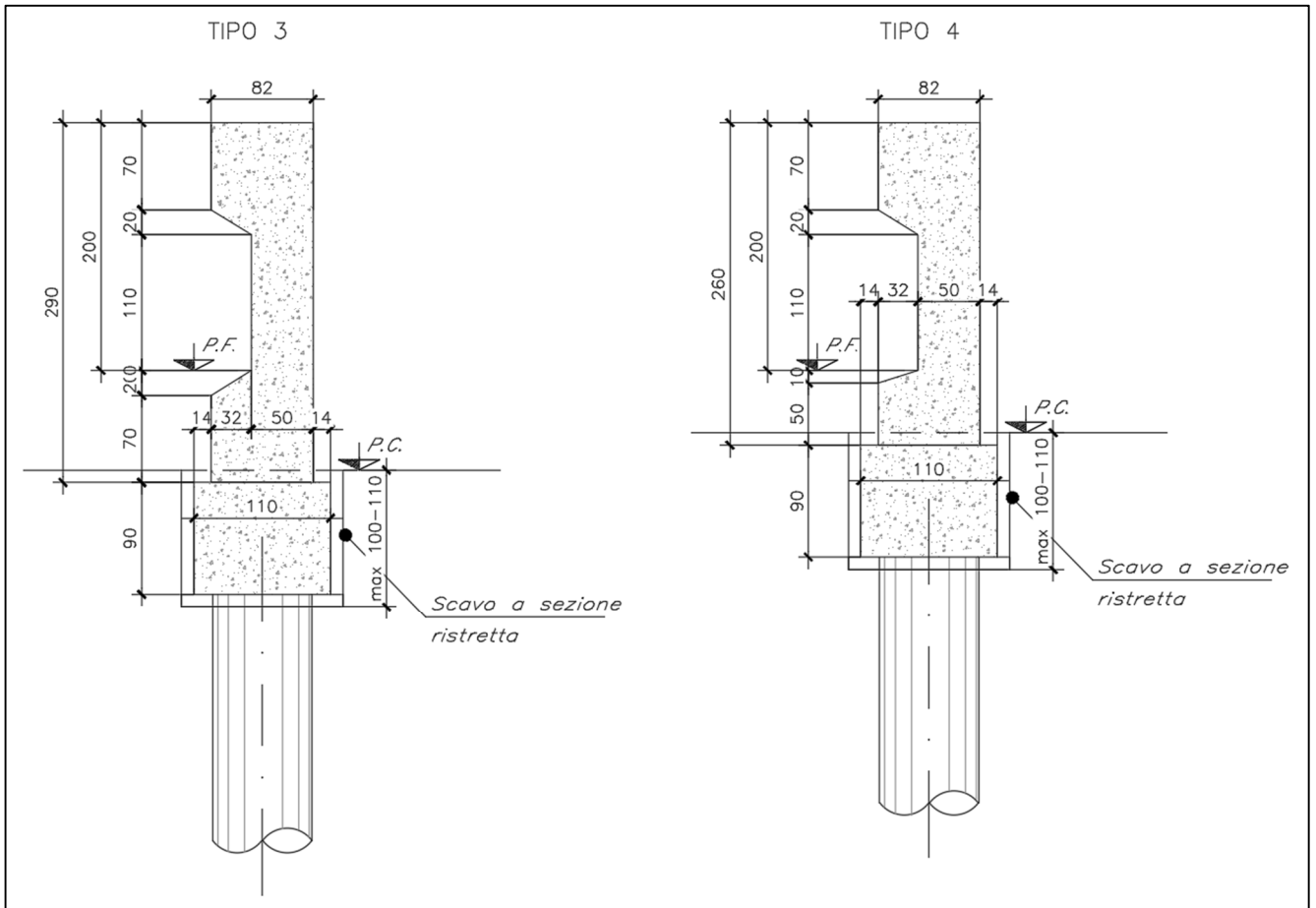


Figura 33 - Muri di recinzione - tipo 3 e 4

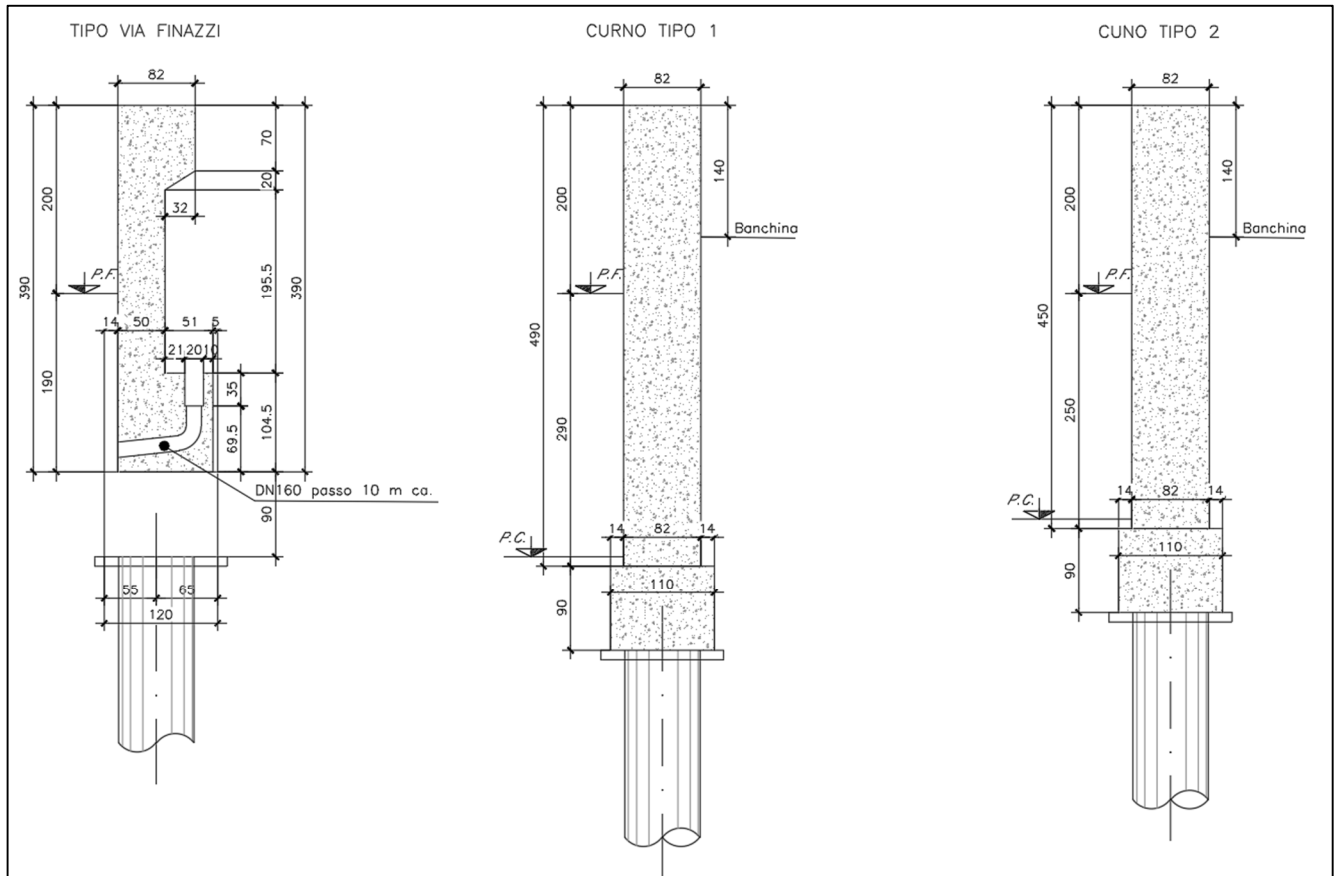


Figura 34 - Muri di recinzione – tipo via Finazzi e Curno tipo 1 e 2

La distanza del muro di recinzione dal binario (misurata tra spigolo esterno del muro ed asse binario) è stata scelta in base ai vincoli imposti dell'edificio adiacente alla ferrovia:

- In generale: $d = 5.00$ m
- Tratti a sezione ristretta in prossimità di via Moroni: $d = 3.60$ m
- Tratti a sezione ristretta lungo via Finazzi: $d = 3.80$ m
- Fermata di Curno: $d = 5.84$ m.

10.1.4. OPERE DI SCAVALCO

Nei tratti in cui le Barriere Antirumore o i Muri di recinzione incrociano un sottoattraversamento (un tombino o un sottopasso), sono previste opere di scavalco del seguente tipo:

Opera di scavalco per Barriere Antirumore:

- Luce: $L \leq 2.90$ m → modulo BS125/450 con spalle fondate su micropali;
- Luce: $2.90 < L \leq 5.30$ m → modulo BS125/750 con spalle fondate su micropali.

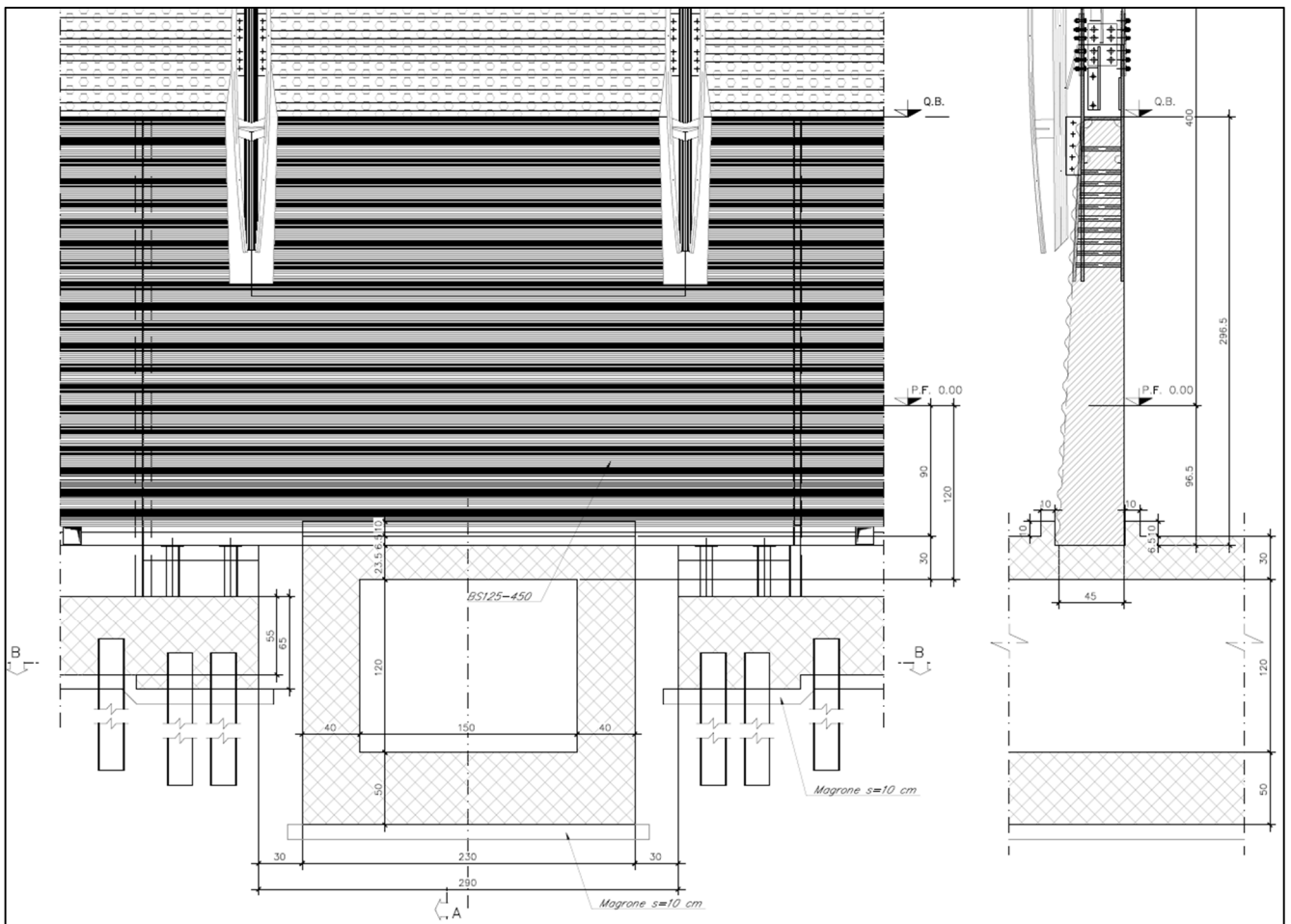


Figura 35 - B.A. – modulo di scavalco BS125-450

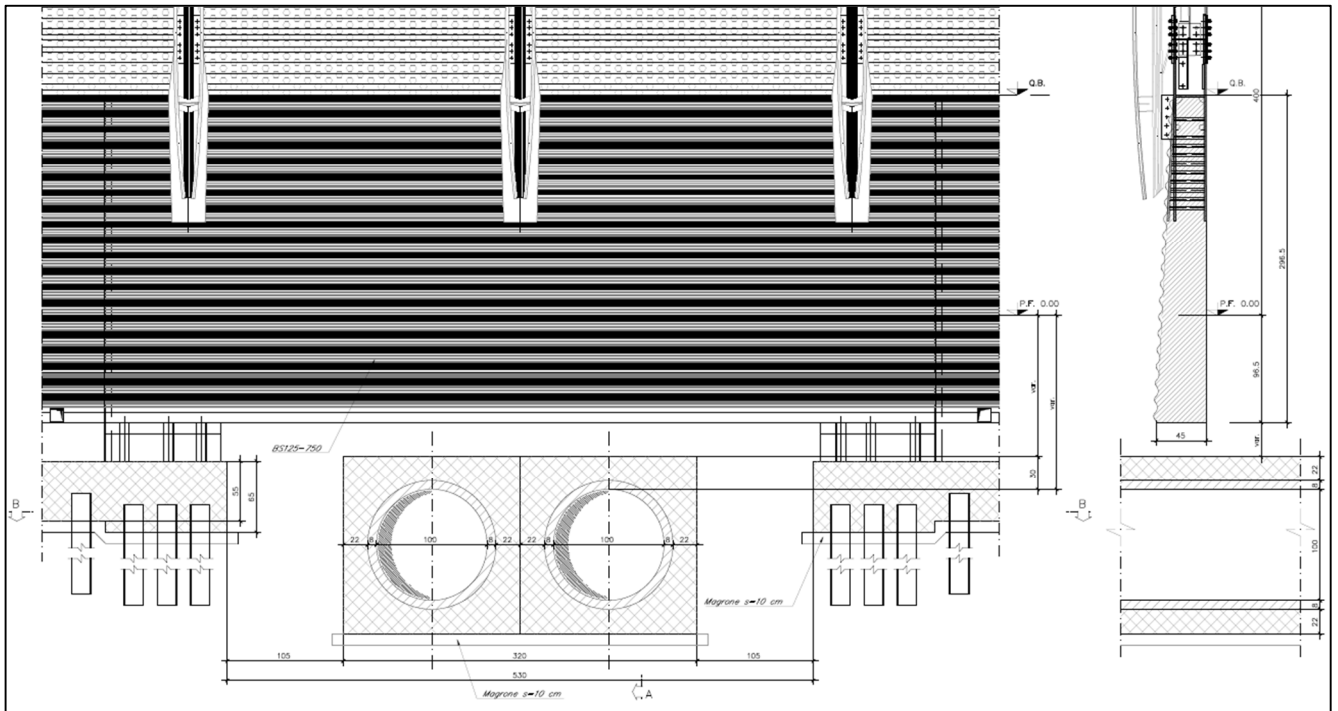


Figura 36 - B.A. – modulo di scavalco BS125-750

Opera di scavalco per Muro di recinzione:

- Luce: $L \leq 2.26$ m → scavalco con una nicchia ricavata inferiormente, spalle fondate su pali;
- Luce: $L > 2.26$ m → scavalco con ancoraggio sulla copertura del sottoattraversamento, opportunamente inspessita.

Quest'ultima soluzione è stata prevista per il tombino IN04 e per il sottopasso SL01 (via Roma).

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	71 di 145

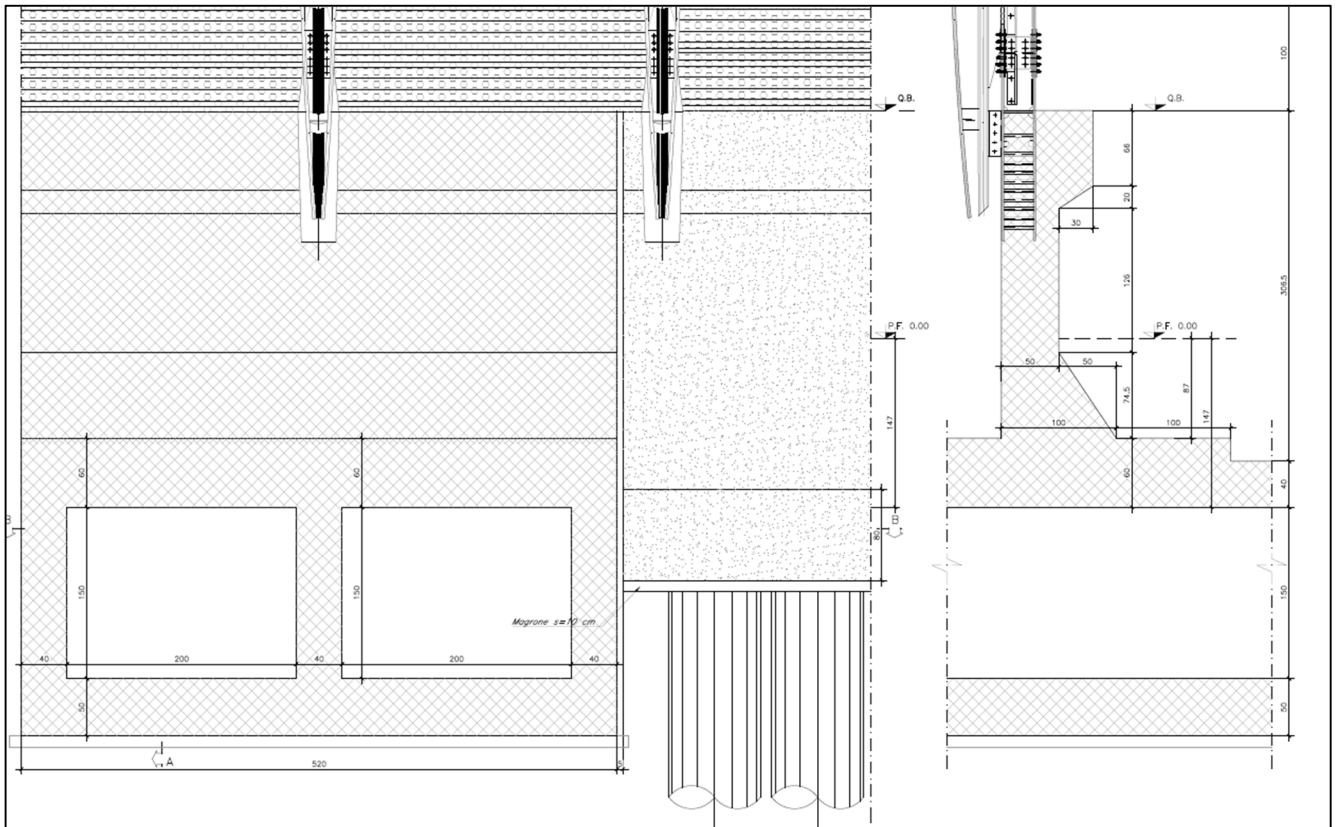


Figura 38 - Muro di Recinzione – scavalco $L > 2.26$ m con ancoraggio su copertura scatolare.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

11. OPERE D'ARTE

11.1. PONTE SU ROGGIA SERIO VI05;

L'opera denominata VI05 è ubicata alla progressiva 3+333 circa in corrispondenza del canale Roggia Serio, in sostituzione dell'attuale ponte a singolo binario.

L'impalcato è costituito da due vasche in acciaio a contenimento del ballast su ciascuna delle quali trova sede un binario. Gli impalcato risultano in semplice appoggio.

Caratteristiche geometriche:

- luce asse appoggi: 11.6m
- interasse vasche: 4.0 m
- larghezza impalcato filo esterno marciapiedi: 10.05 m
- larghezza piattabanda inferiore della vasca: 2.9 m (sezione corrente)
- larghezza piattabanda inferiore della vasca: 3.51 m (sezione di appoggio)
- distanza asse anime vasca al lembo superiore: 3.1 m

Internamente la vasca è rivestita in calcestruzzo armato, inoltre il fondo e le pareti laterali della struttura sono opportunamente irrigidite con costolature trasversali.

Su un lato di ciascun impalcato è presente una mensola a sbalzo, con la finalità di sorreggere un camminamento laterale di servizio, di larghezza pari a circa 1.5 m.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

Il nuovo ponte sostituisce completamente la struttura esistente.

Planimetricamente l'opera intercetta la canalizzazione idraulica sottostante con un angolo retto. Nel tratto interessato dall'opera, inoltre, il tracciato ferroviario è rettilineo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Le spalle sono in calcestruzzo armato. Esse sono state dimensionate per garantire un franco idraulico minimo di 1.5 m sul livello di massima piena del canale esistente ed una larghezza di sezione idraulica di 7 m.

Le dimensioni delle strutture in elevazione delle spalle sono le seguenti:

paramento di testata: spessore: 1.45 m altezza: 1.0 m lunghezza: 10.05 m

muro paraghiaia: spessore: 0.50 m altezza: 1.30 m circa lunghezza: 10.05 m

Per entrambe le spalle sono previsti muri andatori di spessore 40 cm e lunghezza 4.85 m, con alti 4.3 m.

Le fondazioni delle spalle sono costituite da n.6 pali in c.a. di diametro 1.2 m e lunghezza 30 m.

Il plinto di fondazione presenta un'altezza di 1.5 m e dimensioni in pianta di 10.8 x 6.6 m.

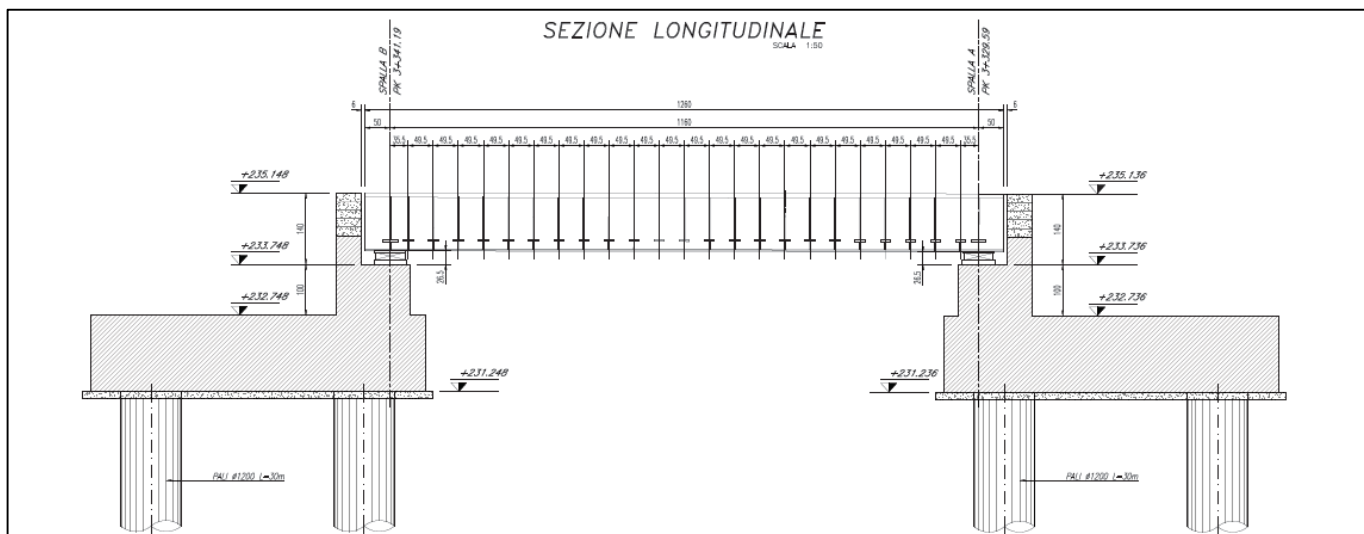


Figura 39 - Sezione longitudinale

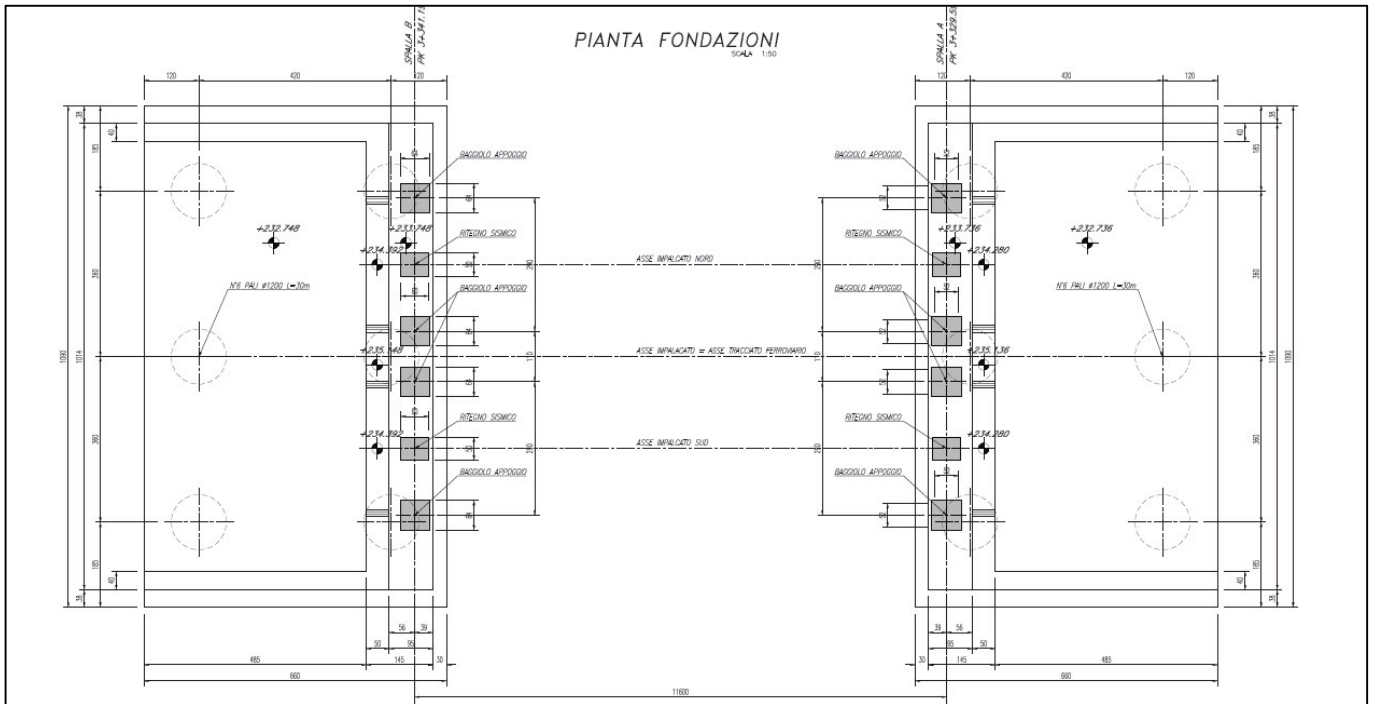


Figura 40 - Pianta delle fondazioni

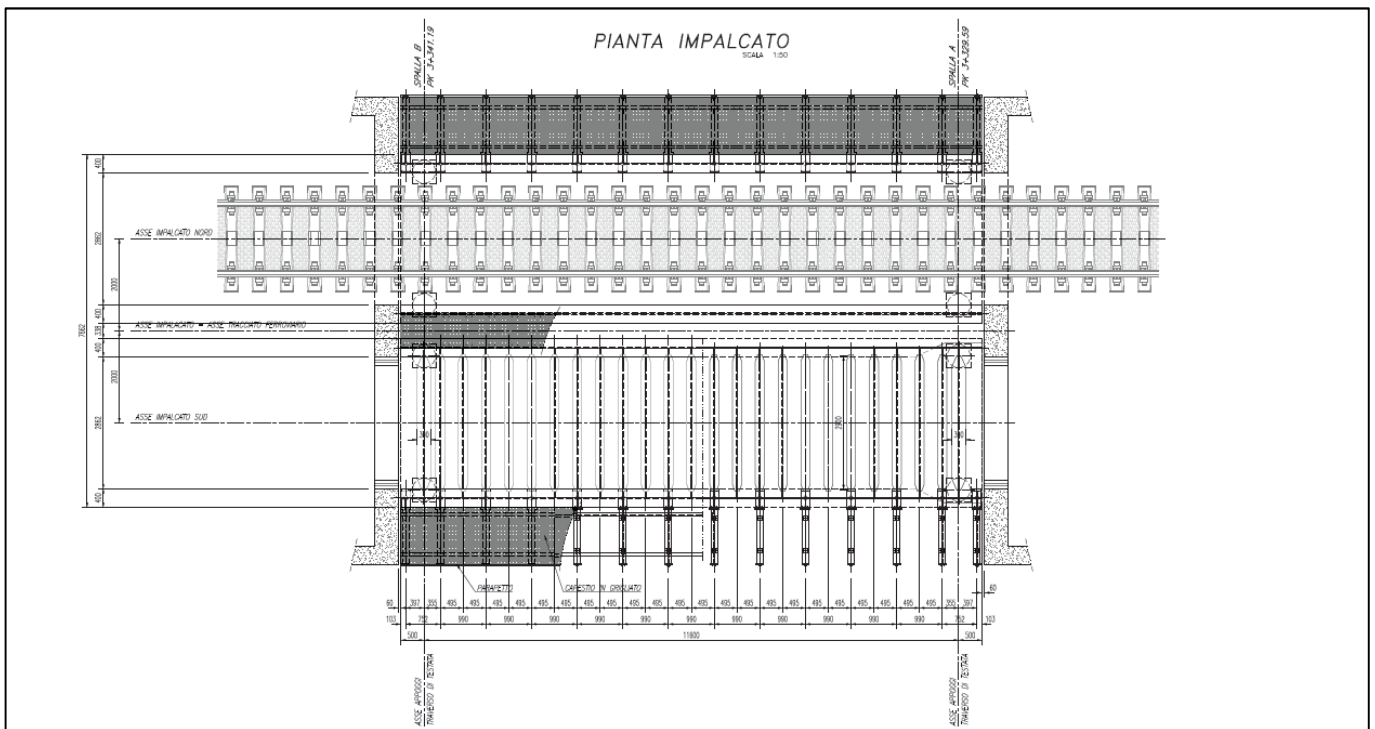


Figura 41 - Pianta impalcato

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	75 di 145

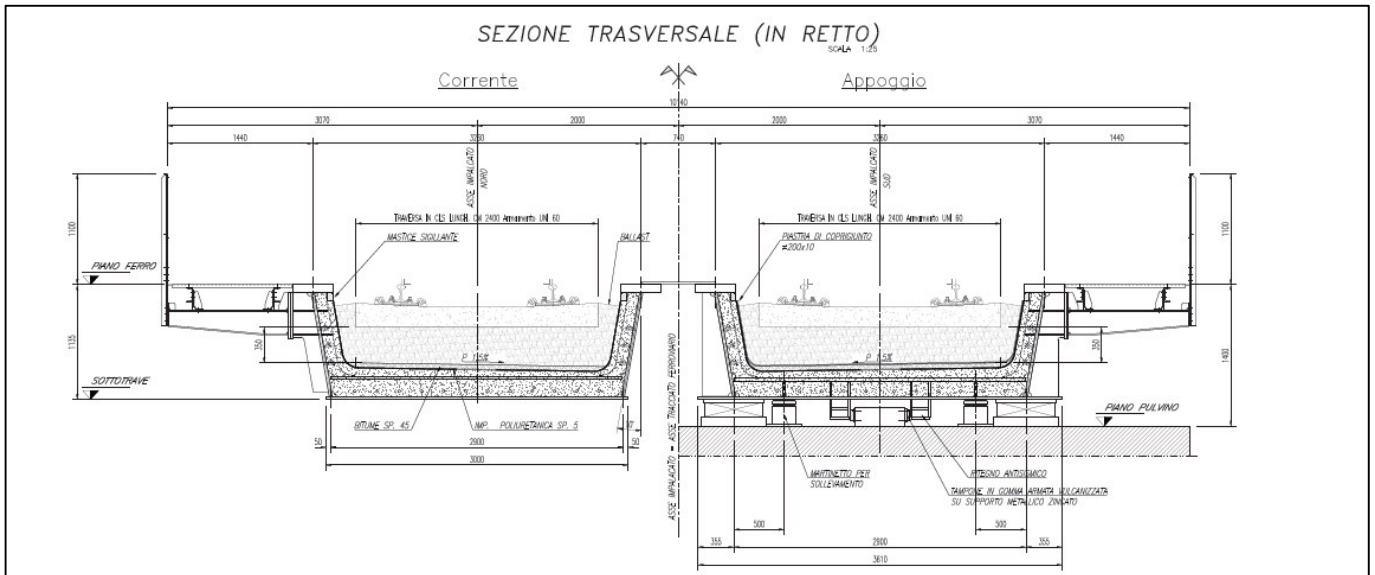


Figura 42 - Sezione trasversale impalcato

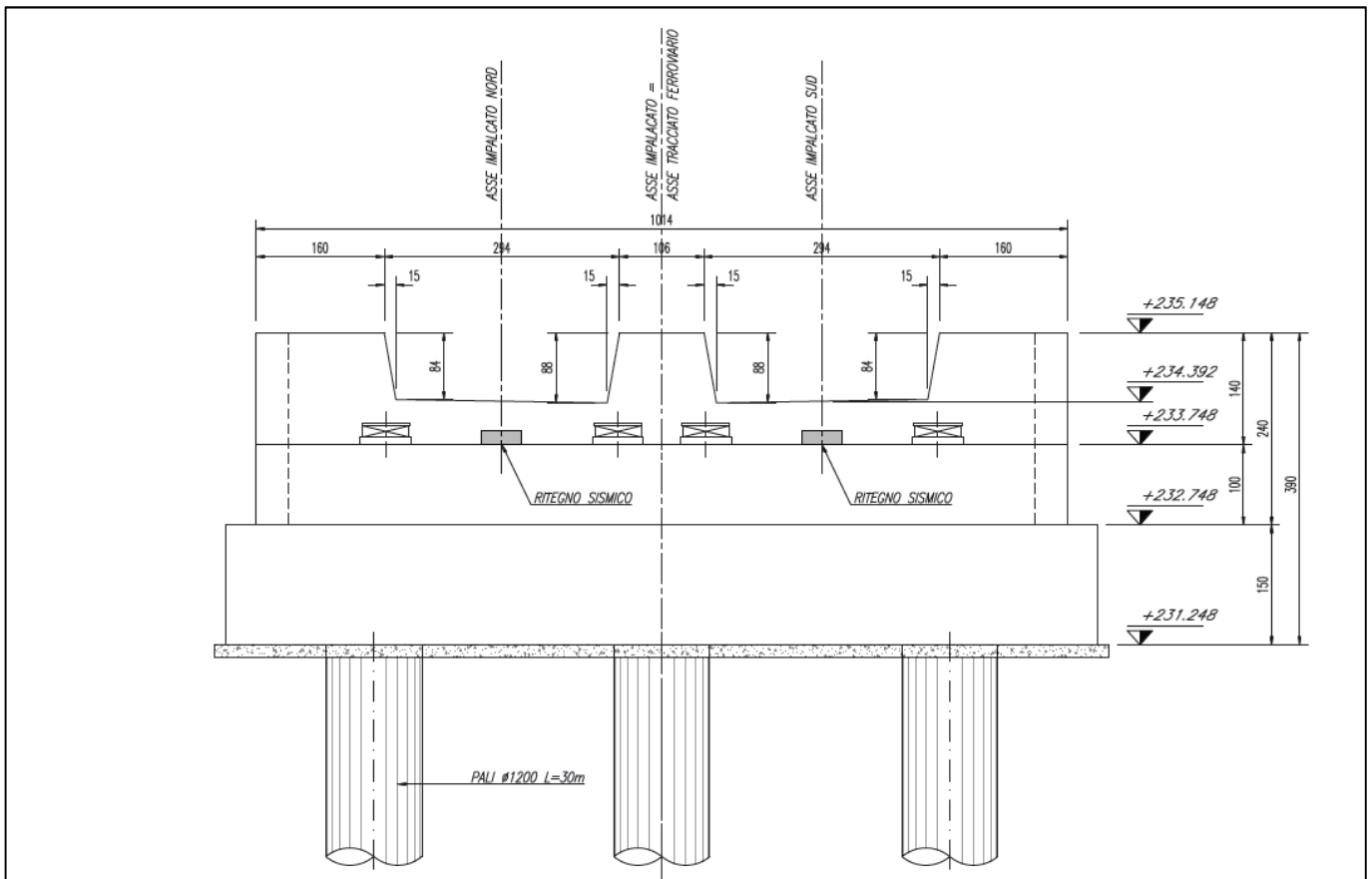


Figura 43 - Prospetto della spalla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

11.2. SOTTOPASSO DI VIA FERMI VI06

L'opera in esame, denominata VI06, è ubicata alla progressiva 4+286 circa.

I vincoli al contorno presenti hanno richiesto una soluzione che limitasse lo spessore strutturale della soletta superiore del sottopasso. A tal fine è stato adottato un impalcato costituito da due vasche in acciaio a contenimento del ballast, su ciascuna delle quali trova sede un binario. Gli impalcato risultano in semplice appoggio su una luce di 17.5 m.

Internamente, la vasca è rivestita in calcestruzzo armato, inoltre il fondo e le pareti laterali della struttura sono opportunamente irrigidite con costolature trasversali a passo costante pari a 0.495 m.

Su un lato di ciascun impalcato, con passo doppio rispetto alle costolature, è presente una mensola a sbalzo con la finalità di sorreggere un camminamento laterale di servizio, di larghezza pari a circa 1.5 m.

Il calcestruzzo armato disposto internamente alla struttura non viene portato in conto ai fini della resistenza, mentre contribuisce parzialmente (50%) a determinare la deformabilità della struttura.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

L'opera costituisce la sostituzione di un passaggio a livello esistente con un sottovia, con deviazione e ribassamento della viabilità attuale. Pertanto le modalità esecutive prevedono l'esecuzione dello scavo del sottovia tra due paratie di pali $\varnothing 1.2$ m e la realizzazione degli impalcato metallici che appoggiano sul cordolo di sommità delle due paratie.

Ciascuna spalla, quindi, appoggia su una paratia di n.10 pali di diametro 1.2 m e lunghezza 22 m. Il piano appoggi dell'impalcato è quindi costituito dal cordolo di testata dei pali, che presenta un'altezza di 1 m ed ha dimensioni in pianta di 12.3 m x 2 m.

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	77 di 145

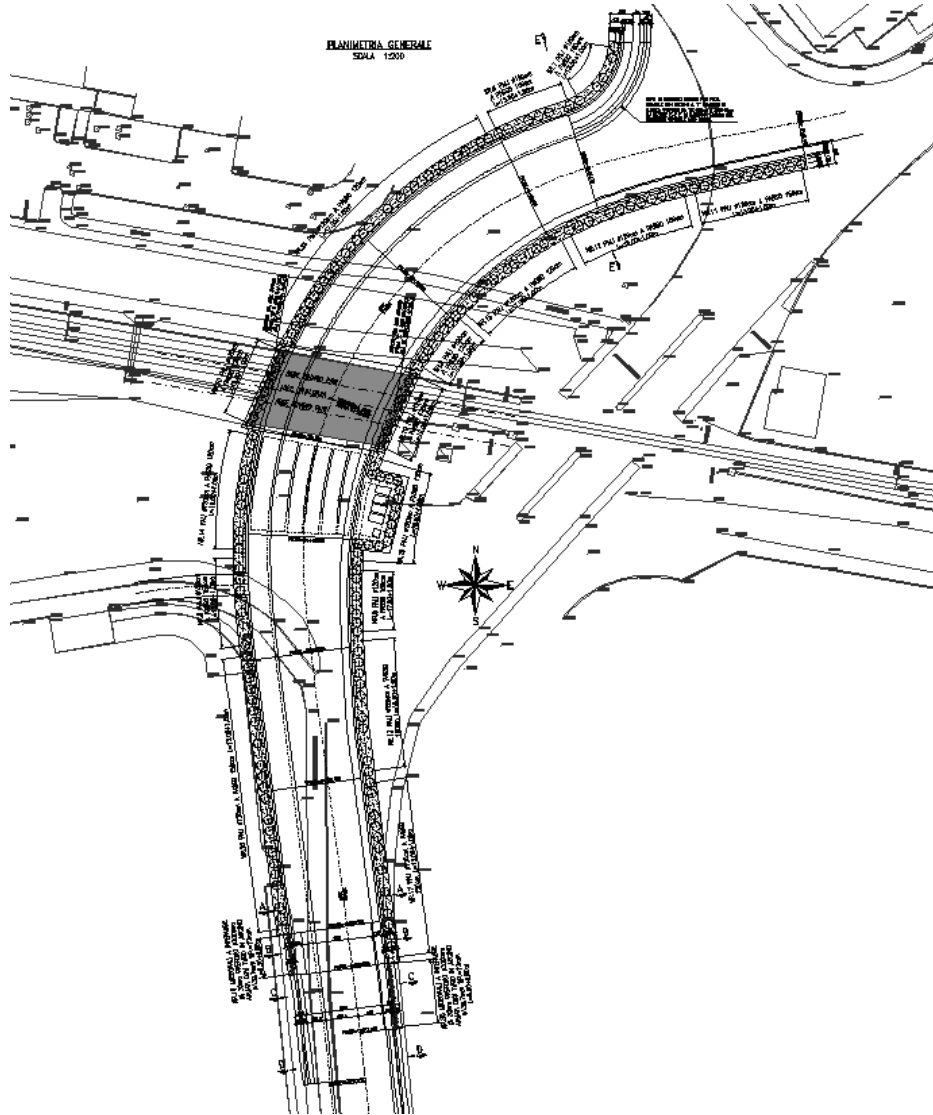


Figura 44 - Planimetria

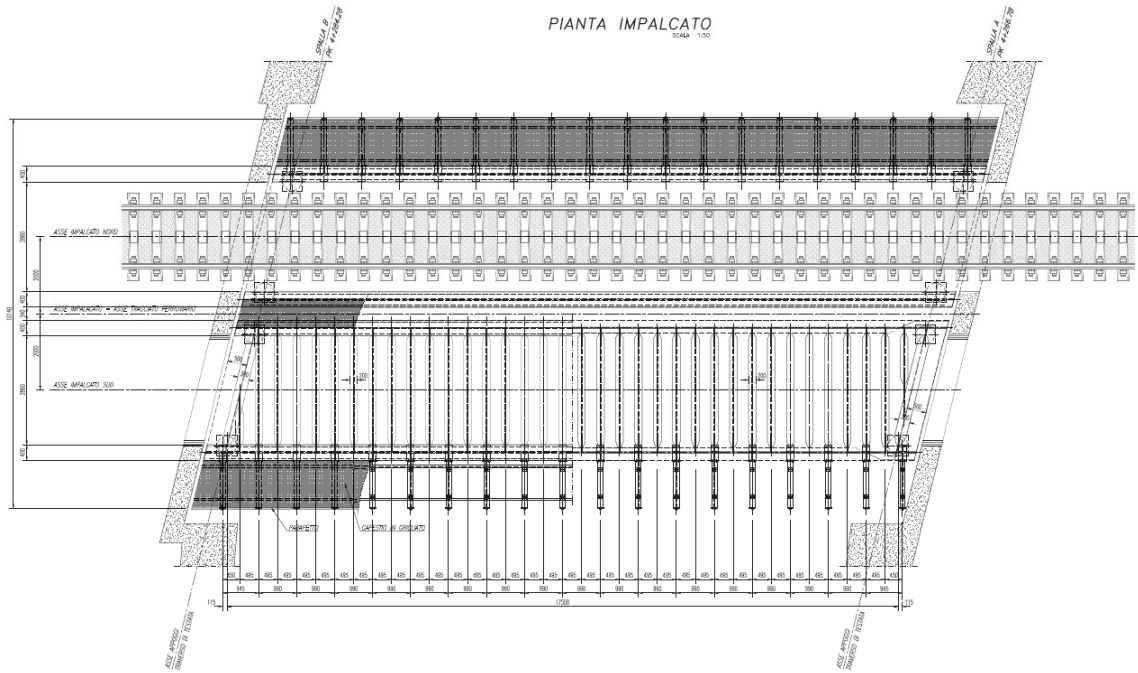


Figura 45 - Pianta impalcato

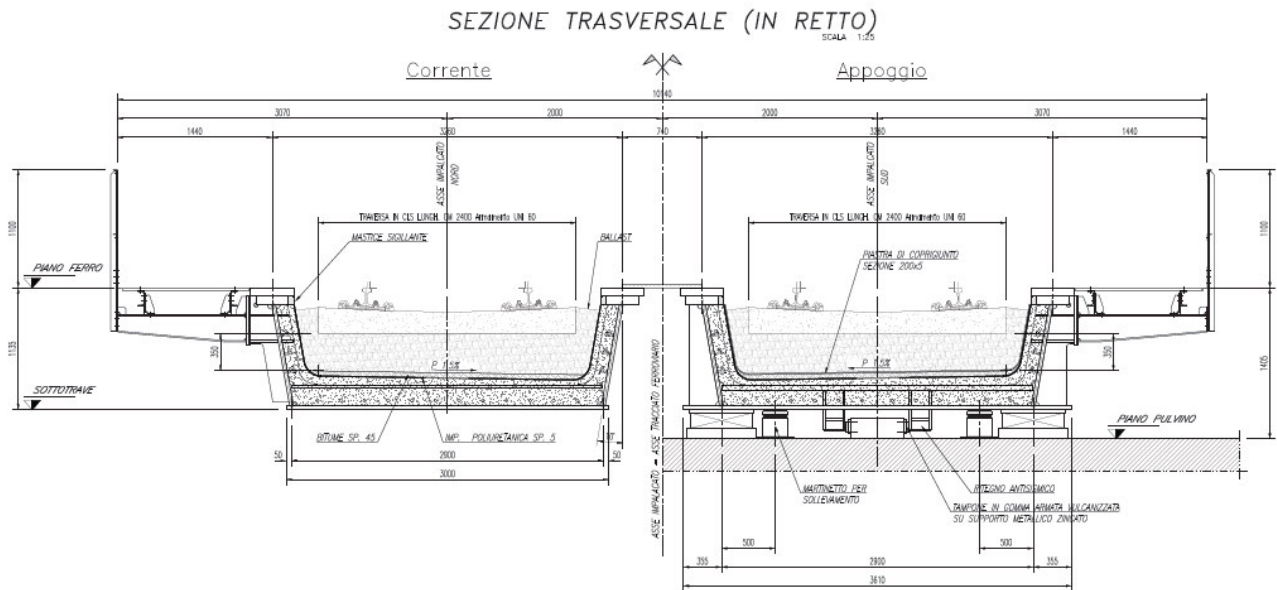


Figura 46 - Sezione trasversale impalcato

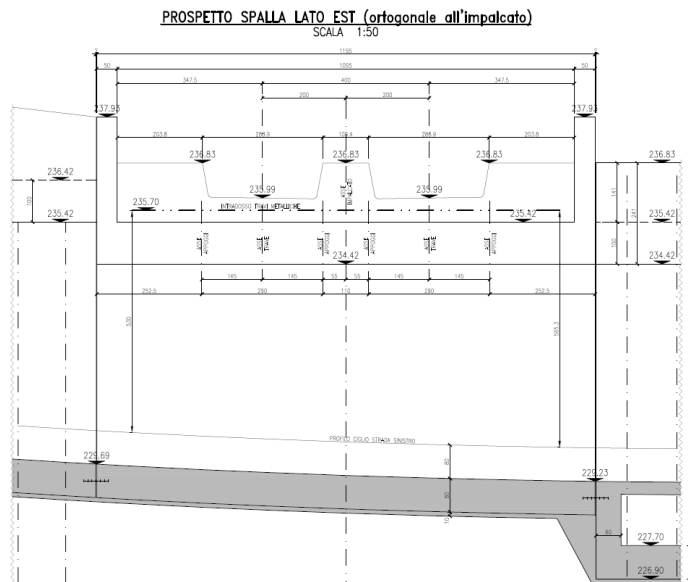


Figura 47 - Prospetto della spalla

Le caratteristiche fondamentali dell'impalcato sono riportate di seguito


luce asse appoggi:	17.5 m
interasse vasche:	4.0 m
larghezza impalcato filo esterno marciapiedi:	10.05 m
larghezza piattabanda inferiore della vasca:	2.9 m (sezione corrente)
larghezza piattabanda inferiore della vasca:	3.51 m (sezione di appoggio)
distanza asse anime vasca al lembo superiore:	3.1 m

Gli impalcati sono poggiati su n.2 cordoli in c.a., corrispondenti alle travi di testata della paratia.

Le fondazioni delle spalle sono costituite da n.10 pali di diametro 1.2m e lunghezza 22m.

Le dimensioni delle strutture in elevazione delle spalle sono le seguenti:

cordolo di testata:	spessore: 2.0 m	altezza: 1.0 m	lunghezza: 12.3 m
muro paraghiaia:	spessore: 0.5 m	altezza: 1.40 m circa	lunghezza: 10.05 m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	80 di 145

11.3. SOTTOPASSO DI VIA ROMA SL01

Al km 5+182 di progetto è prevista la realizzazione di un nuovo sottovia ciclopedonale, in sostituzione dell'attuale passaggio a livello di via Roma a Curno.

La parte strutturale prevista per il sottopasso in oggetto si compone di un tratto in sottovia e delle due rampe di approccio ad esso.

Visto che l'andamento altimetrico della viabilità ciclopedonale prevede un punto di minimo in corrispondenza del sottovia, è necessario prevedere un impianto di sollevamento per le acque di piattaforma. Lo scatolare in esame ha uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 33.5 m e verrà realizzato in opera con scavo a cielo aperto.

Le dimensioni interne sono $B \times H = 3.06$ (3.00 m al netto della finitura a matrice in parete) \times 3.40 m. La soletta superiore ha uno spessore di 0.5 m, i piedritti hanno uno spessore di 0.5 m e la piastra di fondazione ha uno spessore costante di 0.60 m. Il ricoprimento dello scatolare è pari a circa 1.1 m.

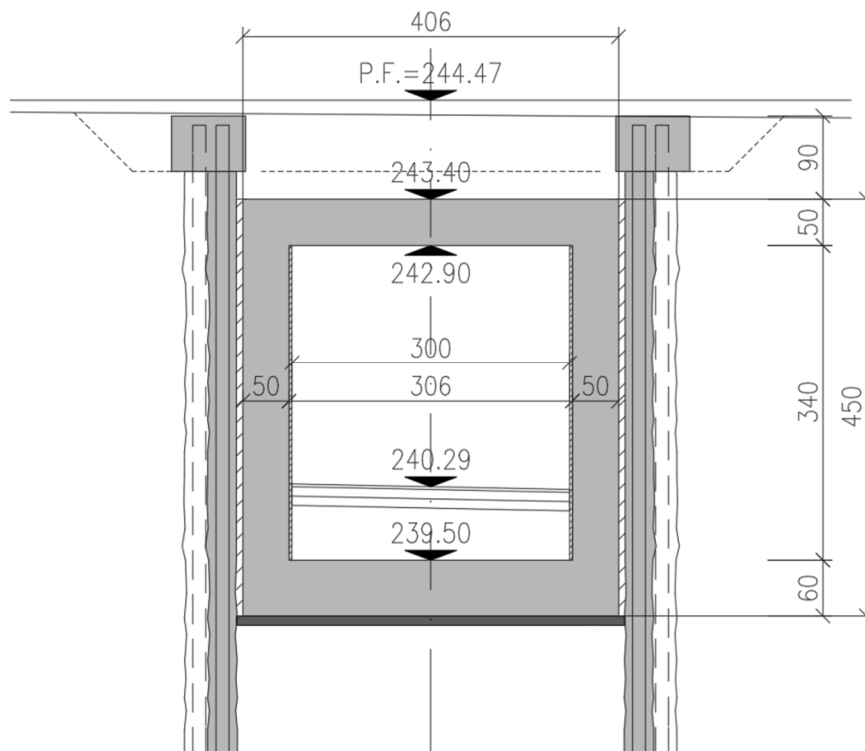


Figura 48: Sezione trasversale scatolare

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Al fine di garantire l'accesso alle varie proprietà presenti lungo il lato est di via Roma, si è esteso lo sviluppo dello scatolare oltre l'ingombro della sede ferroviaria.

Per quanto riguarda i muri ad U che costituiscono le rampe in prosecuzione del sottopasso SL01, la sezione ciclopedonale di progetto ha una larghezza di 3 m. La struttura viene gettata in opera ed ha uno sviluppo longitudinale nei due lati del sottopasso pari a circa 59 m lato sud e circa 94 m lato nord, suddiviso in conci di lunghezza 16.5 m.

I muri sono suddivisi in quattro tipologie:

Tipo 1: Muro ad U con altezza massima $H \cong 4.00$ m, vincolato superiormente al cordolo di coronamento della paratia di micropali. La soletta inferiore ha uno spessore di 0.60 m, mentre i piedritti sono spessi 0.25 m.

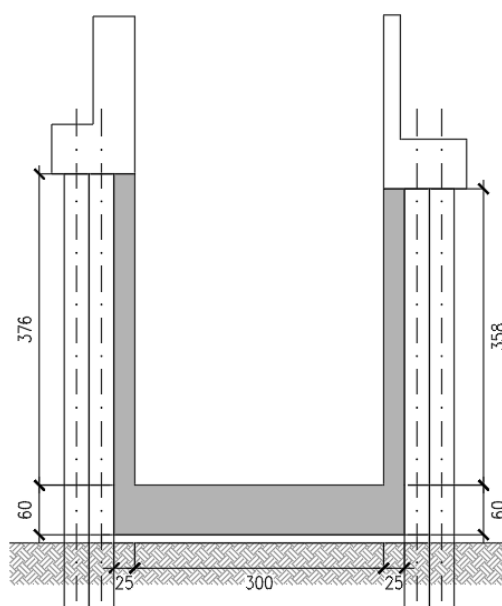



Figura 49: Sezione trasversale Tipo 1

Tipo 2: Muro ad U con altezza massima 2.60 m, vincolato superiormente al cordolo di coronamento della paratia di micropali. La soletta inferiore ha uno spessore di 0.50 m, mentre i piedritti hanno sono spessi 0.20 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

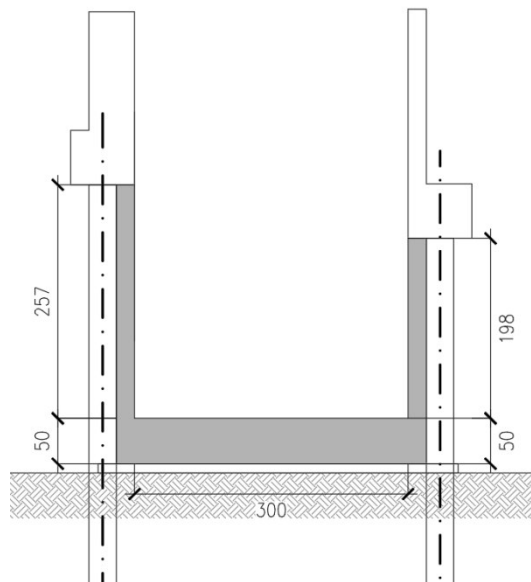


Figura 50: Sezione trasversale Tipo 2

Tipo 3: Muro ad U con altezza massima di 1.75 m, vincolato superiormente al cordolo di coronamento della paratia di micropali. La soletta inferiore ha uno spessore di 0.40 m, mentre i piedritti sono spessi 0.20 m.

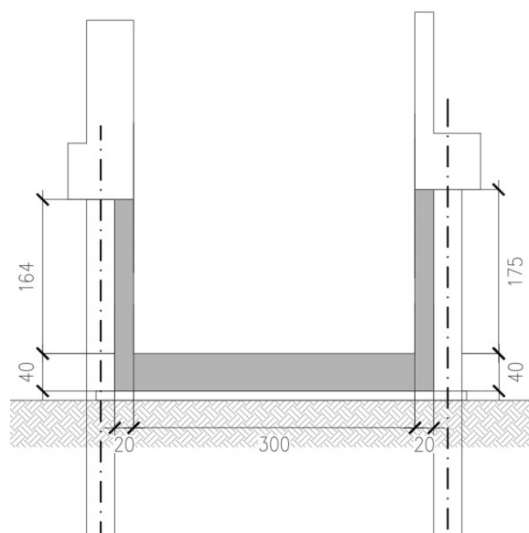


Figura 51: Sezione trasversale Tipo 3

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Tipo 4: Muro ad U con altezza massima di 0.70 m, vincolato superiormente al cordolo di coronamento della paratia di micropali. La soletta inferiore ha uno spessore di 0.30 m, mentre i piedritti sono spessi 0.20 m.

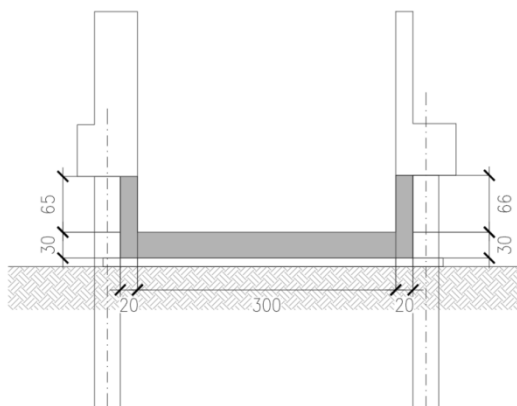


Figura 52: Sezione trasversale Tipo 4

Tipo 5: Muro ad U con altezza massima di 5.50 m, vincolato superiormente al cordolo di coronamento della paratia di micropali. Essendo presente la soletta di copertura della vasca si impone un vincolo orizzontale sui piedritti alla quota del baricentro della soletta ($h = 1.65$ m). La soletta inferiore ha uno spessore di 0.80 m, mentre i piedritti sono spessi 0.25 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

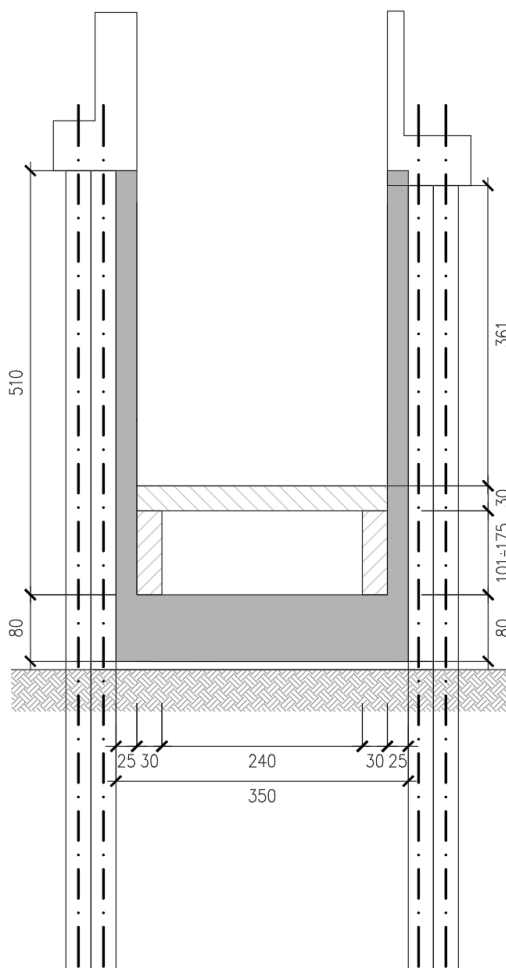


Figura 53: Sezione trasversale Tipo 5

11.4. SOTTOPASSO SL02

L'opera in oggetto, posta alla pk 29+660 della linea storica nella tratta Bergamo-Montello, si compone di un tratto in sottovia e delle due rampe di approccio ad esso.

Il sottovia gettato in opera presenta delle criticità realizzative essendo interposto tra fabbricati esistenti. L'opera d'arte, oltre a sottopassare la linea ferroviaria, sarà estesa verso sud anche sotto a via Don G. Canini, garantendo in questo modo la sua continuità a cavallo della nuova viabilità e sarà così in grado di eliminare il PL esistente al km 29+503 LS della tratta Bergamo – Montello.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Visto che l'andamento altimetrico della viabilità prevede un punto di minimo in corrispondenza del sottovia, è necessario prevedere un impianto di sollevamento per le acque di piattaforma.

Lo scatolare in esame ha uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 16.66 m (tratto coperto) + 5.73 m (coda ad U) e verrà realizzato fuori sede per poi essere spinto sotto binari.

Le dimensioni interne sono B x H = 6.30 x 11 m. La soletta superiore e i piedritti sono spessi 1.10 m, mentre la soletta di fondazione ha uno spessore costante di 1.2 m.

Il ricoprimento dello scatolare è pari a circa 1.17 m, compatibile con l'inserimento del Ponte Gui.do per il sostegno provvisorio dei binari durante la spinta.

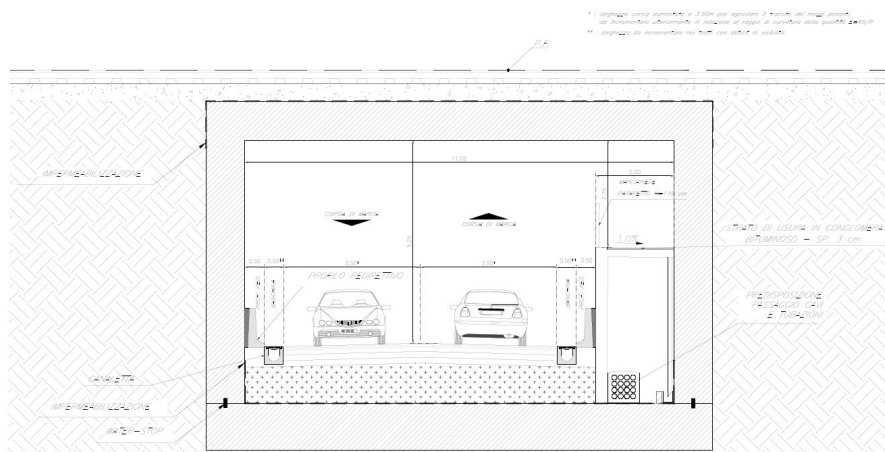


Figura 54: Sezione trasversale con arredo



Figura 55: Sezione trasversale tipica dello scatolare con dimensioni “di calcolo”

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Metodo Milano (Top-Down)

Il tratto di galleria artificiale che realizza la parte sud del sottopasso SL02 è realizzato con il cosiddetto metodo “Milano”, o metodo top-down. Tale galleria sottopassa via Don G. Canini, nel comune di Albano Sant’Alessandro (BG), e l’area scoperta di alcune abitazioni private situate tra la ferrovia Bergamo – Montello e la strada.

Il metodo esecutivo è stato scelto al fine di rendere meno invasiva la fase di scavo a cielo aperto nelle aree private e di ridurre al minimo indispensabile la chiusura al traffico della viabilità locale. La struttura sarà quindi costituita da due paratie laterali di diaframmi di spessore 1.20 m, un solettone superiore, sempre di spessore 1.20 m. A completamento verranno poi realizzati dei muri di rifodera a U con piedritti di spessore complessivo 60 cm e un solettone di fondo di spessore 1.20 m. Il vantaggio del metodo “top-down” consiste nel fatto che una volta realizzati i diaframmi e la soletta superiore della galleria, lo scavo può essere interrato, ripristinando la situazione precedente. I lavori di scavo della galleria proseguono quindi dall’interno della galleria, a cui si accede dagli scavi delle rampe di accesso, senza recare disturbo alle attività superficiali.

Nel seguito si presenta la sezione trasversale del tratto di galleria in oggetto.

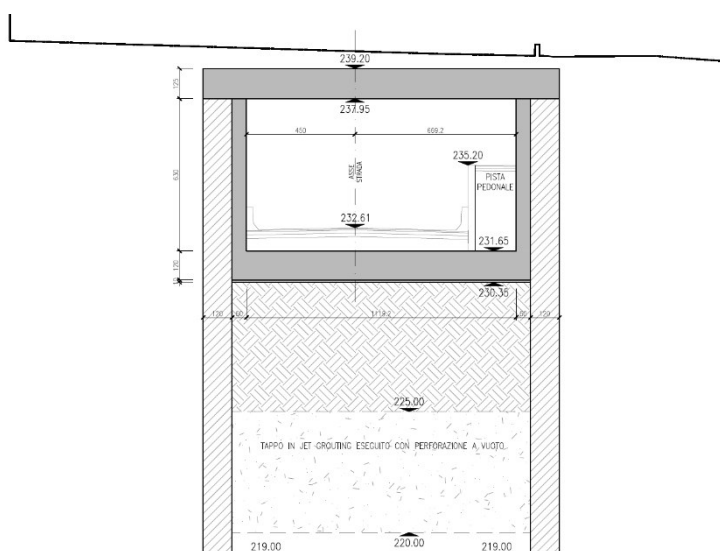


Figura 56: Sezione trasversale con arredo

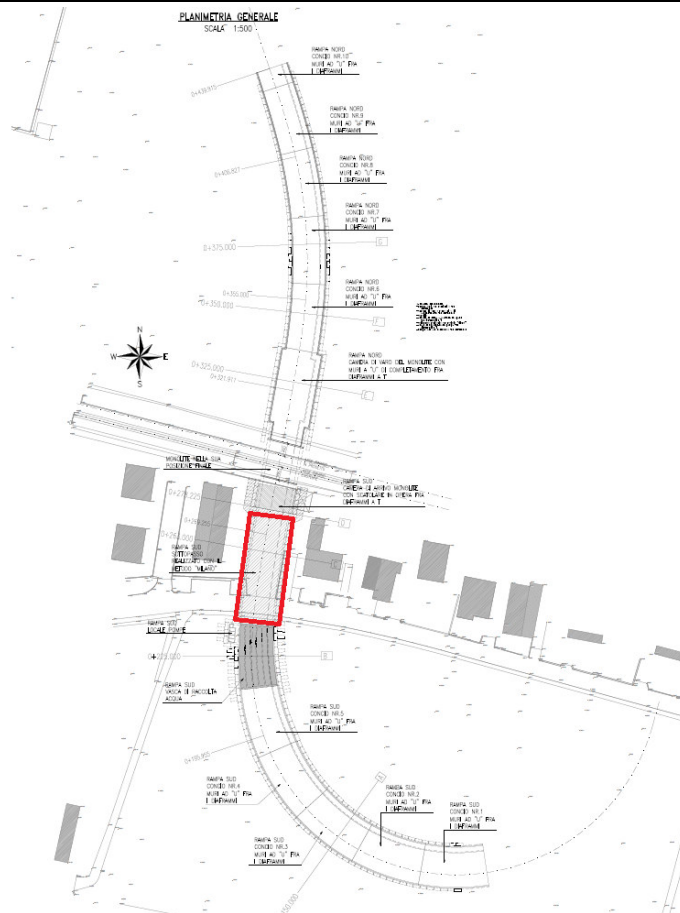


Figura 57: planimetria generale del sottopasso SL02 con il tratto interessato evidenziato

Come per il resto dell'opera, si prevede al di sotto del manufatto di eseguire un tappo di fondo con colonne in jet-grouting, al fine di contrastare le sottospinte idrauliche in fase esecutiva e migliorare le caratteristiche del terreno, particolare per quanto riguarda:

- aumento della rigidezza del terreno;
- aumento della resistenza del materiale;
- aumento dell'impermeabilità.

Il tappo di fondo è da considerarsi come un'opera provvisoria, in quanto a lungo termine si prevede il ritorno della falda a livello indisturbato anche in corrispondenza dell'opera, motivo per cui nel dimensionamento dei muri di rifodera a U è stata considerata la spinta idrostatica.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Rampe

Per quanto riguarda le due rampe la struttura presenta una conformazione di muro a “U”.

La struttura in esame viene gettata in opera ed ha uno sviluppo longitudinale nei due lati del sottopasso pari a 123.50 m nel lato nord e 168.20 m nel lato sud ed è suddiviso in conci di differente lunghezza. I muri sono suddivisi in quattro tipologie:

Tipo 1: Muro ad U con altezza massima 4.20 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi. La soletta inferiore ha uno spessore di 0.60 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

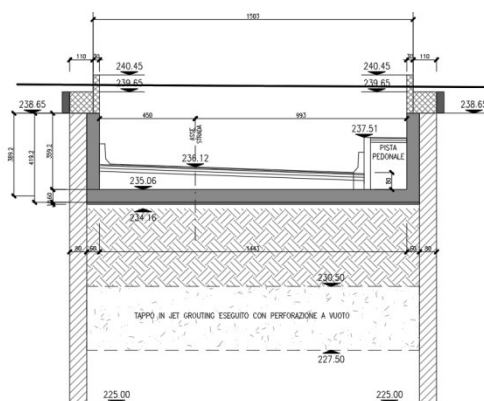


Figura 58: Sezione trasversale Tipo 1

Tipo 2: Muro ad U con altezza massima 5.40 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi. La soletta inferiore ha uno spessore di 0.80 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

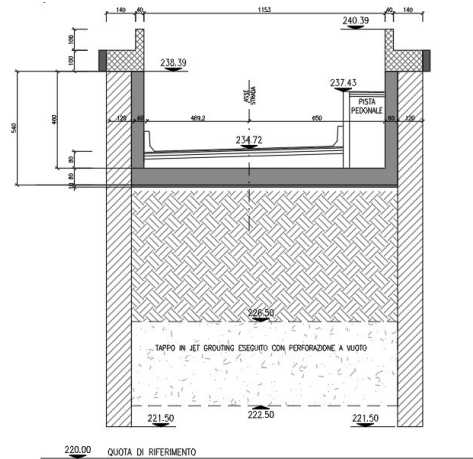


Figura 59: Sezione trasversale Tipo 2

Tipo 3: Muro ad U con altezza massima di 6.80 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi. La soletta inferiore ha uno spessore di 1 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

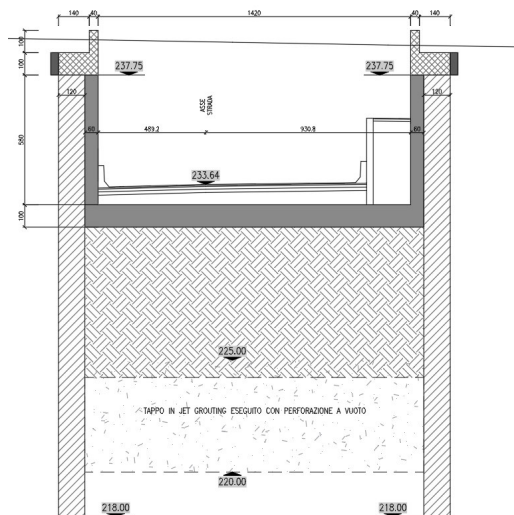



Figura 60: Sezione trasversale Tipo 3

Tipo 4: Muro ad U con altezza massima di 7.7 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi. La soletta inferiore ha uno spessore di 1.2 m, mentre i piedritti hanno un spessore di 0.60 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

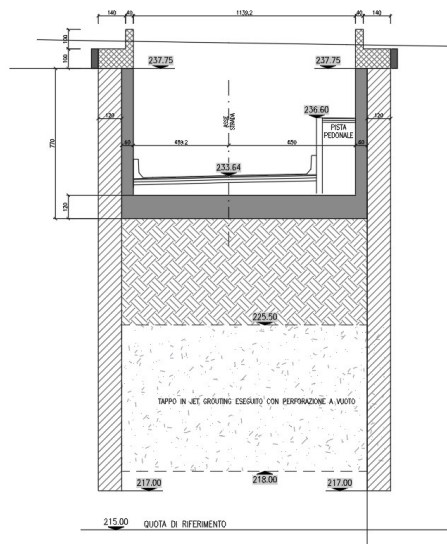


Figura 61: Sezione trasversale Tipo 4

Muro ad u con vasca: la struttura delle vasca è formata da un muro ad U gettato in opera, ha uno sviluppo longitudinale pari a 23 m circa e una larghezza variabile di 11.5÷13.0 m circa. Il muro in esame ha un'altezza massima 10.20 m ed è appoggiato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi.

La soletta inferiore ha uno spessore di 1.50 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

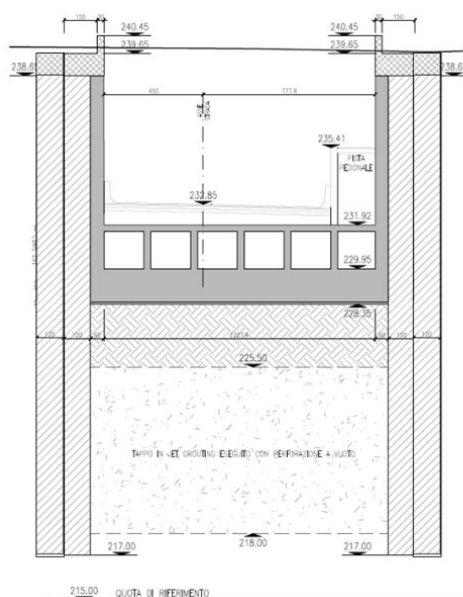


Figura 62: Sezione trasversale muro contenente la vasca

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

11.5. SOTTOPASSO SL03

L'opera in oggetto, prevista alla pk 31+085 della linea storica nella tratta Bergamo-Montello, si compone di un tratto in sottovia e delle due rampe di approccio ad esso.

Visto che l'andamento altimetrico della viabilità prevede un punto di minimo in corrispondenza del sottovia, è necessario prevedere un impianto di sollevamento per le acque di piattaforma.

La struttura del sottopasso presenta uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 20.85 m (tratto coperto) + 14.80 m (coda ad U) e verrà realizzata fuori sede per poi essere spinta sotto binari.

Le dimensioni interne sono B x H = 6.40 x 11 m. La soletta superiore e i piedritti hanno uno spessore di 1.10 m, mentre la soletta di fondazione è prevista di spessore costante 1.2 m.

Il ricoprimento dello scatolare è pari a circa 1.05 m, compatibile con l'inserimento del Ponte Gui.do per il sostegno provvisorio dei binari durante la spinta.

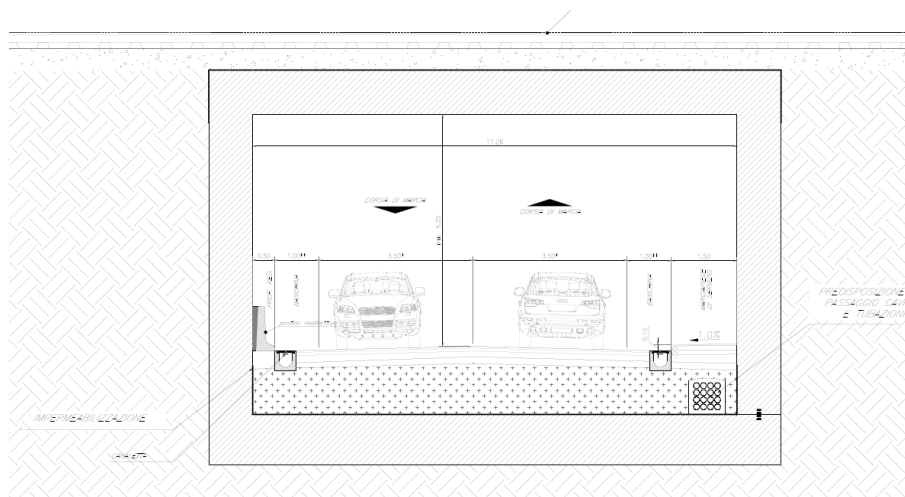


Figura 63 – Sezione trasversale schematica dello scatolare con dimensioni “di calcolo”

Al di sotto delle rampe si prevede di eseguire un tappo di fondo con colonne in jet-grouting, al fine di contrastare le sottospinte idrauliche in fase esecutiva e migliorare le caratteristiche del terreno, particolare per quanto riguarda:

- aumento della rigidità del terreno;

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 92 di 145

- aumento della resistenza del materiale;
- aumento dell'impermeabilità.

Il tappo di fondo è da considerarsi come un'opera provvisoria, in quanto a lungo termine si prevede il ritorno della falda a livello indisturbato anche in corrispondenza dell'opera, motivo per cui nel dimensionamento dei muri di rifodera a U è stata considerata la spinta idrostatica.

I muri ad U, in prosecuzione del sottopasso SL03, hanno uno sviluppo longitudinale nei due lati del sottopasso pari a 119.20 m nel lato nord e 130 m nel lato sud, suddiviso in conci di differente lunghezza.

La coppia di muri terminali è in cemento armato ed ha una lunghezza totale circa di 20 m, con l'altezza massima del paramento pari a 1.91 m.

Le geometrie dei muri saranno descritte nel dettaglio nei paragrafi successivi.

Nelle figure che seguono si riportano le opere oggetto dello studio:

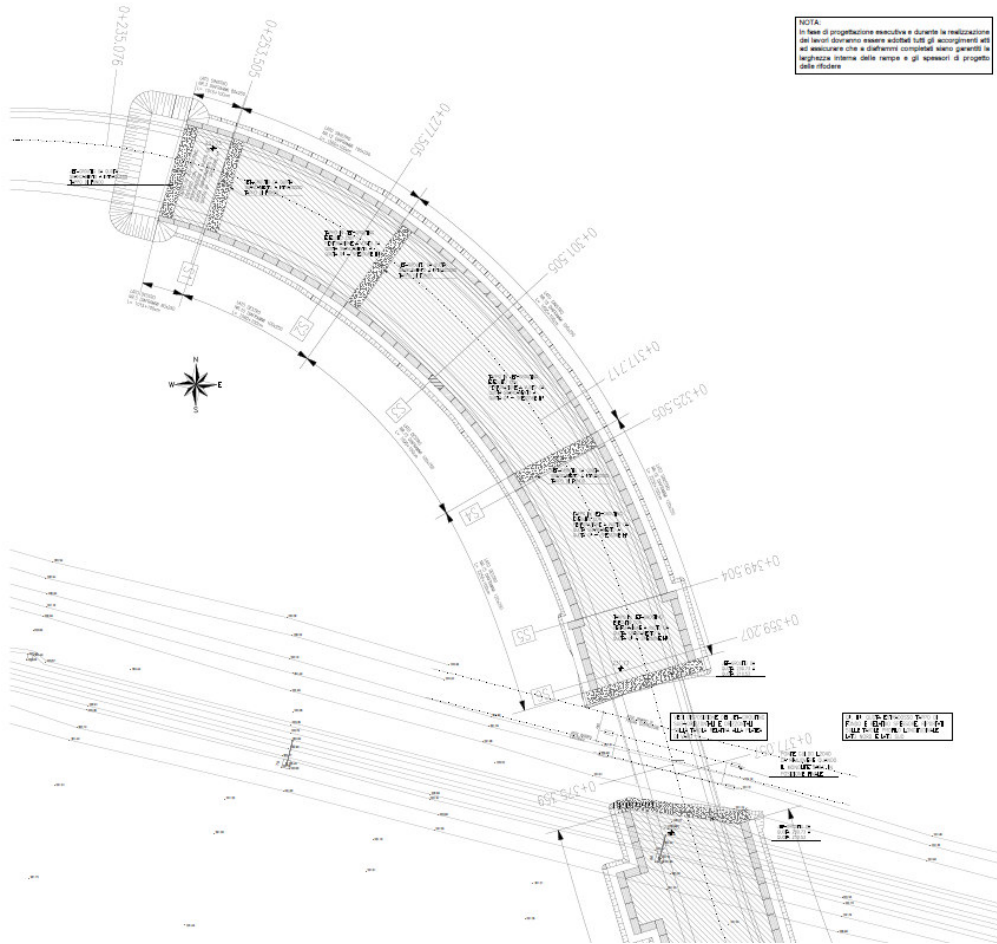


Figura 64 - Inquadramento dei muri ad U oggetto di calcolo

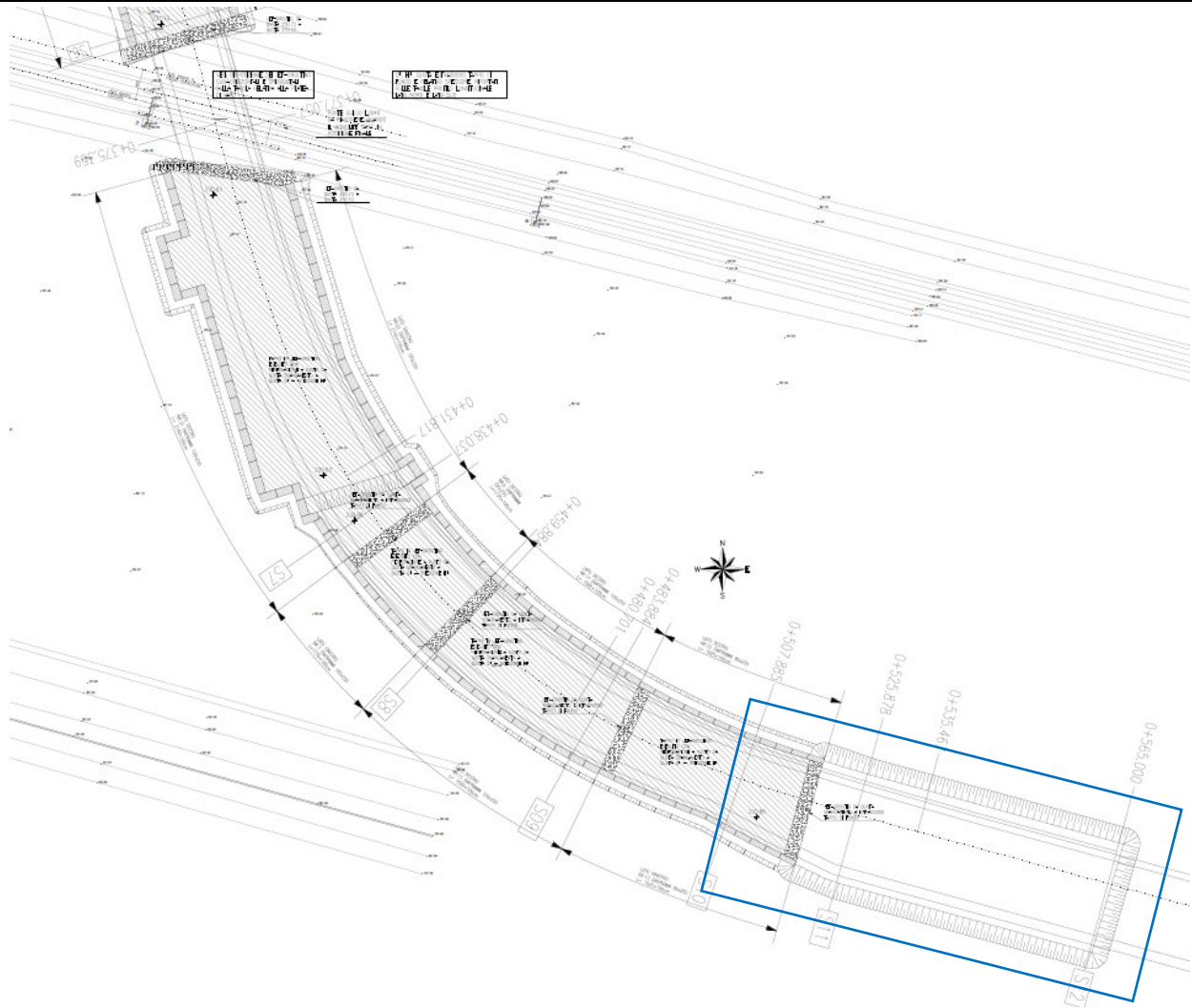



Figura 65 - Inquadramento dei muri ad U e muri di sostegno della Rampa Sud oggetto di calcolo

11.5.1. MURI AD U

I muri analizzati sono di tre tipologie diverse:

Tipo 1: Muro ad U con altezza massima 3.70 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi.

La soletta inferiore ha uno spessore di 0.80 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

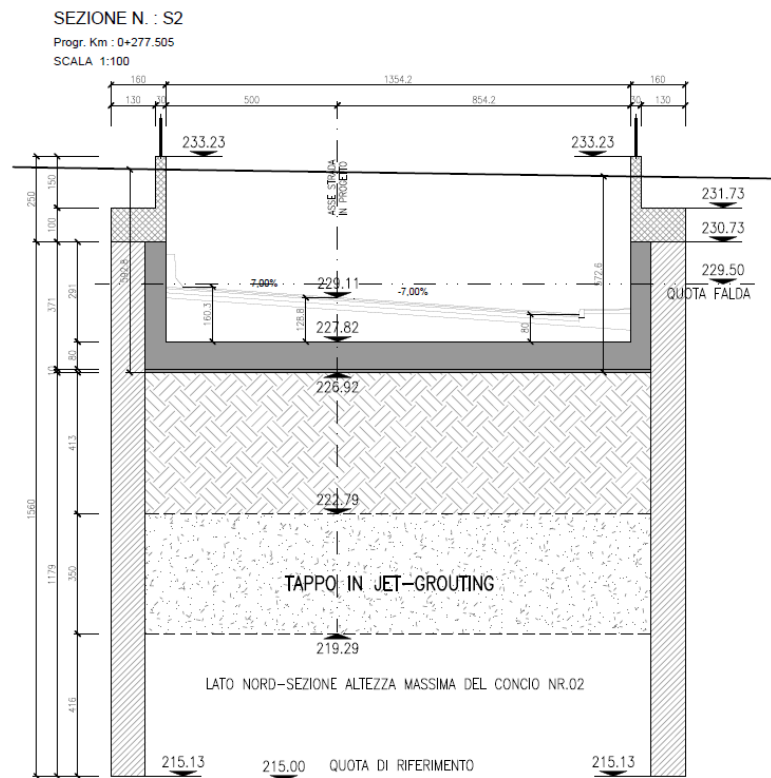


Figura 66 - Sezione trasversale Tipo 1

Tipo 2: Muro ad U con altezza massima di 6.50 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi.

La soletta inferiore ha uno spessore di 1 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

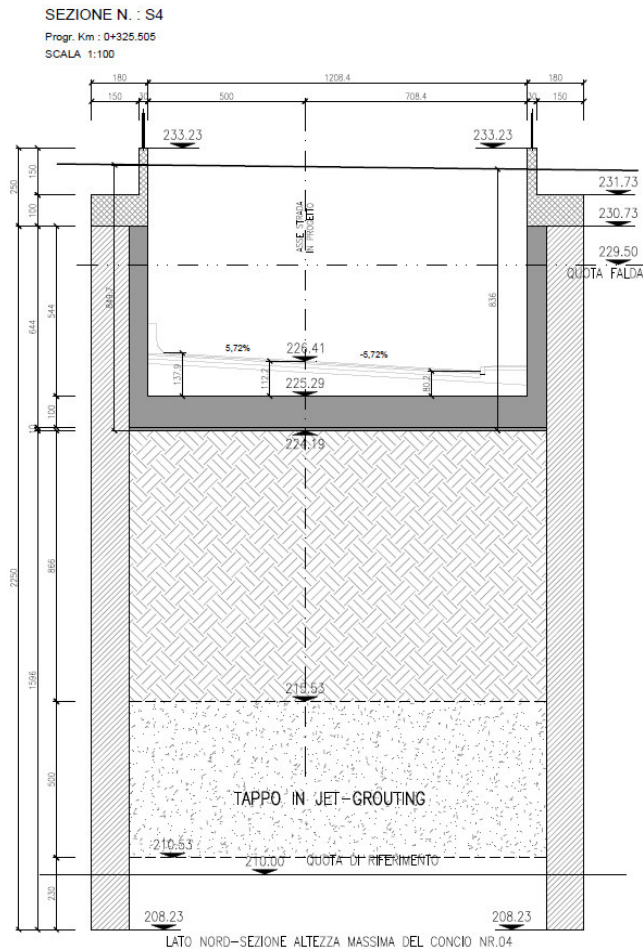


Figura 67 - Sezione trasversale Tipo 2

Tipo 3: Muro ad U con altezza massima di 7.4 m, vincolato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi.

La soletta inferiore ha uno spessore di 1.2 m, mentre i piedritti sono spessi 0.60 m.

SEZIONE N. : S6

Progr. Km : 0+359.207

SCALA 1:100

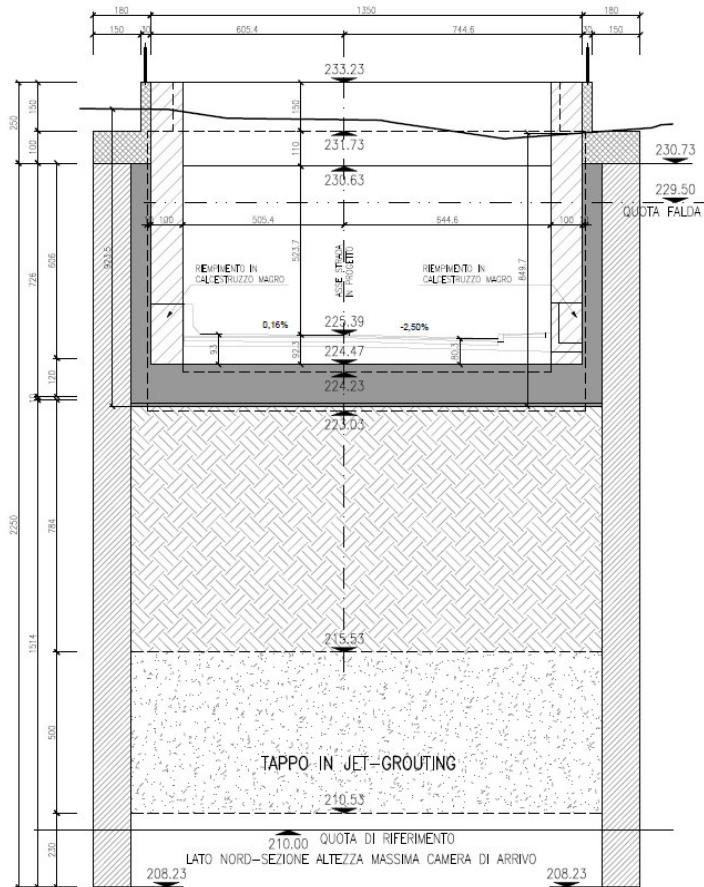


Figura 68 - Sezione trasversale Tipo 3

11.5.2. MURI DI SOSTEGNO

I muri terminali in cemento armato della Rampa SUD hanno una lunghezza totale circa 20 m, con l'altezza massima del paramento pari a 1.91 m. Viene considerata la sezione di verifica in corrispondenza del punto critico dello sviluppo del muro. La larghezza di fondazione è stata assunta pari a 1.50 m. Per ulteriori indicazioni si rimanda agli elaborati progettuali.

Di seguito si riporta la sezione adottata per eseguire le verifiche geotecniche e strutturali.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

SEZIONE S12
 SCALA 1:100

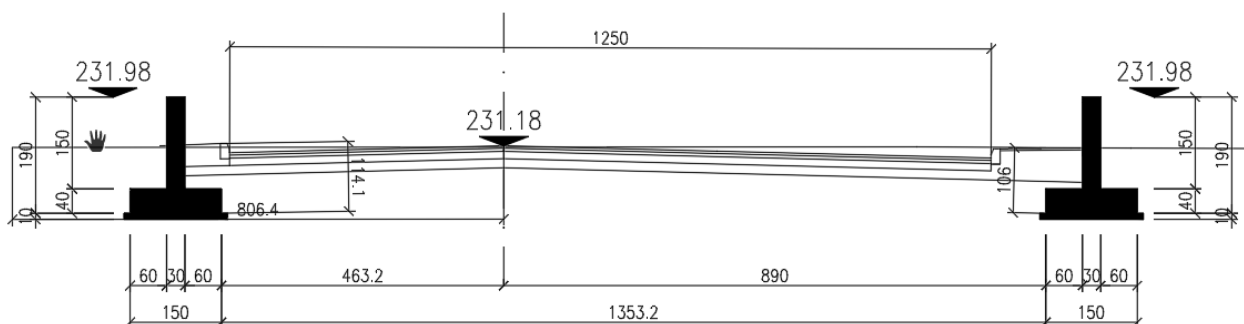


Figura 69 - Sezione di studio

11.5.3. MURO AD U CON VASCA

La struttura della vasca è formata da un muro ad U gettato in opera, ha uno sviluppo longitudinale pari a 41 m circa e una larghezza variabile di 15.90 m circa.

Il muro in esame ha un'altezza massima 10.20 m, ed è appoggiato superiormente dal cordolo di coronamento dei diaframmi.

La soletta inferiore ha uno spessore di 1.50m, mentre i piedritti hanno uno spessore di 0.60m.

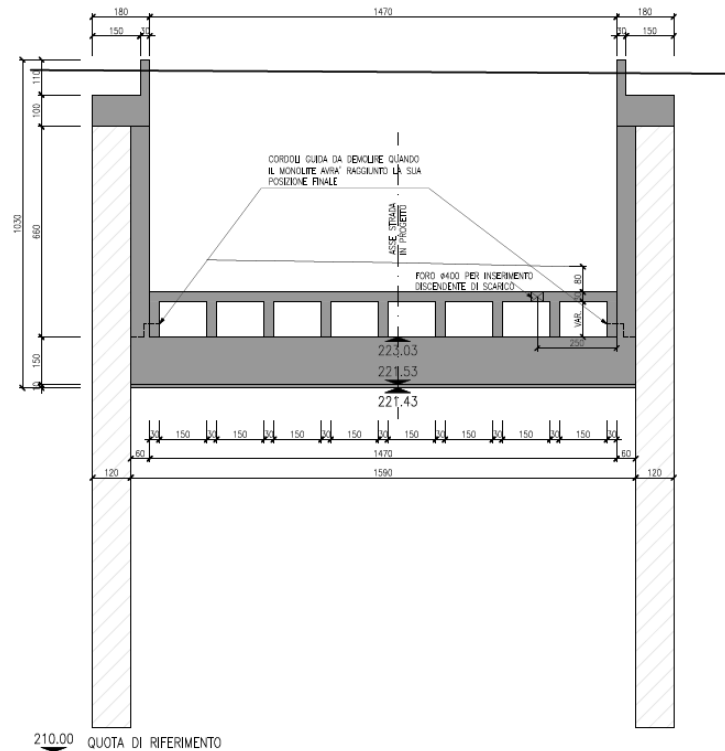


Figura 70 - Sezione trasversale del muro contenente la vasca

11.6. FERMATA DI BERGAMO OSPEDALE FV01

11.6.1. SOTTOPASSO DI STAZIONE

Per la stazione di Bergamo Ospedale è prevista la realizzazione di un sottopasso scatolare per l'accesso alle due banchine di stazione. L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione delle rampe scale, dei vani ascensori e dei relativi locali tecnici, al fine di migliorare e rendere più sicura la fruibilità dei servizi di trasporto.

Lo scatolare del sottopasso presenta la seguente geometria:

- $S_{SUP} = 0.60$ m altezza del solettone di copertura
- $S_{INF} = 0.60$ m altezza del solettone di fondazione
- $S_1 \equiv S_2 = 0.60$ m spessore dei piedritti
- $L_1 = 5.60$ m larghezza totale del sottopasso
- $L_2 = 4.40$ m larghezza interna del sottopasso

- $H_1 = 4.25$ m altezza totale del sottopasso
- $H_2 = 3.05$ m altezza interna del sottopasso

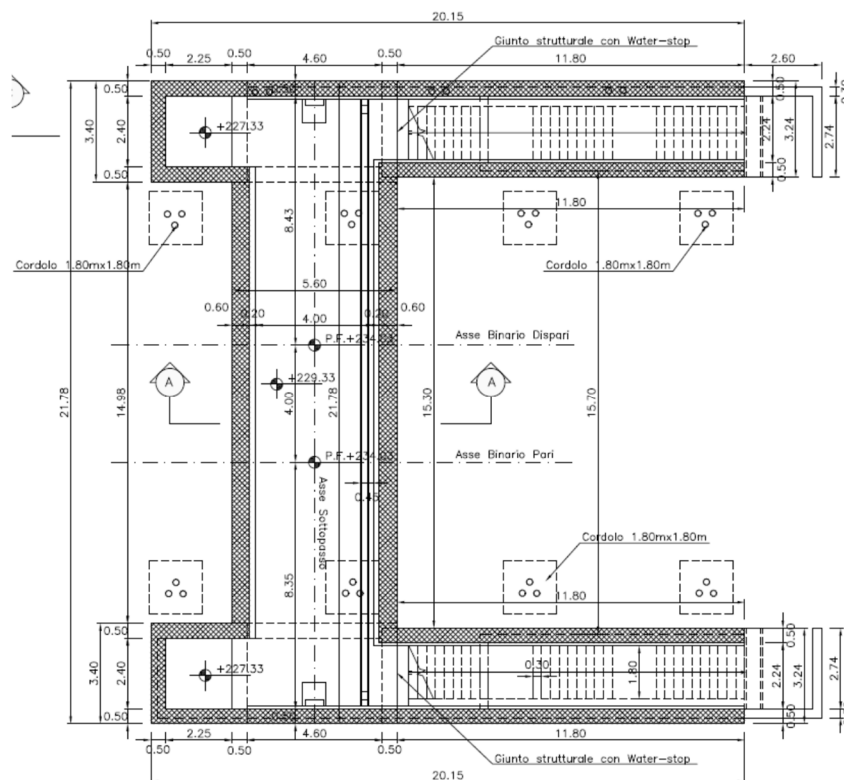


Figura 71 - Vista in pianta

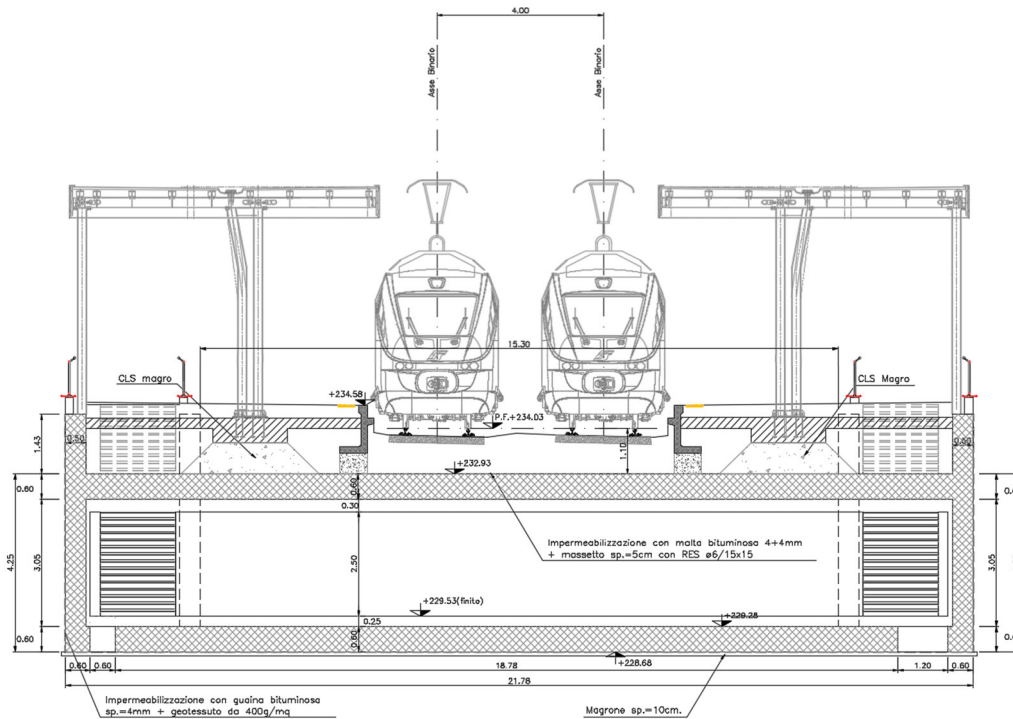


Figura 72 - Sezione in asse sottopasso

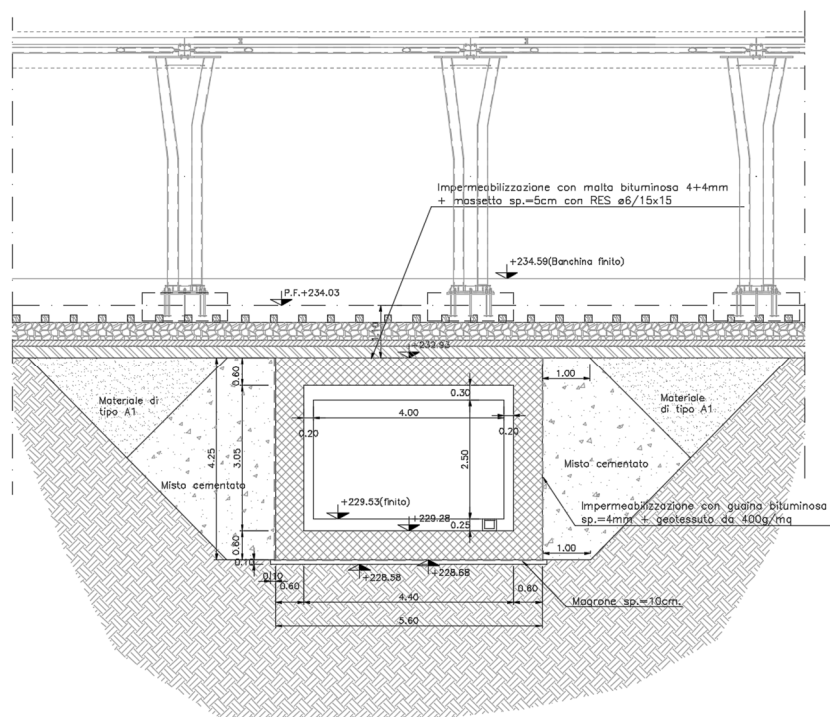


Figura 73 - Sezione trasversale sottopasso

Il corpo scale si compone di una prima parte, nella zona di scavo maggiore e di sbarco al sottopasso, costituita da una sezione chiusa scatolare con soletta di fondazione e pareti di spessore pari a 0.50 m e soletta superiore pari a 0.30 m, nella parte iniziale della rampa di accesso alle banchine la struttura è, invece, costituita da pareti ad “U” con elementi strutturali di spessore pari a 0.50 m.

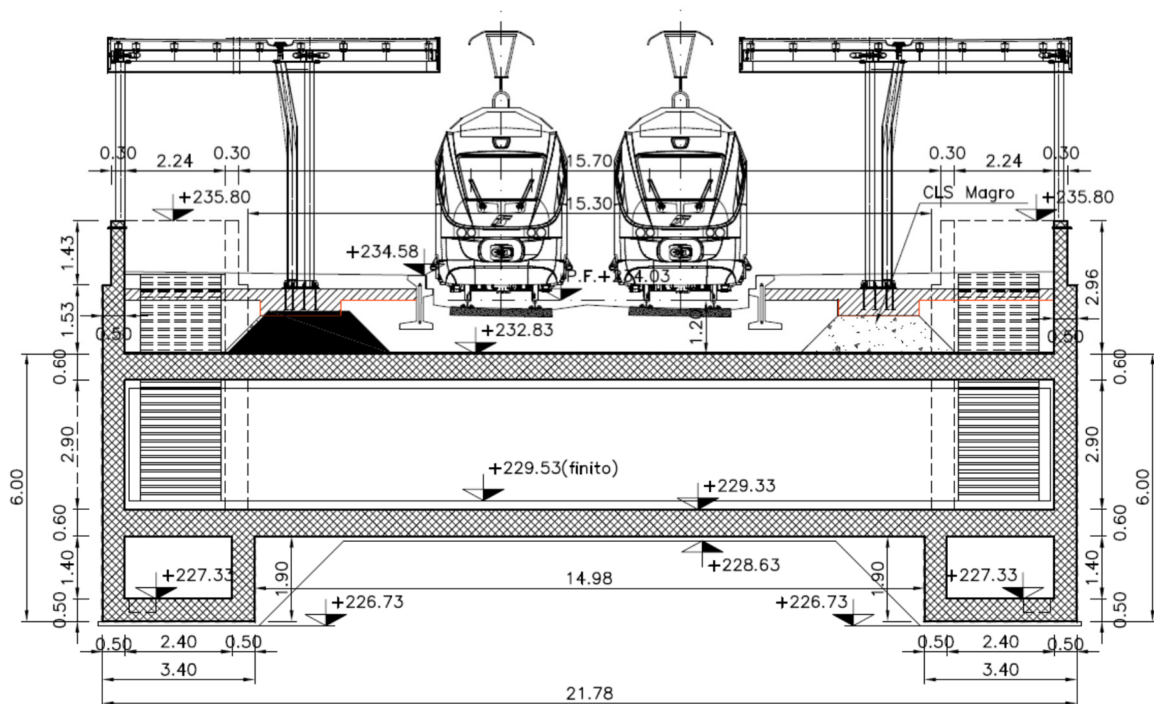


Figura 74 - Sezione in asse sottopasso

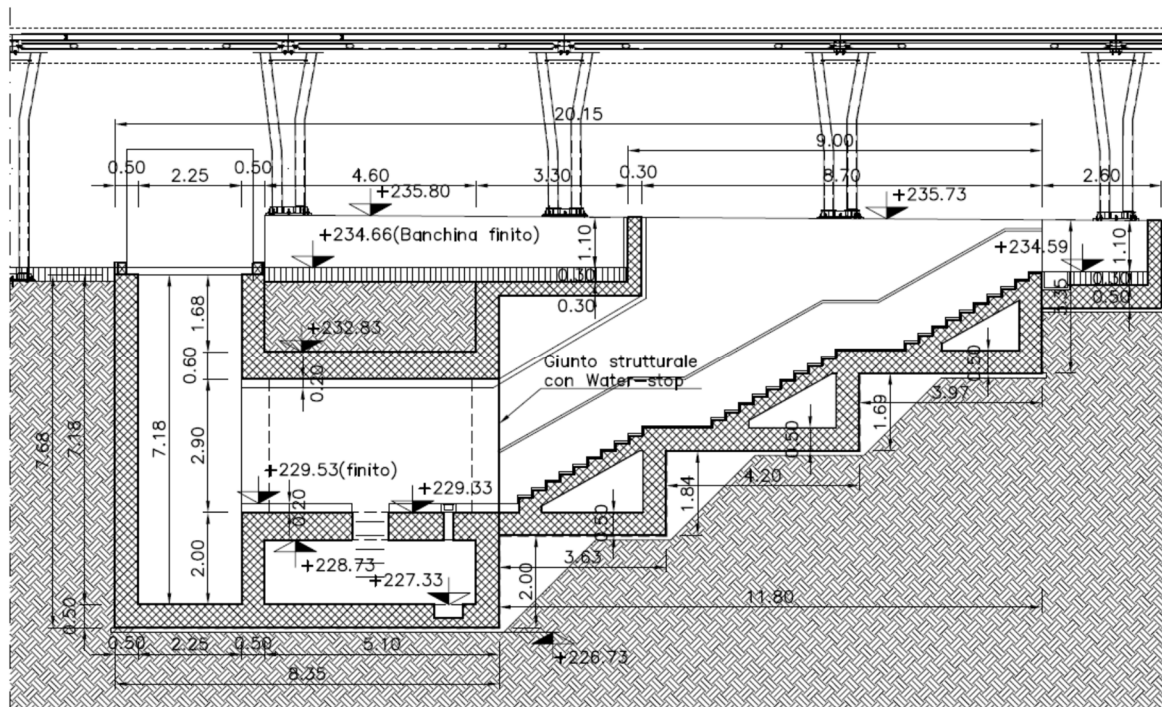


Figura 75 - Sezione trasversale rampa scale

11.6.2. FABBRICATO VIAGGIATORI

Per il nuovo Fabbricato viaggiatori fermata di Bergamo Ospedale si prevede una struttura intelaiata in acciaio che si sviluppa su un piano fuori terra. L'edificio ha dimensione rettangolare in pianta, con copertura piana di dimensioni circa 23.80 (parallela al binario)×7.70 m, comprensive di sbalzi di 2.61 m (lato est), 1.19 m (lato ovest), 1.19 m (lato nord) e 1.24 m (lato sud). L'angolo della copertura nord-est è tagliato a 45° in pianta. L'altezza massima è pari a 4.25 m dallo spiccato della fondazione.

Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 7+7 colonne di sezione HEB 300, su maglie di lato variabile 3.00/4.30/3.33/1.75 m (parallelo al binario) x 5.00 m; le travi hanno sezione HEA 200, mentre quelle esterne di chiusura hanno sezione UPN 200. La copertura è composta tramite pannelli prefabbricati.

La fondazione è realizzata con travi rovesce in c.a., aventi sezione 0.7x0.5 m ed 0.4x0.5 m.

Le tamponature esterne sono realizzate in vetro.

La pavimentazione interna è realizzata con un pavimento in gres, poggiato su una soletta di ripartizione di 6 cm; questo a sua volta è posto su un vespaio aerato costituito da igloo di 45 cm e soletta in c.a. di 15 cm armata con rete elettrosaldata.

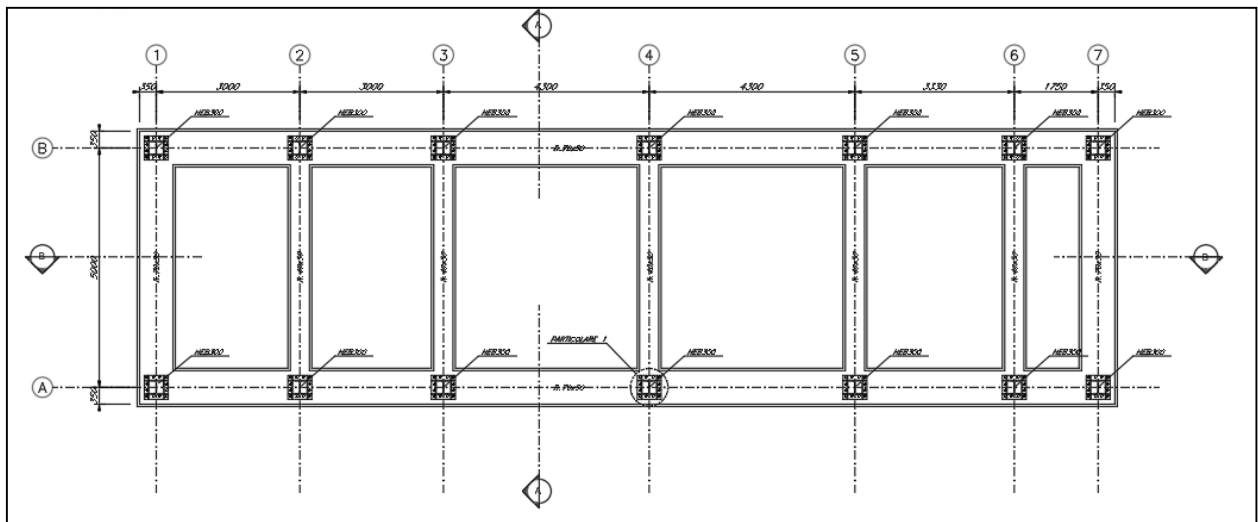


Figura 76 - Pianta fondazione

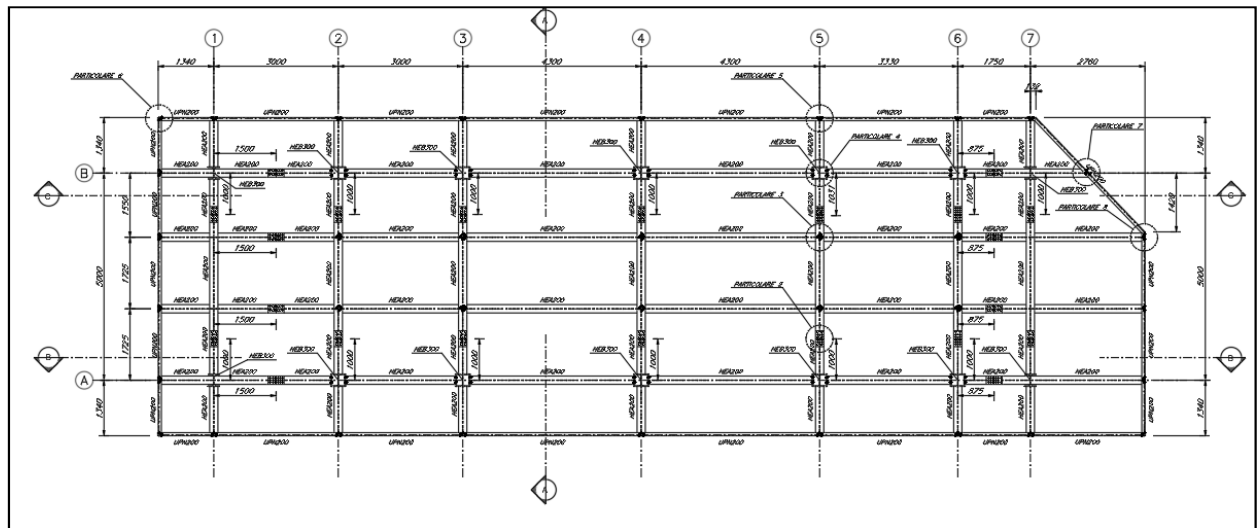


Figura 77 - Pianta Copertura

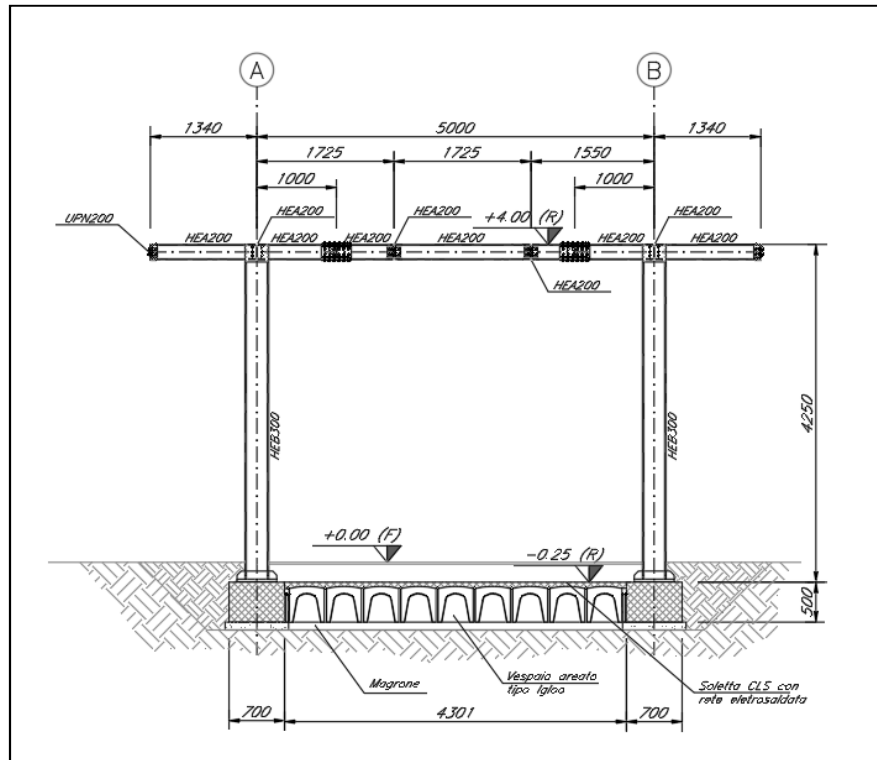


Figura 78 - Sezione A - A

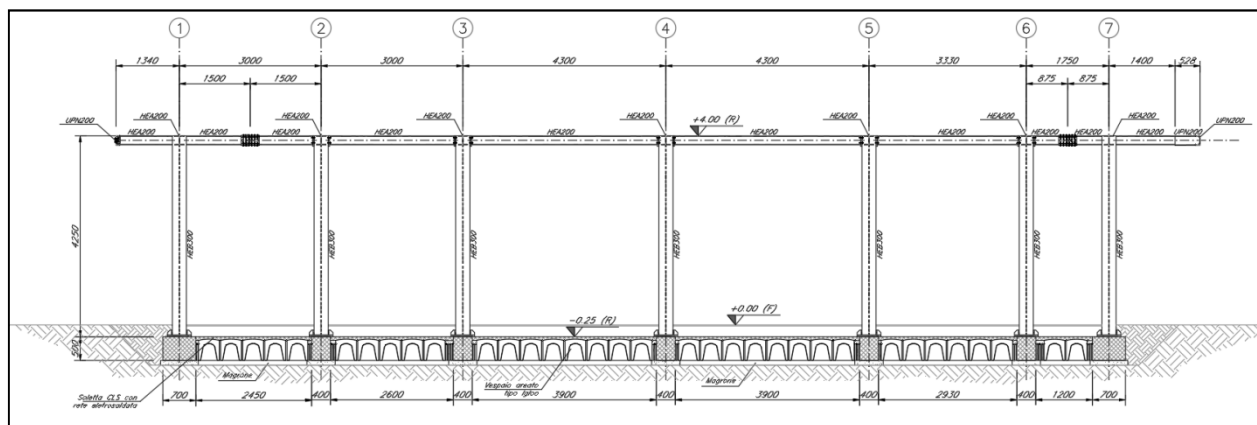


Figura 79 - Sezione C - C

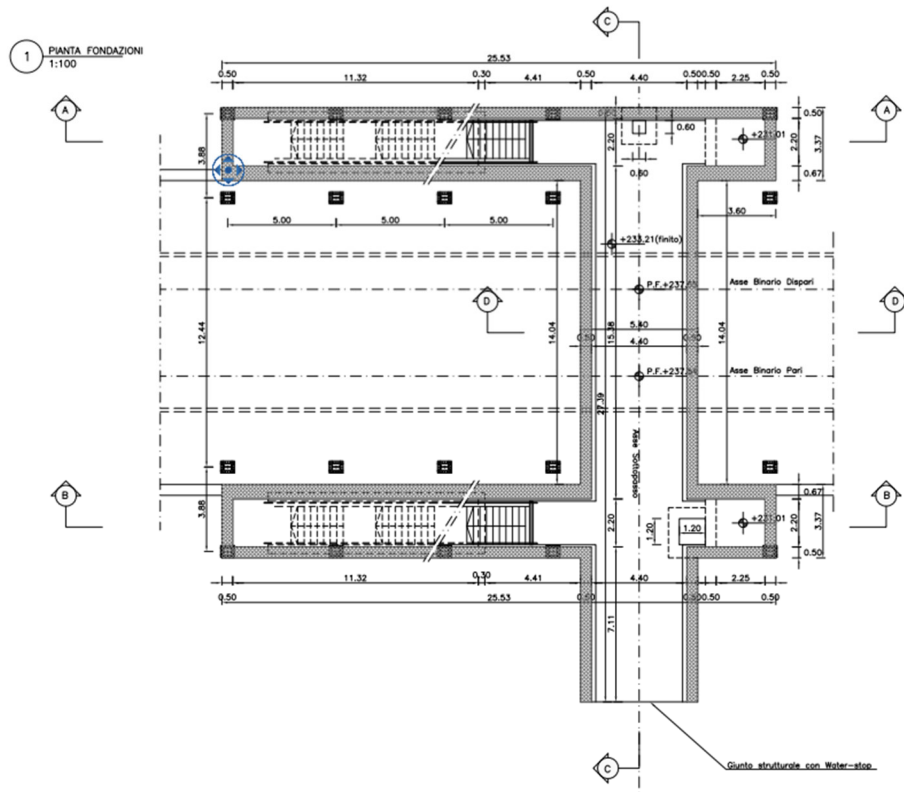


Figura 80 - Vista in pianta

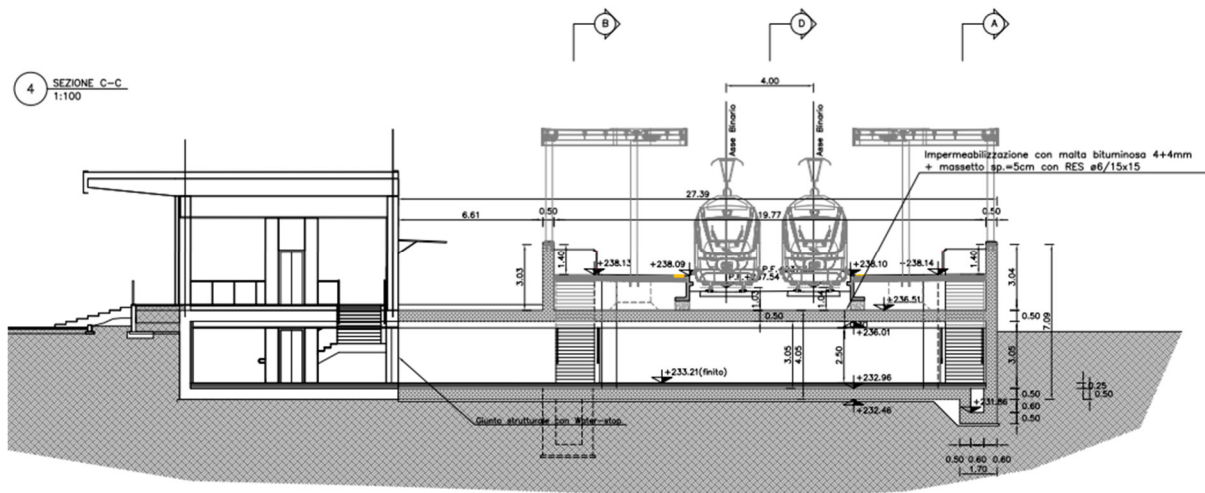


Figura 81 - Sezione in asse sottopasso

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	108 di 145

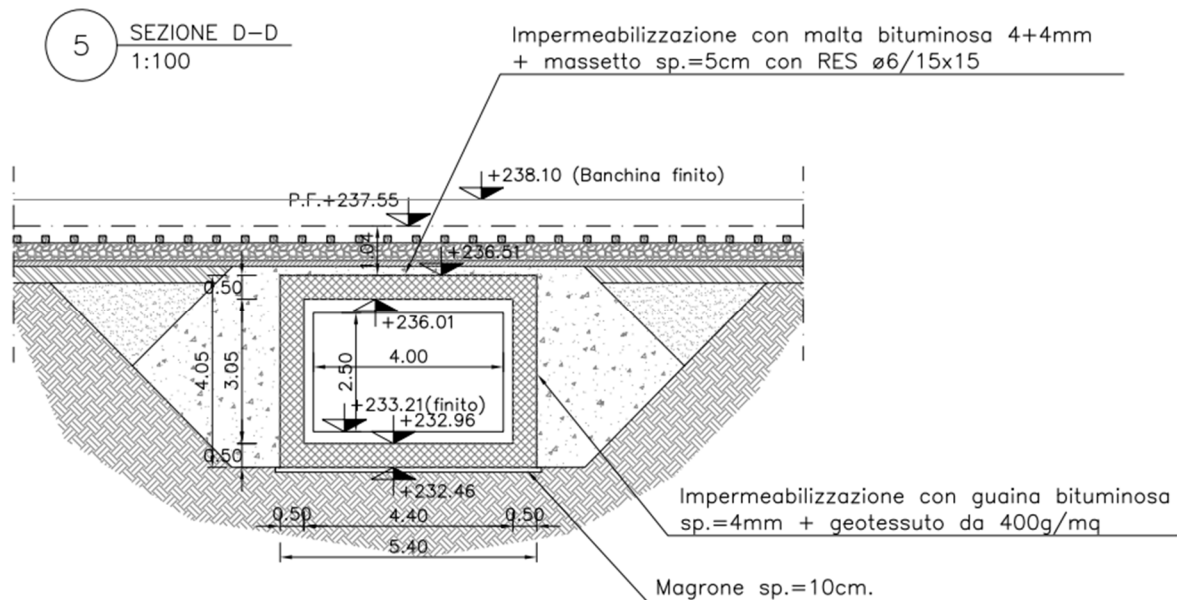


Figura 82 – Sezione trasversale sottopasso

Il sottopasso è collegato, tramite un giunto strutturale, alla parte interrata del fabbricato viaggiatori posto sul lato sud della fermata.

Il corpo scale si compone di una prima parte, nella zona di scavo maggiore e di sbarco al sottopasso, costituita da una sezione chiusa scatolare con soletta di fondazione e pareti di spessore pari a 0.50 m e soletta superiore pari a 0.30 m; nella parte iniziale della rampa di accesso alle banchine la struttura è, invece, costituita da pareti ad “U” con elementi strutturali di spessore pari a 0.50 m.

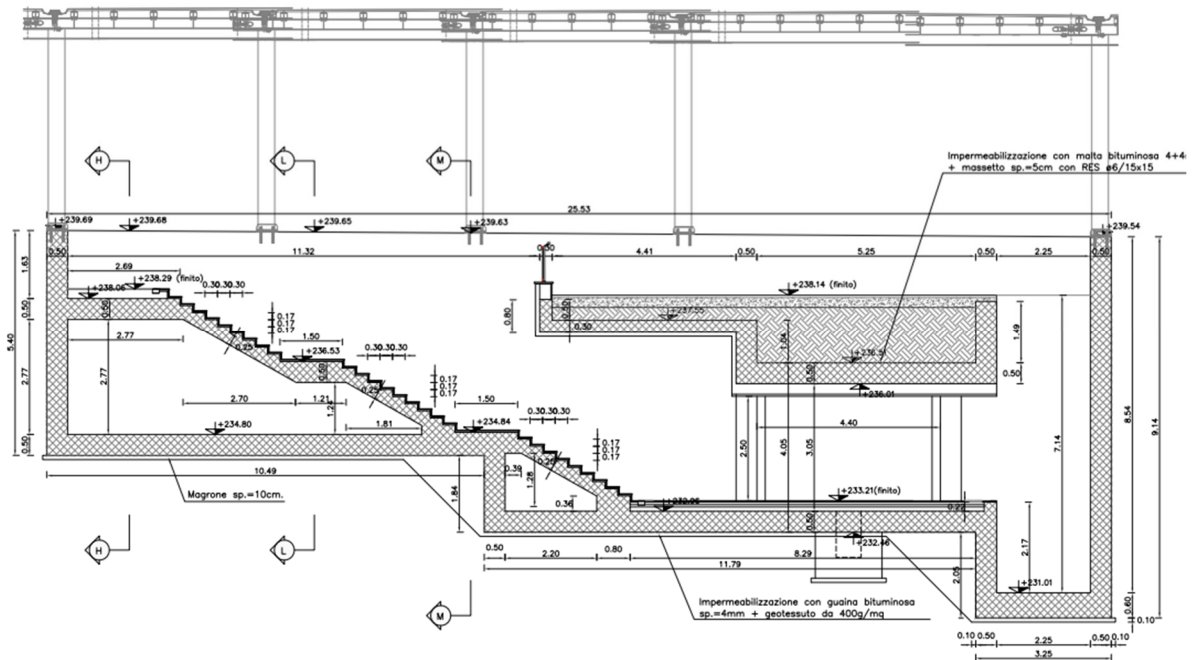


Figura 83 - Sezione in asse scale

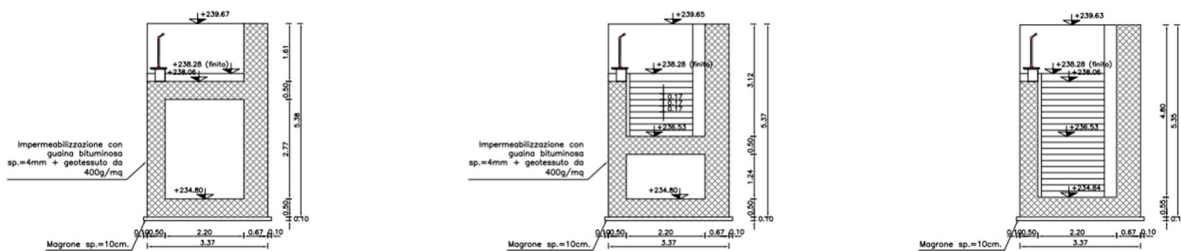


Figura 84 - Sezioni trasversali

11.7.2. FABBRICATO VIAGGIATORI

La struttura è costituita da due corpi di fabbrica giuntanti tra loro, di seguito denominati “Est” ed “Ovest”.

11.7.2.1. FABBRICATO EST

Per il fabbricato si prevede una struttura intelaiata in acciaio che si sviluppa su un piano fuori terra. L’edificio ha dimensione rettangolare in pianta, con copertura piana di dimensioni circa 19.20 (parallelo ai binari) × 14.20 m,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

comprensiva di sbalzo lato sud, di circa 4.57 m, e lato est, di circa 4.12 m. L'altezza massima è circa pari a 5,90 m dallo spiccatto della fondazione.

Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 4+4 colonne di sezione HEB 300 disposte su 3 maglie 5.00x9.65 m; le travi principali hanno sezione HEA 400, quelle secondarie IPE 300, mentre quelle esterne di chiusura hanno sezione UPN 300. La copertura, provvista di controventi di falda $\phi 20$, è composta tramite pannelli prefabbricati.

La fondazione è realizzata con travi rovesce in c.a., aventi sezione 0.6x0.6 m.

Le tamponature esterne sono realizzate:

- Lato Nord, con blocchi in cemento vibrocompresso;
- Altrove, in vetro.

La pavimentazione interna è realizzata con un pavimento in gres, poggiato su una soletta di ripartizione di 6 cm; questo a sua volta è posto su un vespaio aerato costituito da igloo di 45 cm e soletta in c.a. di 15 cm armata con rete elettrosaldata.

Lato est è presente un muro in c.a. di altezza 5.10 m e spessore 0.30 m, di lunghezza 3.60 m con fondazione superficiale di dimensione 1.70 x 0.60 m.

11.7.2.2. FABBRICATO OVEST

Per il fabbricato si prevede una struttura intelaiata in acciaio che si sviluppa su un piano fuori terra. L'edificio ha dimensione rettangolare in pianta con copertura piana di dimensioni circa 14,30 (parallelo ai binari) x 14.20 m, comprensiva di sbalzo lato sud, di circa 4.57 m, e lato ovest, di circa 4.12 m. L'altezza massima è circa pari a 5.90 m dallo spiccatto della fondazione.

Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 3+3 colonne di sezione HEB 300 disposte su 2 maglie 5.28x9.65 m e 4.90x9.65 m; le travi principali hanno sezione HEA 400, quelle secondarie IPE 300, mentre quelle esterne di chiusura hanno sezione UPN 300. La copertura, provvista di controventi di falda $\phi 20$, è composta tramite pannelli prefabbricati.

La sovrastruttura in acciaio è posta al di sopra di una struttura scatolare in c.a. interrata, contigua con il sottopasso di stazione, di dimensioni in pianta 10.90 (parallelo ai binari) x 10.15 m, di altezza 4.05 m. La struttura è composta da 4 setti perimetrali di spessore 50 cm ed è fondata su una platea di spessore 50 cm; al

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 111 di 145

piano terra è prevista una soletta di spessore 30 cm che copre la metà est dello scatolare, ed è appoggiata sui setti laterali (lati sud ed est), e su una trave in c.a. di dimensione 50x60 cm (lati nord e ovest). La trave intermedia è sostenuta a sua volta da due pilastri centrali di dimensione 50x50 cm. Piano terra e piano interrato sono collegati da una scala ad U in c.a., con soletta di spessore 20 cm sulla rampa e 30 cm sul pianerottolo. Il piano interrato è collegato al sottopasso della stazione tramite un foro sulla parete Nord, di luce netta 4.40 m. Al centro della platea è presente la fossa dell'ascensore, di dimensioni interne 1.85x2.00 m e profondità 1.50 m.

Le tamponature esterne sono realizzate:

- Lato Nord, con blocchi in cemento vibrocompresso;
- Altrove, in vetro.

La pavimentazione interna è realizzata con un pavimento in gres, poggiato su una soletta di ripartizione di 6 cm; questo a sua volta è posto su un misto granulometrico di alleggerimento di 10 cm.

Lato ovest è presente un muro in c.a. di altezza 5.90 m e spessore 0.30 m, di lunghezza 3.60 m con fondazione superficiale di dimensione 3.10 x 0.60 m, facente parte della struttura di rampa esterna.

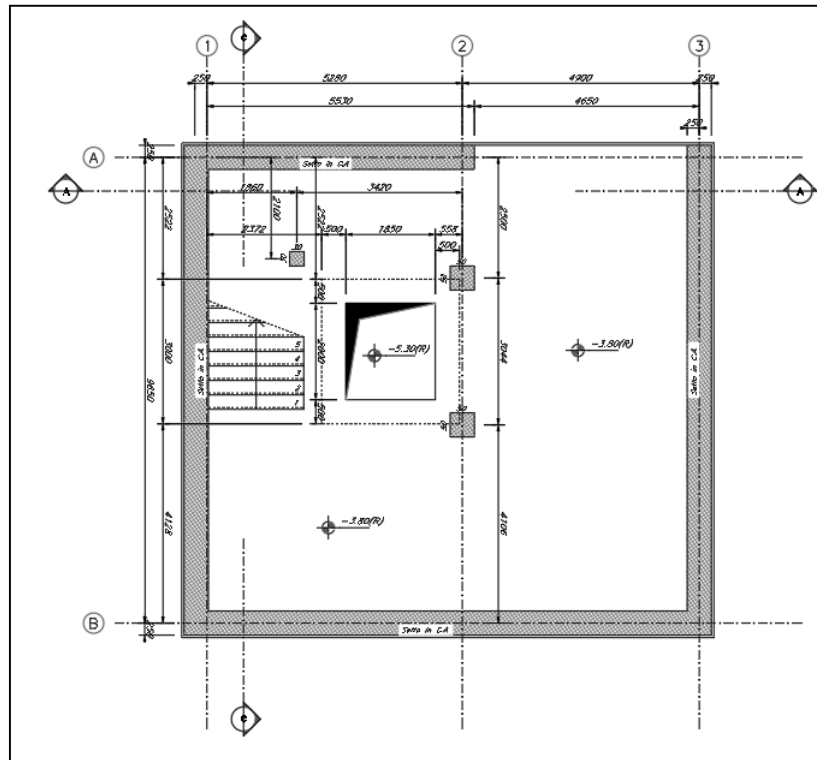


Figura 85 - Pianta Piano Interrato

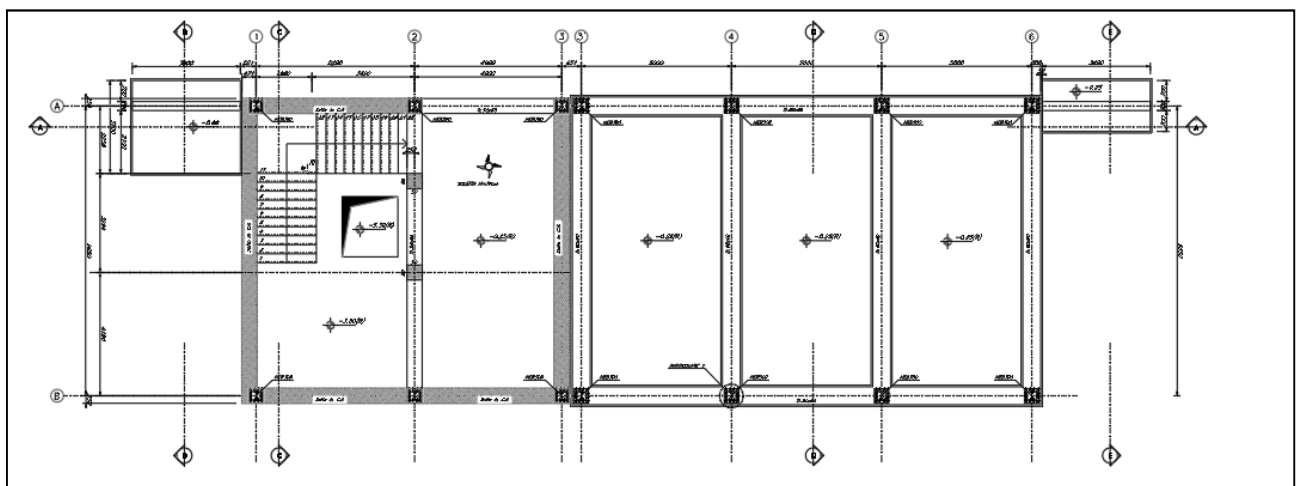


Figura 86 - Pianta Piano Terra

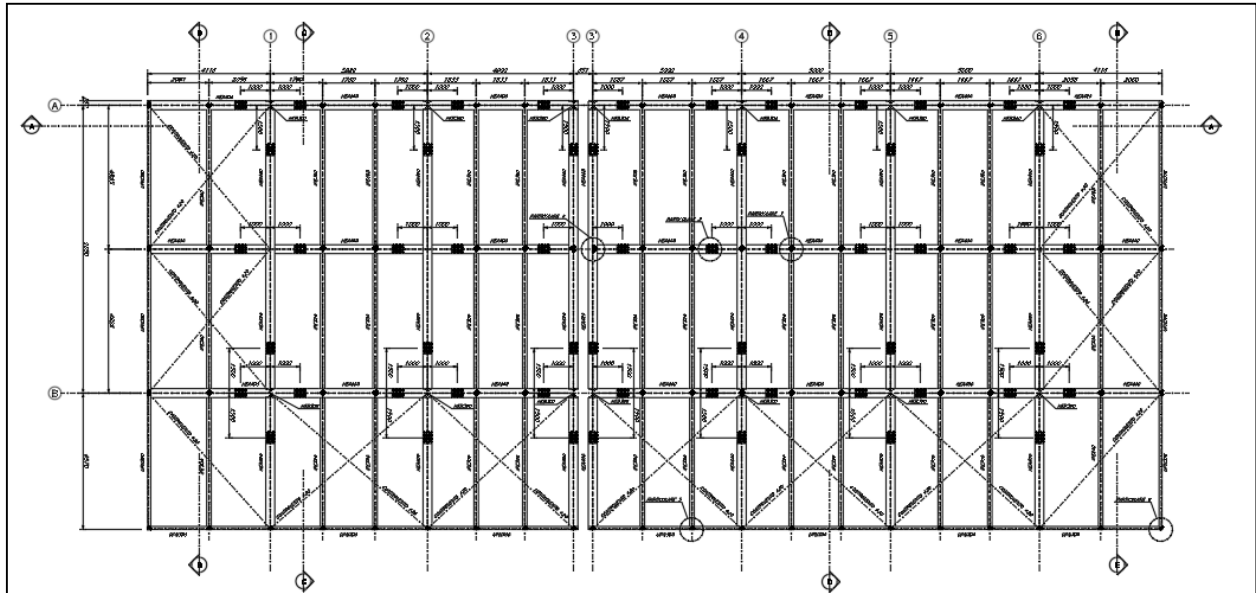


Figura 87 - Pianta Copertura

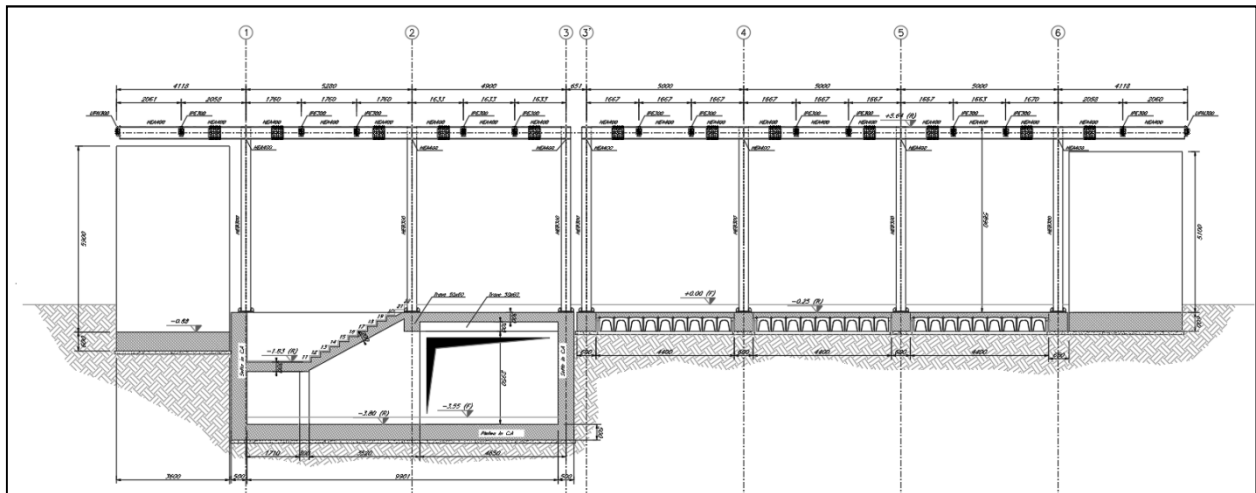


Figura 88 - Sezione A - A

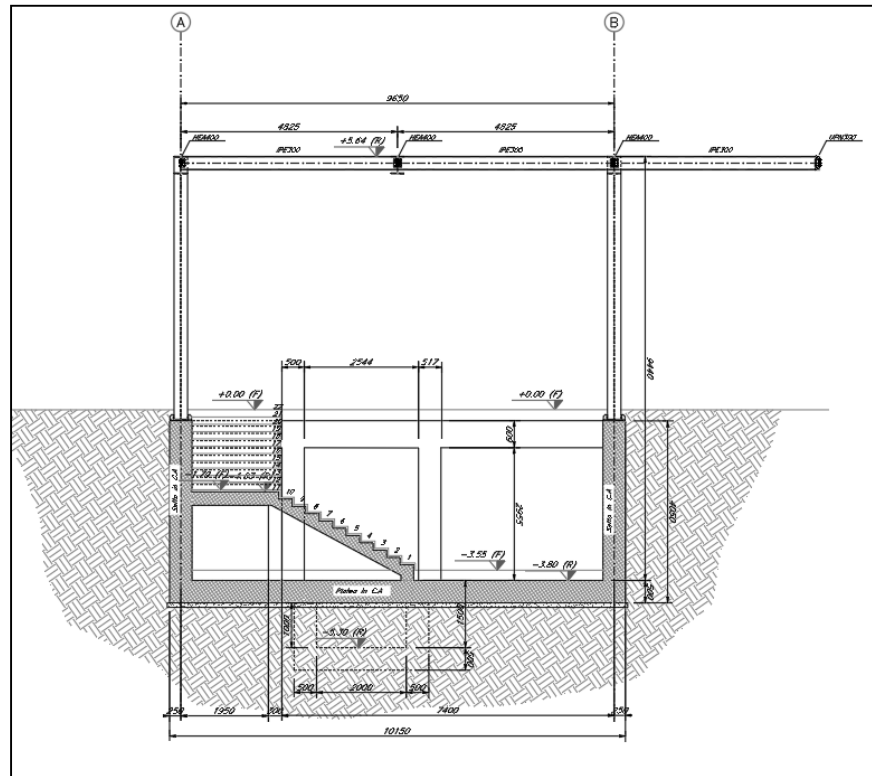


Figura 89 - Sezione C – C

11.8. FERMATA DI PONTE S. PIETRO FV03

11.8.1. SOTTOPASSO DI STAZIONE

Per la stazione di Ponte San Pietro è prevista la realizzazione di un sottopasso scatolare per l'accesso alle tre banchine previste in stazione. L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione delle relative rampe scale, dei vani ascensori e dei locali tecnici, al fine di migliorare e rendere più sicura la fruibilità dei servizi di trasporto.

Lo scatolare del sottopasso presenta la seguente geometria:

- $S_{SUP} = 0.60$ m altezza del solettone di copertura
- $S_{INF} = 0.60$ m altezza del solettone di fondazione
- $S_1 = S_2 = 0.60$ m spessore dei piedritti
- $L_1 = 5.60$ m larghezza totale del sottopasso
- $L_2 = 4.40$ m larghezza interna del sottopasso

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	115 di 145

- $H_1 = 4.10$ m altezza totale del sottopasso
- $H_2 = 2.90$ m altezza interna del sottopasso

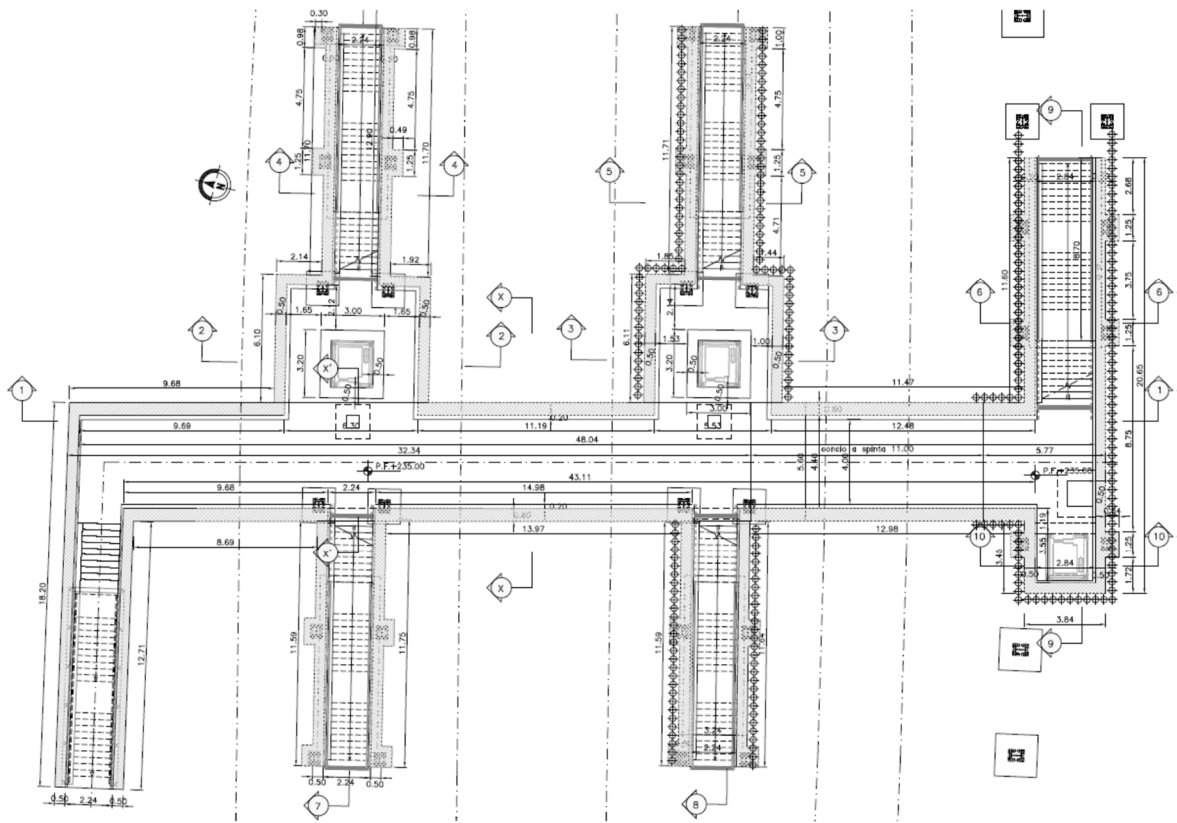


Figura 90 - Vista in pianta

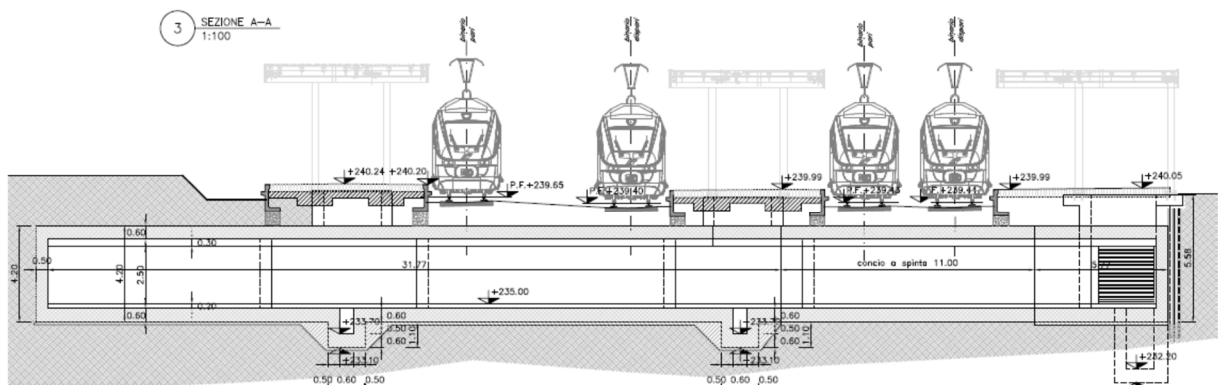


Figura 91 - Sezione in asse sottopasso

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

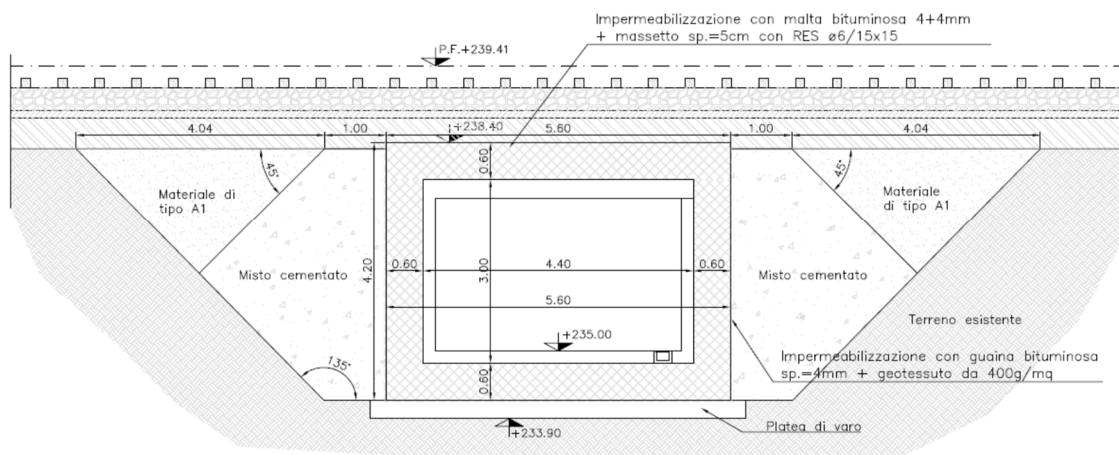


Figura 92 - Sezione trasversale sottopasso

Le fasi realizzative del sottopasso prevedono il mantenimento in esercizio dei binari 1 e 2 esistenti, adiacenti al fabbricato viaggiatori. Si prevede, pertanto, il varo a spinta della parte di scatolare sottopassante tali binari.

Il corpo scale si compone di una prima parte, nella zona di scavo minore, costituita esclusivamente dalle pareti ad "U"; nelle sezioni di scavo maggiore, invece, quest'ultime presentano anche una soletta superiore e, in particolare, un tratto finale, di ampiezza maggiore e con spessore degli elementi strutturali pari a 0.50 m, el quale vengono collocati i locali tecnici e gli ascensori.

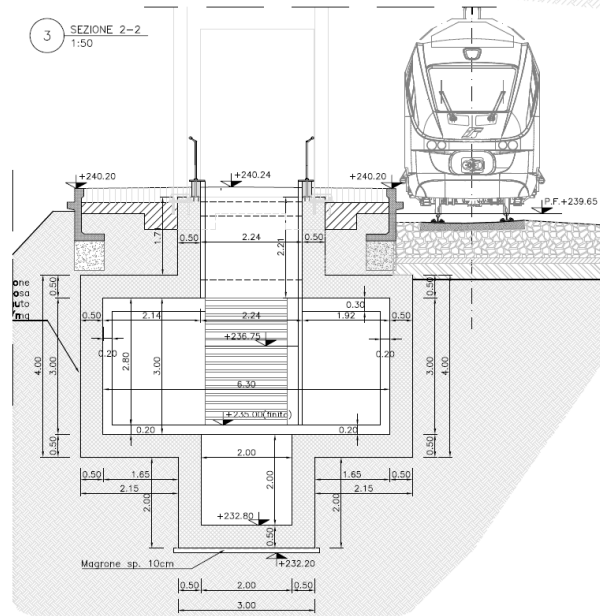


Figura 93 - Sezione trasversale (A)

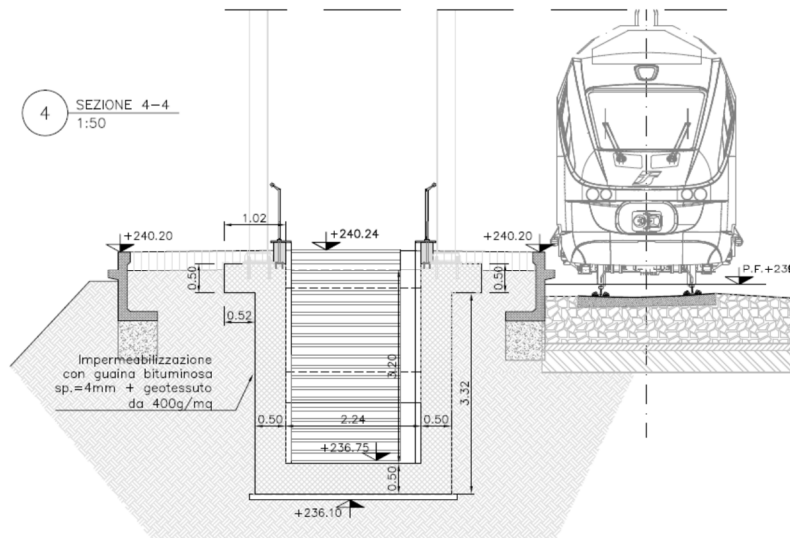


Figura 94 - Sezione trasversale (B)

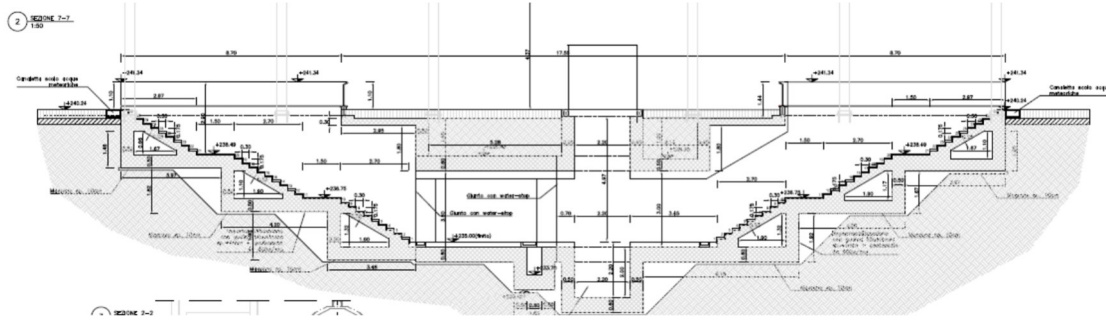


Figura 95 - Sezione in asse scale

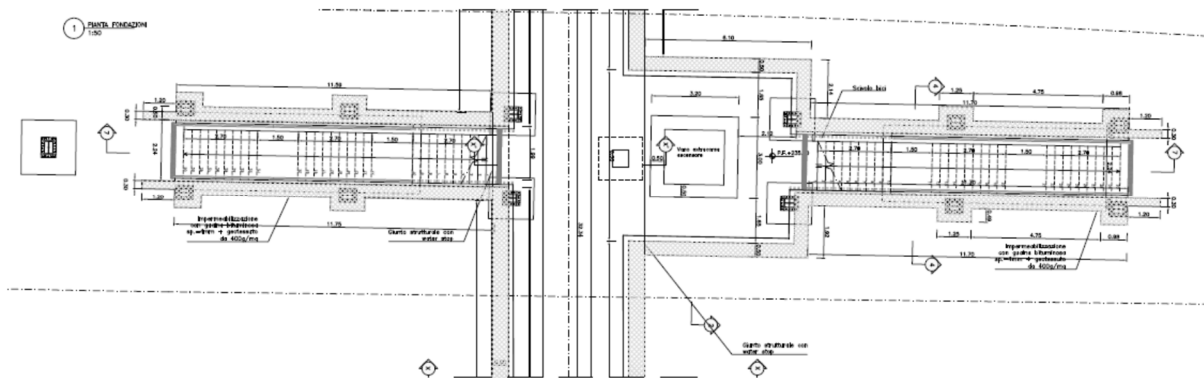


Figura 96 - Vista in pianta

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

12. FABBRICATI TECNOLOGICI E PIAZZALI

12.1. FABBRICATI TECNOLOGICI

12.1.1. FABBRICATI TECNOLOGICI GA1 E GA2

Il fabbricato FA01 – “GA1 Bergamo” è sorretto da una struttura intelaiata in cemento armato che si sviluppa su due piani fuori terra. È prevista la Cabina MT/BT (e Locali Trasformatori), ma non è previsto l’Ufficio Movimento, tuttavia i relativi spazi sono comunque disponibili per un diverso utilizzo.

Il fabbricato FA02 – “GA2 Bergamo” – ha le stesse caratteristiche geometriche e strutturali del GA1, ma funzionalmente sono previsti sia la Cabina MT/BT (e Locali Trasformatori) che l’Ufficio Movimento.

Ambo i fabbricati sono composti da due piani fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni pari a 18.30x10.0 m.

Gli edifici saranno caratterizzati da una copertura a padiglione la cui altezza massima in corrispondenza del colmo sarà pari a circa 9.70 m (altezza sotto gronda pari a circa 8.30 m); il fabbricato sarà munito di una serie di porte di varia dimensione su 3 lati, tutte dotate di sopra luce, e di finestre a nastro di altezza pari a 0.80 m, ad esclusione del vano scala, dove la finestra sarà verticale di dimensione pari a 0.80x3.20 m, e di un locale a disposizione (Ufficio Movimento nel GA2), caratterizzato da due finestre con apertura a battente di dimensioni 2,00x1,50 m.

Al piano terra è prevista la Sala Centralina IS, con adiacente Locale Batterie, un Locale TLC, i locali destinati alla Cabina MT/BT e ai due trasformatori ed il vano scala; adiacente a quest’ultimo vi sarà un altro locale a disposizione, (servizi igienici se previsto l’UM), direttamente accessibile dall’esterno. Il piano primo è destinato alla Sala ACC e ad un locale a disposizione, che nel GA2 ospiterà l’Ufficio Movimento.

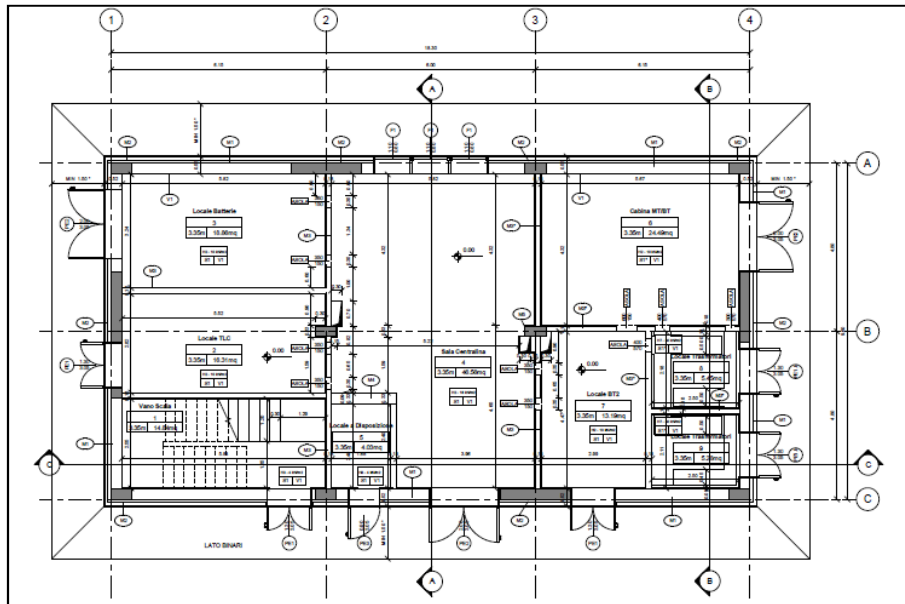


Figura 97 – Pianta Piano Terra

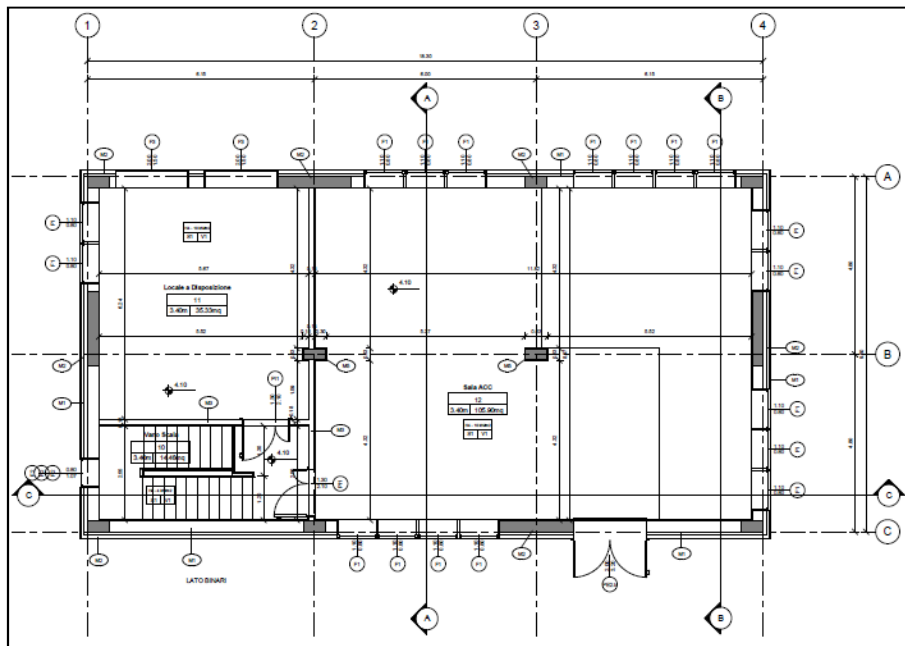


Figura 98 – Pianta Piano Primo

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A


Per quanto riguarda la struttura del fabbricato questa, come detto, è del tipo a telaio in cemento armato gettato in opera.

Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da otto pilastri di sezione 30x60 cm e da quattro pareti di sezione 30x200 cm, delle quali due si sviluppano parallelamente al lato lungo dell'edificio e due parallelamente al lato corto.

Le travi di piano hanno sezione di 30x60 cm e 45x30 cm, mentre quelle di copertura hanno sezione di 30x30 cm, 45x20 cm e 30x84 cm.

I solai sono realizzati con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera, per uno spessore totale rispettivamente di 30 cm (4+22+4) per il solaio di piano e di 20 cm (4+12+4) per il solaio di sottotetto. Il solaio di copertura è caratterizzato sempre da uno spessore totale di 20 cm ma, non essendo prevista una soletta superiore di ripartizione dei carichi, lo spessore complessivo del pacchetto di solaio si suddivide in 4 cm di lastra predalle e 16 cm di blocchi di alleggerimento.

La fondazione è realizzata con una platea di 40 cm di spessore, caratterizzata da nervature laterali alte 95 cm rispetto all'estradosso della fondazione, impostata a circa -1,25 m dal piano di campagna esistente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

12.1.2. FABBRICATO TECNOLOGICO GA DI CURNO

Il fabbricato FA03 – “GA Curno” è caratterizzato da un solo piano fuori terra (per un’altezza massima in corrispondenza del colmo pari a circa 4.60 m); all’interno non sono previsti né Cabina MT/BT (e Locali Trasformatori), né Ufficio Movimento, tuttavia i relativi spazi sono comunque disponibili per un diverso utilizzo.

Il fabbricato tecnologico del GA di Curno è composto da un piano fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni pari a 33.90x6.30 m.

L’edificio sarà caratterizzato da una copertura a capanna, la cui altezza massima in corrispondenza del colmo sarà pari a circa 4.60 m (altezza sotto gronda pari a circa 3.35 m); il fabbricato sarà munito di una serie di porte di varia dimensione su 2 lati, tutte dotate di sopra luce, e di finestre a nastro di altezza pari a 0.80 m e di un locale a disposizione, caratterizzato da una porta di dimensioni 1.30x3.05 m.

Il fabbricato in oggetto è composto da sala TLC, sala ACC, sala Centralina IS, con adiacente Locale Batterie, due locali trasformatori ed un locale a disposizione (la cabina MT/BT non è prevista).

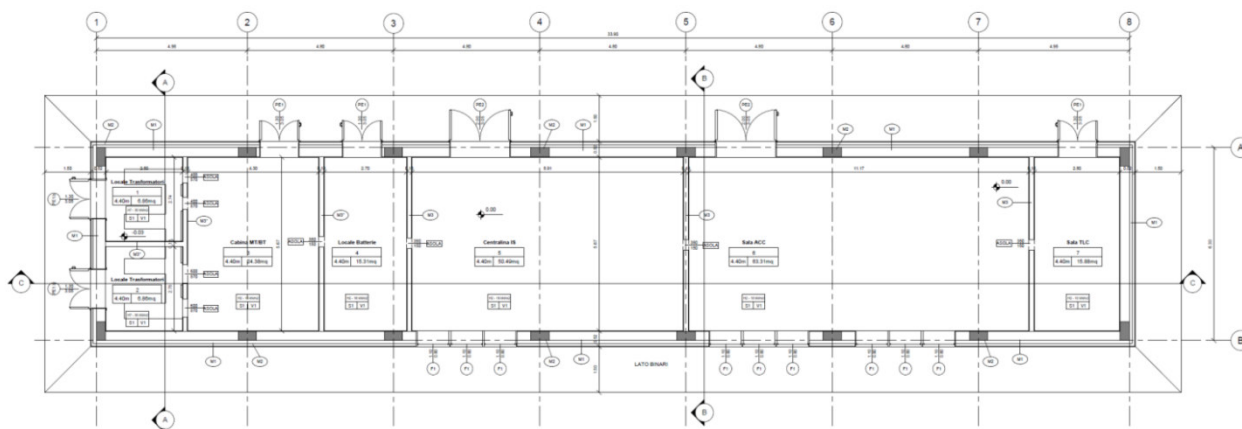


Figura 100 – Pianta Piano Terra

Nel complesso la struttura è costituita da 8 telai in cemento armato di larghezza pari a 6 m e interasse di 4.80 m. Gli elementi strutturali verticali di ciascun telaio sono due pilastri di sezione 30x60 cm, mentre in sommità è presente una capriata triangolare in cemento armato, costituita da due correnti superiori di 30x25 cm, ricalati rispetto allo spessore del solaio di copertura, e un tirante inferiore di 30x30 cm. Le travi di bordo che collegano i vari telai hanno sezione estradossata di 30x59 cm, mentre la trave di colmo ha una sezione di forma convessa pentagonale inglobata nel getto dei solai.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

Questi ultimi, orditi parallelamente alla pendenza della falda di copertura, sono realizzati con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera. Vista l'esiguità dei carichi che interessano la copertura e la ridotta luce di calcolo, non è prevista soletta superiore di ripartizione dei carichi per il solaio, il cui spessore totale è di 16 cm (12+4).

La fondazione è realizzata con una platea di 30 cm di spessore, caratterizzata da nervature laterali alte 95 cm rispetto all'estradosso della fondazione.

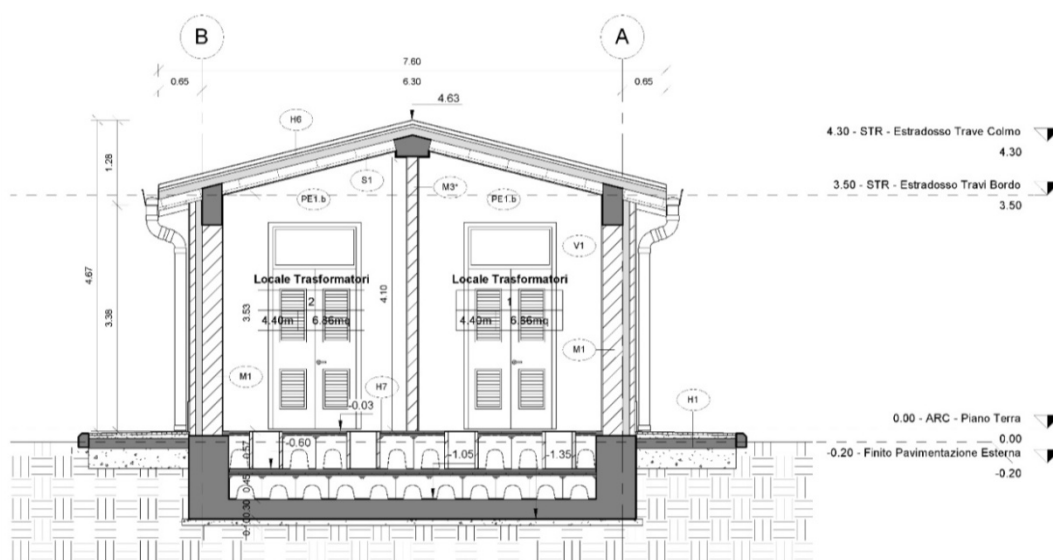



Figura 101 – Sezione Trasversale del fabbricato

12.1.3. FABBRICATO TECNOLOGICO PP/ACC DI PONTE S.PIETRO

Il fabbricato FA04 – “PP/ACC di Ponte San Pietro” è caratterizzato da un solo piano fuori terra (per un'altezza massima in corrispondenza del colmo pari a circa 4.60 m); all'interno sono previsti sia la Cabina MT/BT (e Locali Trasformatori), sia l'Ufficio Movimento, con i relativi servizi igienici.

Il fabbricato tecnologico del PP/ACC di Ponte S.Pietro è composto da un piano fuori terra, con pianta rettangolare di dimensioni pari a 38.70x6.30 m.

L'edificio sarà caratterizzato da una copertura a capanna la cui altezza massima in corrispondenza del colmo sarà pari a circa 4.60 m (altezza sotto gronda pari a circa 3.35 m); il fabbricato sarà munito di una serie di porte di varia dimensione su 2 lati, tutte dotate di sopra luce, e di finestre a nastro di altezza pari a 0.80 m.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	125 di 145

Il fabbricato in oggetto è composto da Ufficio Movimento UM con relativo antibagno e WC accessibile dall'esterno, sala TLC, sala ACC, sala Centralina IS, con adiacente Locale Batterie, sala cabina MT/BT e due locali trasformatori.

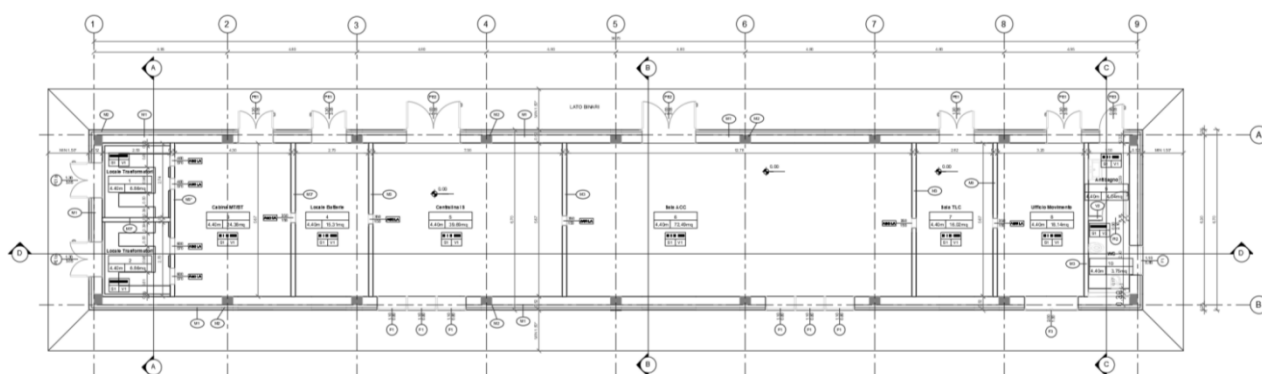


Figura 102 – Pianta Piano Terra

Nel complesso la struttura è costituita da 9 telai in cemento armato di larghezza pari a 6 m e interasse di 4.80 m. Gli elementi strutturali verticali di ciascun telaio sono due pilastri di sezione 30x60 cm, mentre in sommità è presente una capriata triangolare in cemento armato, costituita da due correnti superiori di 30x25 cm, ricalati rispetto allo spessore del solaio di copertura, e un tirante inferiore di 30x30 cm. Le travi di bordo che collegano i vari telai hanno sezione estradossata di 30x59 cm, mentre la trave di colmo ha una sezione di forma convessa pentagonale inglobata nel getto dei solai.

Questi ultimi, orditi parallelamente alla pendenza della falda di copertura, sono realizzati con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera. Vista l'esiguità dei carichi che interessano la copertura e la ridotta luce di calcolo, non è prevista soletta superiore di ripartizione dei carichi per il solaio, il cui spessore totale è di 16 cm (12+4).

La fondazione è realizzata con una platea di 30 cm di spessore, caratterizzata da nervature laterali alte 95 cm rispetto all'estradosso della fondazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

12.2. PIAZZALI

12.2.1. PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO GA01

L'area individuata per la realizzazione del nuovo fabbricato si trova nella zona di piazzale a nord-est del fabbricato viaggiatori esistente, è delimitata ad ovest della recinzione che circonda l'area di parcheggio degli autobus di linea ATB e a nord dal muro di un caseggiato. L'accesso avviene attraversando il parcheggio auto della stazione, all'estremità del quale si apre un cancello carraio che dà accesso alla proprietà ferroviaria e che verrà utilizzato per raggiungere il fabbricato.

L'area oggetto di intervento è una superficie pianeggiante di circa 1073 mq posta a quota assoluta 249.08 m s.l.m.. La pavimentazione esistente è in asfalto. L'unica recinzione presente si trova dal lato ovest che divide l'area RFI dal piazzale degli autobus ATB.

Allo stato attuale il piazzale si presenta sgombro.



Figura 103 – Area del piazzale GA01

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	127 di 145

12.2.2. PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO GA02

L'area individuata per la realizzazione del nuovo fabbricato si trova nella zona di pertinenza ferroviaria. La zona del piazzale è a sud-ovest del fabbricato viaggiatori di Bergamo. A nord il piazzale è addossato ad un muro esistente che lo delimita da un binario, mentre a ovest è presente un altro fabbricato. L'accesso avviene da Via S. Giovanni Bosco, tramite un cancello carraio che immette nella proprietà ferroviaria e che verrà utilizzato per raggiungere il fabbricato.

L'area oggetto di intervento presenta una superficie di circa 660 mq posta a quota assoluta 246.88 m s.l.m.. La pavimentazione esistente è in misto stabilizzato.


Allo stato attuale il piazzale si presenta con una parte pavimentata ed una a verde con vegetazione.



Figura 104 – Area del piazzale GA02

12.2.3. PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO DI CURNO

L'area individuata per la realizzazione del nuovo fabbricato si trova in prossimità dell'intersezione tra Via Gaetano Donizetti e Via Enrico Fermi. La zona sarà da espropriare per la sede stabile FS e sue dipendenze. L'accesso avverrà da Via Gaetano Donizetti tramite un cancello.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	128 di 145

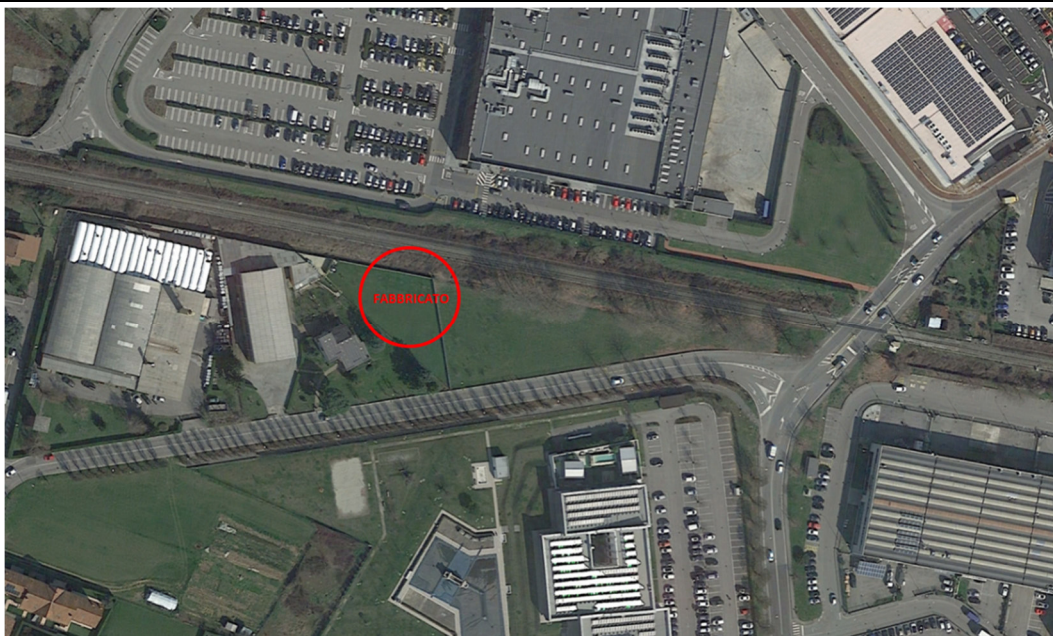


Figura 105 – Area del piazzale del fabbricato tecnologico Curno

L'area oggetto di intervento è una superficie pianeggiante di circa 1111 mq posta a quota assoluta 235.55 m s.l.m.. Il terreno esistente è inerbito con qualche albero a basso fusto. L'area è delimitata da una recinzione lungo Via Donizetti, un'altra recinzione divide l'area a verde da nord verso sud.

Allo stato attuale la zona è a verde tagliata da nord verso sud da una recinzione che divide le proprietà; il piazzale si presenta sgombro da ostacoli.

12.2.4. PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO DI PONTE S.PIETRO (PP/ACC)

L'area individuata per la realizzazione del nuovo fabbricato si trova a Nord della stazione ferroviaria di Ponte S.Pietro. La zona allo stato attuale è priva di ostacoli e allo stato attuale si presenta incolta.

L'accesso al futuro piazzale e fabbricato avverrà da Via Alessandro Manzoni tramite una nuova viabilità di accesso a destinazione particolare di lunghezza pari a 37 m. La sezione della viabilità è caratterizzata da una carreggiata di larghezza pari a 5.00 m per una larghezza complessiva della sede stradale di 6.00 m.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	129 di 145

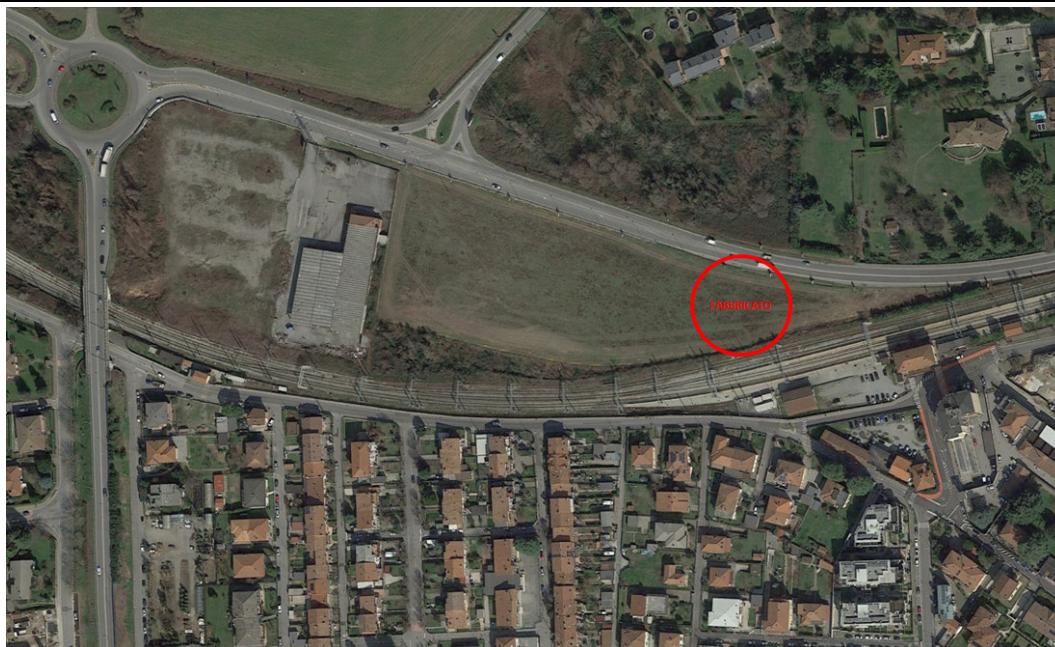


Figura 106 – Area del piazzale del fabbricato tecnologico Ponte S. Pietro

L'area oggetto di intervento è una superficie pianeggiante di circa 1311 mq posta a quota assoluta 240.40 m s.l.m.. Il terreno esistente si presenta incolto e sgombro.

12.3. PAVIMENTAZIONI DEI PIAZZALI

La pavimentazione dei nuovi piazzali di pertinenza dei fabbricati sarà realizzata con masselli autobloccanti. La pavimentazione sarà posta su di un sottofondo dimensionato per garantire, oltre alla permeabilità, anche un ottimo grado di portanza, adeguato alla movimentazione di mezzi e/o carichi importanti (ad esempio i trasformatori MT/BT) garantendone la stabilità e la forma.

La pavimentazione del marciapiede esterno al fabbricato, invece, sarà realizzata con piastrelle di cemento pressato.

Il piazzale esterno sarà attrezzato con tubazioni idrauliche per la raccolta delle acque e tubazioni impiantistiche per il passaggio delle canalizzazioni tecniche. Rientrano nelle opere riconducibili alle sistemazioni esterne di piazzale le opere civili necessarie alla predisposizione dell'alloggiamento per il GE (soletta in c.a.) ed il relativo serbatoio interrato, posato all'interno di una camera in c.a..

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

13. NUOVI SOTTOPASSI FERROVIARI E STRADE DI COLLEGAMENTO

In congruenza con gli input progettuali e nel rispetto delle indicazioni nonché esigenze emerse nel corso degli incontri effettuati con i vari Comuni interessati dal progetto del raddoppio ferroviario, si prevede la soppressione di tutti i passaggi a livello.


Sono inoltre presenti delle interferenze viarie già risolte con un cavalcaferrovia o con un sottovia per le quali si è valutata la compatibilità con il raddoppio; mentre alcune risoluzioni dei passaggi a livello sono a carico di altri progetti.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa di quanto sopra descritto.

TRATTA	PROGRESSI VA LINEA STORICA	PROGRESSIVA DI PROGETTO	NOME VIABILITÀ	WBS DI PROGETTO	TIPOLOGIA OPERA
Bergamo-Curno		1+451	via Moroni		soppressione PL - nuovo sottopasso ciclopedonale a carico di altro progetto
Bergamo-Curno		2+596	via Martin Luther King		soppressione PL - sottovia a carico di altro progetto
Bergamo-Curno		3+598	SS342		cavalcaferrovia - realizzazione opere di protezione
Bergamo-Curno		4+274	via E. Fermi	NV05	soppressione PL - viabilità di ricicatura fuori sede con sottopasso
Bergamo-Curno		5+182	via Roma	NV01	soppressione PL - nuovo sottopasso ciclopedonale
Bergamo-Montello	23+619		via Pizzo Recastello		soppressione PL - sottovia a carico di altro progetto
Bergamo-Montello	29+660		SP70 (29+503)	NV02	soppressione PL - nuovo sottovia
Bergamo-Montello	31+085		via Filzi (33+843)	NV03	soppressione PL - nuovo sottovia

13.1. VIABILITÀ E SOTTOVIA CICLOPEDONALE DI VIA ROMA - NV01

L'intervento in oggetto, di lunghezza pari a circa 193 m, prevede la realizzazione di un sottopasso ciclopedonale in sostituzione del PL esistente, permettendo al solo flusso ciclabile e pedonale l'attraversamento della linea

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	131 di 145

ferroviaria. Tale scelta è stata dettata dai vincoli presenti, dalla necessità di garantire gli accessi ai fabbricati esistenti e dal limitato spazio disponibile per la realizzazione del manufatto. L'andamento altimetrico presenta livellette di pendenza massima pari al 5.00 %. Le rampe sono composte da tratti di pendenza costante pari al 5% e lunghi 15.00 m, intervallati da pianerottoli piani di sviluppo pari a 1.50 m.

Il sottovia ciclopedonale a sezione scatolare presenta una larghezza interna pari a 3.0 m, un'altezza minima di 2.50 m e una pendenza trasversale fissa all'1%.

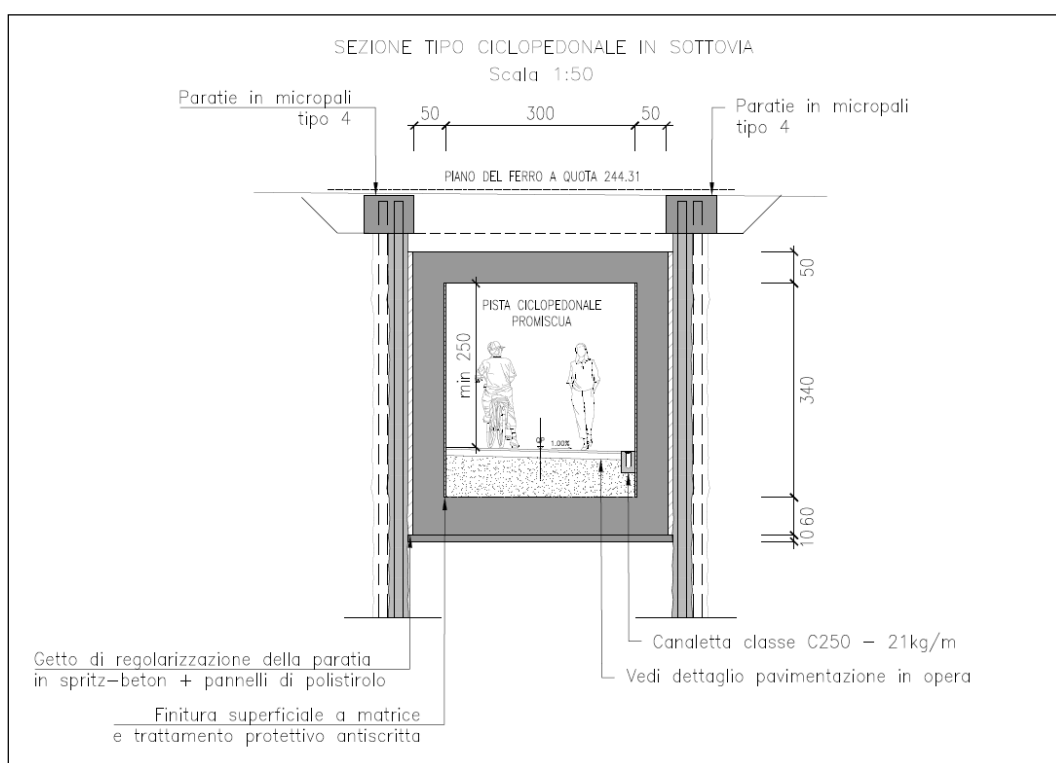



Figura 107 – Sezione tipo ciclopedonale NV01

Sono conservate delle corsie carrabili, di larghezza minima pari a 3.00 m, per servire gli accessi privati presenti a cavallo della linea ferroviaria. In aggiunta, sul lato nord ovest del tracciato è garantito un percorso carrabile che poi diventa pedonale più a sud.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

13.2. VIABILITÀ E SOTTOVIA NV02 AL KM 29+660 LS (TRATTA BERGAMO – MONTELLLO)

L'intervento in oggetto è composto da un unico asse, che si sviluppa da Sud verso Nord, sottopassando la linea ferroviaria Bergamo – Montello alla progr. 29+660 LS. L'asse stradale della nuova viabilità, localizzata nell'ambito urbano del Comune di Montello, parte dall'intersezione con via Don G. Canini e termina 500 m dopo innestandosi a nord su via Tonale (SS42).



Figura 108 – Inquadramento dell'intervento NV02

Partendo dall'intersezione con via Don G. Canini, il tracciato è caratterizzato planimetricamente da una curva destrorsa di raggio 73.3 m, curva che termina in corrispondenza dell'opera di sottopasso della ferrovia, dopodiché prosegue in rettilineo per circa 50 m, prima di curvare verso sinistra con un raccordo di 170 m e terminare poco dopo in corrispondenza di via Tonale. Gli elementi a curvatura costante sono raccordati da clotoidi, opportunamente dimensionate secondo la normativa di riferimento. Il tracciato presenta uno sviluppo complessivo pari a 500 m.

Altimetricamente il tracciato è condizionato dalle quote delle due viabilità cui si collega e ovviamente dalla quota della ferrovia Bergamo – Montello, nonché dalla quota stradale della stessa via Don G. Canini, che viene

sottopassata alla progr. 0+240. Il suo sviluppo è pertanto caratterizzato da brevissimi tratti a quota piano campagna in prossimità delle suddette due viabilità, che lasciano presto il posto alle due rampe che conducono al sottopasso, caratterizzato da una larghezza netta minima di 11.00 m. Con riferimento al verso crescente delle progressive chilometriche, le livellette presentano una pendenza massima del 7.0% in discesa e del 7.5% in salita, intervallate da una breve livelletta con pendenza 0.2%, cui le due rampe sono collegate da due raccordi altimetrici parabolici concavi, rispettivamente di raggio pari a 1500 m e 1550 m. Nel sottopasso è stata garantita l'altezza libera minima di 5.00 m sul piano carrabile, come prescritto dalla Normativa. Al suo interno, sul lato destro (est), trova posto anche un marciapiede di larghezza pari a 2.00 m. Il marciapiede si sviluppa in destra lungo tutto il tracciato di progetto, seguendo una livelletta propria, tale da garantire un franco libero minimo nel sottopasso pari a 2.50 m e una pendenza longitudinale inferiore al 5%, corrispondente al limite massimo ammesso.

La sezione tipo adottata ha come riferimento la categoria "F locale urbana", con corsie potenziate di larghezza pari a 3.50 m, per agevolare il transito dei mezzi pesanti, banchine laterali di larghezza pari a 50 cm, ed un solo marciapiede, posto sul lato destro, nel verso crescente delle progressive.

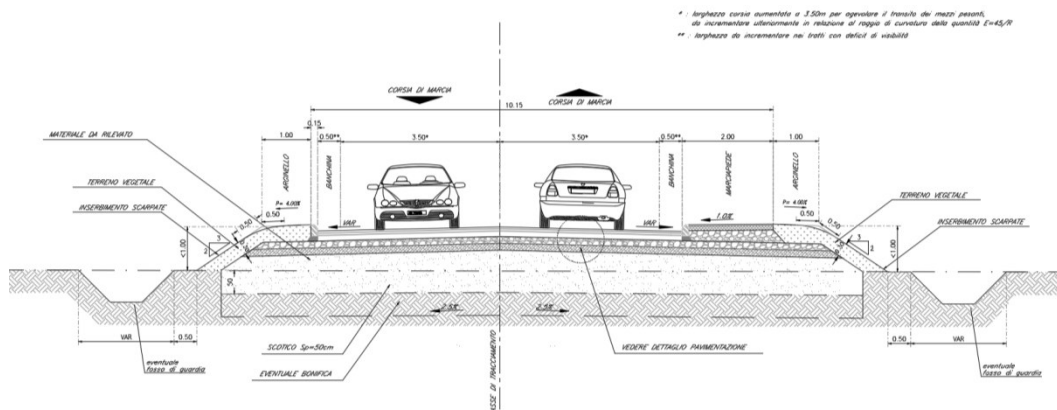


Figura 109 – Sezione tipo in rilevato della viabilità NV02

13.3. VIABILITÀ E SOTTOVIA AL KM 31+085 LS – NV03

L'intervento in oggetto è composto da un unico asse, che sviluppandosi lungo una direzione nord/ovest – sud/est sottopassa la linea ferroviaria Bergamo – Montello alla progressiva 31+085 LS. L'asse stradale in oggetto si

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO					
	ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	134 di 145

sviluppa in ambito agricolo e si collega a monte con la rotatoria posta sulla S.S.671 e a valle con l'esistente via Fabio Filzi, permettendo così a quest'ultima il collegamento diretto con la viabilità principale.

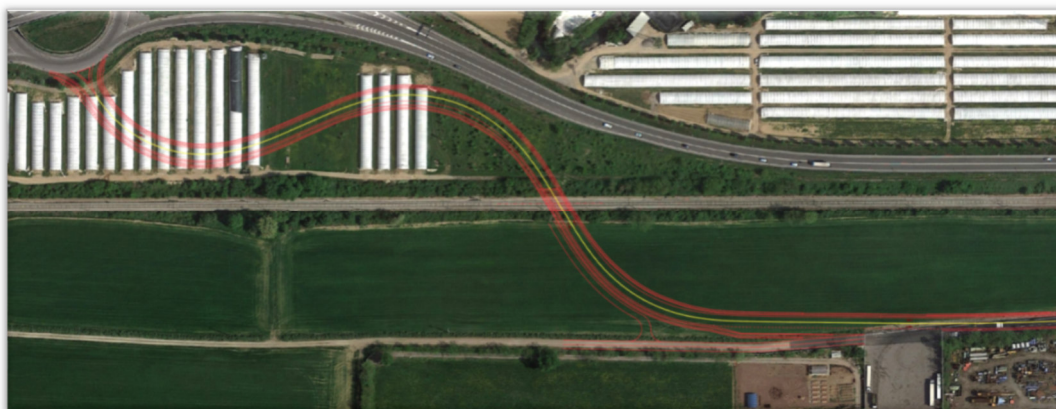


Figura 110 – Inquadramento dell'intervento NV05

Il tracciato presenta una lunghezza di circa 800 m. Per i primi 200 m si sviluppa sopra il piano campagna, leggermente in rilevato, dopodiché è caratterizzato da un tratto in trincea, confinato tra muri, per poter realizzare le rampe di sottopasso, e da un sottovia scatolare con una larghezza netta di 11.26 m. Con riferimento al verso crescente delle progressive chilometriche, le livellette presentano una pendenza massima del 6.0% in discesa e del 6.0% in salita e sono collegate da un raccordo altimetrico parabolico concavo di raggio pari a 1300 m. Nel sottopasso è stata garantita l'altezza libera minima di 5.00 m sul piano carrabile, come da richieste di Normativa. Superato il sottopasso la livelletta torna a quota del piano campagna prima di affiancarsi ad un piazzale esistente e quindi collegarsi con via Fabio Filzi.

Per consentire l'accesso ai mezzi per la manutenzione del locale pompe del sottopasso verrà realizzata una apposita pista, di larghezza pari a 4 m, collegata alla strada sterrata esistente situata a sud dell'intervento, in prossimità della progr. 0+475. Lo sviluppo complessivo è di circa 88 m.

La sezione tipo adottata è coerente con la categoria "F1 extraurbana locale". La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00 m, per una larghezza complessiva pari a 9.00 m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

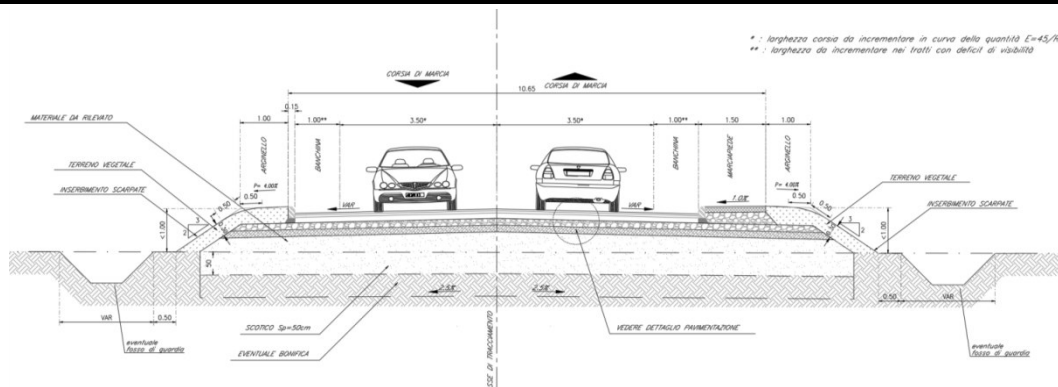


Figura 111 – Sezione tipo in rilevato della viabilità NV03

La sede stradale è stata inoltre corredata dalla presenza di un marciapiede di servizio, in destra (lato SUD), della larghezza di 1.50 m, che termina in corrispondenza del piazzale esistente, alla progr. 0+585.

13.4. VIABILITÀ DI ACCESSO AL SOTTOVIA KM 4+274 VIA ENRICO FERMI NV05

L'intervento in oggetto, compreso nelle opere dell'Appalto 2, è composto da una viabilità principale che sottopassa la linea ferroviaria Curno – Bergamo alla pk 4+274 e di un'intersezione a rotatoria a quattro rami. La viabilità principale si compone di due assi: l'asse A si sviluppa da nord verso sud su Via Fermi e sottopassa la ferrovia, mentre l'asse B permette di ripristinare l'intersezione dell'asse A con la viabilità esistente.



Figura 112 – Inquadramento dell'intervento NV05

Dal punto di vista geometrico l'asse A presenta uno sviluppo di circa 244 m ed è caratterizzato dalla presenza di rampe di sottopasso e da un sottovia a doppia vaschetta. Con riferimento al verso crescente delle progressive chilometriche, le livellette presentano una pendenza massima del 7.0% in discesa e del 6% in salita e sono collegate da un raccordo altimetrico parabolico concavo di raggio pari a 400 m. Nel sottopasso è stata garantita l'altezza libera minima di 5.00 m sul piano carrabile. I raccordi altimetrici convessi presentano raggi di 470 m e 480 m.

L'asse B partendo dalla viabilità esistente a servizio delle attività commerciali esistenti si sviluppa in direzione sud-est collegandosi all'asse A di progetto. L'asse presenta uno sviluppo di circa 66 m ed è caratterizzato con riferimento al verso crescente delle progressive chilometriche da una livelletta con una pendenza massima del 7.0% in discesa. La categoria stradale adottata è classificata secondo il D.M. 5/11/2001 come F locali ambito urbano.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

L'intersezione a rotatoria di progetto presenta un diametro esterno di 30.0 m, pertanto è classificata secondo il D.M. 19/04/2006 come "rotatoria compatta". Tale rotatoria è caratterizzata da un anello di circolazione di larghezza pari a 7.00 m con pendenza trasversale diretta verso l'esterno di 2.00 %.

La sezione tipo adottata per l'asse A è inquadrata funzionalmente come strada locale di categoria F in ambito urbano con corsie maggiorate a 3.50 m per passaggio mezzi pesanti secondo le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali di larghezza pari a 0.50, per una larghezza complessiva pari a 8.00 m. La sede stradale è corredata dalla presenza in destra di un marciapiede di larghezza variabile fino all'intersezione con l'asse B, successivamente si sviluppa una pista ciclo-pedonale rialzata rispetto al piano stradale della larghezza di 2.90 m che si estende per tutta la lunghezza dell'intervento.

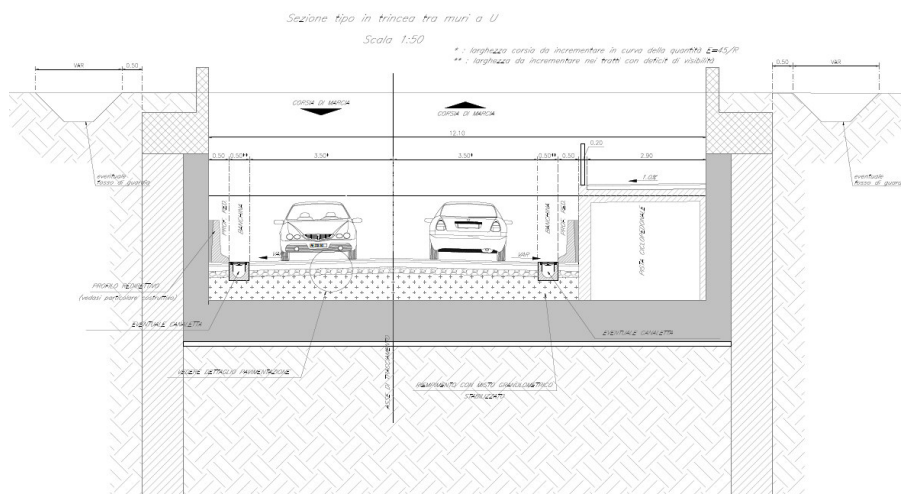


Figura 113 – Sezione tipo tra muri sull'asse A

La sezione tipo adottata per l'asse B è inquadrata funzionalmente come strada locale di categoria F in ambito urbano con corsie maggiorate a 3.50 m per passaggio mezzi pesanti. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali di larghezza pari a 0.50, per una larghezza complessiva pari a 8.00 m. La sede stradale è corredata dalla presenza di un marciapiede di larghezza variabile sul lato sinistro e una pista ciclo-pedonale della larghezza di 2.90 m sul lato destro.

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 26	RG	OC0000 001	A	138 di 145

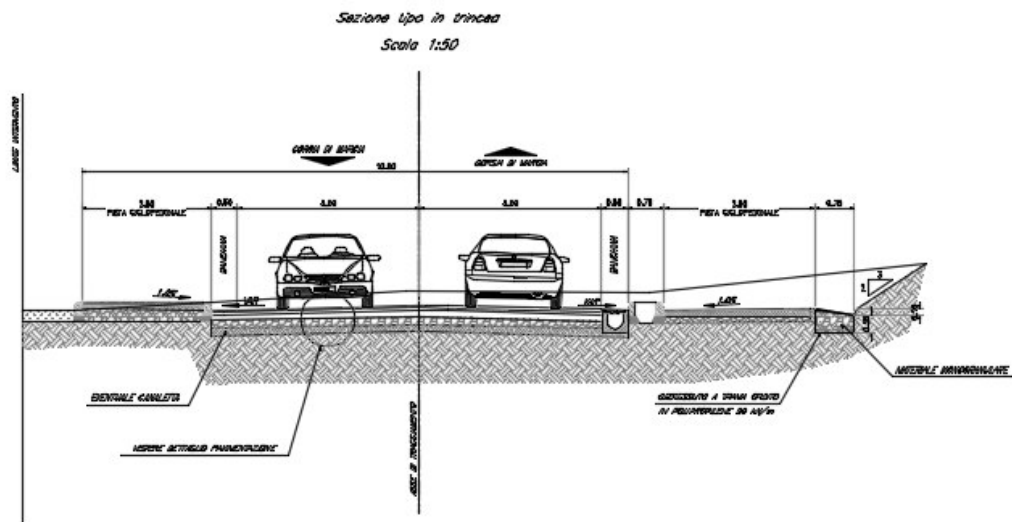


Figura 114 – Sezione tipo dell’asse B

La sezione tipo adottata per l’anello circolatorio della rotonda è caratterizzata da un anello di circolazione pari a 7.00 m con banchine laterali di 0.50 m.

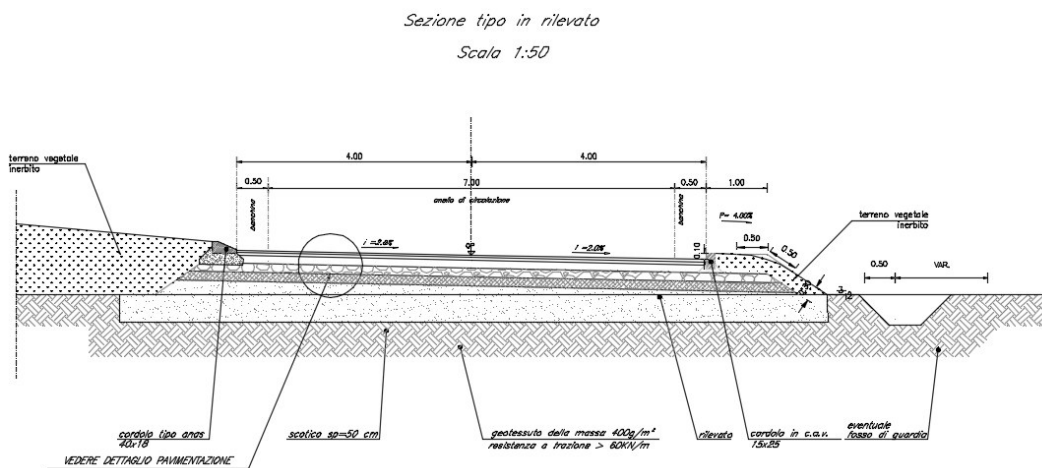


Figura 115 – Sezione tipo dell’anello circolatorio della rotonda

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

13.5. PAVIMENTAZIONI STRADALI

Il pacchetto di pavimentazione stradale adottato per le viabilità NV02, NV03 e NV05, visto l'ambito e l'uso che le caratterizzano ed in base alle caratteristiche del terreno, è composto da:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso sp = 4 cm;
- Strato di binder in conglomerato bituminoso sp = 5 cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso sp= 12 cm;
- Strato di fondazione in misto granulometrico stabilizzato sp= 15 cm;
- Strato super-compattato sp= 15 cm

per uno spessore complessivo di 51 cm.

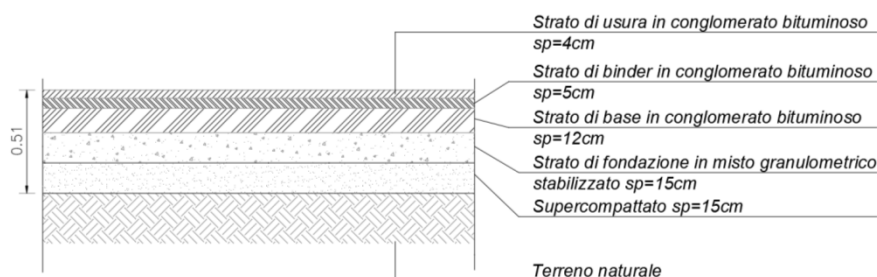


Figura 116 - Pacchetto pavimentazione stradale

Per il calcolo della pavimentazione flessibile si è preso in considerazione il modello dettato dal catalogo delle pavimentazioni stradali CNR n° 178/95 scegliendo come riferimento, sulla base di dati di input individuati (modulo resiliente, numero di passaggi di veicoli commerciali e tipologia stradale), una delle soluzioni riportate nella scheda n° 4F. La stratigrafia del pacchetto individuato è stata incrementata di 15 cm inserendo un ulteriore strato di Super-compattato rispettando così quanto imposto dal Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili 2019 -parte II Sez.5.

Il pacchetto di pavimentazione adottato per il marciapiede è invece composto da:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso sp = 3 cm;
- Strato di massetto in cls armato C20/25- rete Ø6 10x10 cm sp = 10 cm;
- Strato di fondazione in misto granulometrico stabilizzato sp = 10 cm (minimo);

per uno spessore totale di 24 cm.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

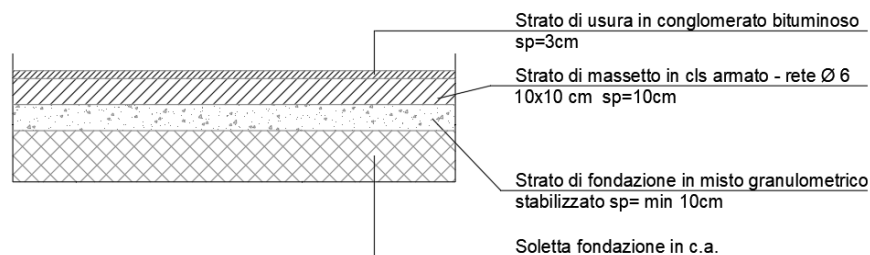


Figura 117 - Pacchetto pavimentazione del marciapiede

Per la viabilità di accesso al locale pompe il pacchetto di pavimentazione si compone di uno strato di misto stabilizzato da 20 cm steso e costipato su fondo formato da un adeguato strato di materiale da rilevato.

13.6. SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DEI SOTTOPASSI STRADALI

Le acque meteoriche defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma tramite delle canalette in calcestruzzo con griglia in ghisa sferoidale secondo la En1563-2004 e classe di carico D400.

Una volta raccolte dal sistema di canalette e di collettori le acque di piattaforma saranno portate all'impianto di sollevamento posto in corrispondenza del punto di minimo del sottopasso, ma comunque al suo esterno, seguite da un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

Le acque di prima pioggia, sono trattate ai sensi del Regolamento Regionale 24 marzo 2006, n.4 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26" e conformemente al D. Lgs n.152/2006.

L'impianto di trattamento scelto è del tipo in continuo, a servizio di parcheggi, strade, magazzini e depositi scoperti, per installazione interrata, costituito da:

- pozzetto scolmatore in monoblocco liscio di polietilene con tronchetti di entrata, by-pass per scolmare le acque eccedenti la portata di progetto e di uscita in PVC con guarnizione a tenuta e ispezione con chiusino in polipropilene;

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

- separatore di sabbie e altri sedimenti pesanti corrugato in monoblocco di polietilene, rispondente alle norme UNI EN 1825-1, dotato di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con deflettore a T e tubazione sommersa;
- vasca di separazione degli oli e idrocarburi in sospensione ed emulsionati, in monoblocco di polietilene, dimensionata secondo la norma UNI-EN 858-1, dotata di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di un percorso idraulico con presenza di filtro a coalescenza in spugna poliuretana alloggiato all'interno di un cestello in acciaio inox estraibile.

Esso vien posto a valle dell'impianto di sollevamento, è quindi dimensionato per trattare il limite imposto dalla normativa di 5 mm in 15 minuti di precipitazione.

A valle del trattamento qualitativo e a monte del recapito finale, è necessario prevedere all'accumulo ai fini della laminazione in accordo con la normativa regionale, dimensionato considerando le superfici soggette a variazione di destinazione d'uso.

Nel caso specifico le vasche di laminazione considerano il processo di infiltrazione sovrapposto alla laminazione, considerando comunque uno scarico massimo in corpo idrico recettore di 10 l/s ha. L'articolo 11 del sopracitato regolamento tratta anche delle tempistiche di svuotamento delle vasche di laminazione, per tener conto di possibili eventi meteorici ravvicinati il tempo di svuotamento dei volumi calcolati non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

14. BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI

Le aree che saranno oggetto di intervento dovranno essere, prima dell'inizio delle lavorazioni, soggette a bonifica al fine di individuare o escludere la presenza di ordigni esplosivi.

Le lavorazioni principali legate alla bonifica da ordigni bellici sono:

- taglio della vegetazione;
- bonifica di superficie (propedeutica a qualsiasi bonifica profonda) per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati, sia in terra che in acqua, fino a 100 cm di profondità dal p.c. con l'impiego di apparati rilevatori da eseguirsi su tutta l'area interessata dai lavori, più un'area di sicurezza di 1.50 m lungo il perimetro della predetta area;
- bonifica di profondità, sia in terra che in acqua, per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati spinta a tre livelli di profondità -3.0 m, -5.0 m e -7.0 m dal p.c..

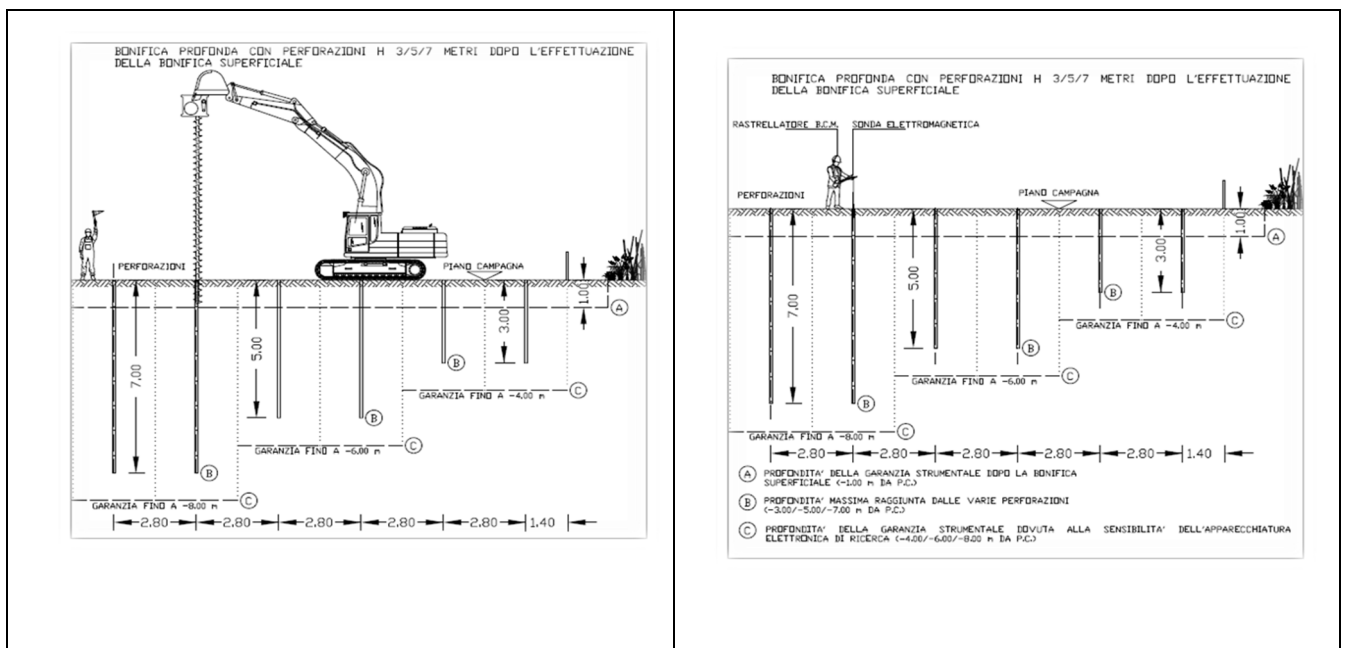


Figura 118- Schemi generali di bonifica ordigni esplosivi profonda

Le opere di progetto ricadenti nel tratto di linea interessato dal raddoppio ricadono in buona parte in aree occupate da sede ferroviaria esistente, per le quali si prevede che non sia possibile eseguire le operazioni ordinarie di bonifica superficiale e successive trivellazioni, a causa delle interferenze provocate dalla vicinanza

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

dei binari in esercizio e della presenza diffusa di anomalie magnetiche nello strato superficiale della sede ferroviaria.

Tutti gli interventi di bonifica andranno effettuati a partire da 3 m di distanza rispetto all'asse del binario esistente (base assoluta del binario esistente). La porzione del rilevato in essere ricompresa in tale distanza si considera, infatti, libera dall'eventuale presenza di ordigni, poiché attualmente e da lungo tempo soggetta all'applicazione dei carichi trasmessi dai convogli in transito. La fascia così individuata non necessita di bonifica nemmeno nel caso in cui debba essere oggetto di scavo per la formazione dello strato omogeneo di supercompattato quando il raddoppio avviene previo spostamento planimetrico di oltre 5 cm del binario esistente.


Al di fuori della suddetta fascia, le operazioni di scavo della piattaforma esistente, propedeutiche alla posa del nuovo supercompattato, saranno effettuate a mezzo di scavo meccanico a strati, indicato come "scavo cauto". Raggiunto il ciglio superiore della massicciata, lo scavo cauto sarà adottato anche per la gradonatura delle scarpate ai fini della formazione del nuovo rilevato. Lo scavo verrà eseguito mediante idonei mezzi meccanici muniti di benna liscia, con movimento lento e continuo pronto ad essere arrestato alla minima resistenza. L'avanzamento della benna del mezzo meccanico sul terreno dovrà essere controllato a vista da un rastrellatore posto a terra ed in contatto visivo con l'operatore del mezzo.

Per le parti di rilevato interessate dalla bonifica a mezzo scavo cauto la successione delle operazioni sarà la seguente:

- Taglio vegetazione (solo sulle scarpate);
- Effettuazione di bonifica superficiale preventiva;
- Scavo cauto per i volumi da asportare ai fini della posa del nuovo supercompattato e, raggiunto il ciglio superiore della massicciata, per la gradonatura delle scarpate esistenti;
- Nuova bonifica superficiale alla quota raggiunta dallo scavo;
- Bonifica profonda fino a raggiungere i 5 m di profondità, con perforazioni a maglia 2.8x2.8 m.

Nelle aree residue d'intervento non occupate attualmente da sede ferroviaria si procederà con le operazioni ordinarie di bonifica (superficiale più trivellazioni), raggiungendo le profondità di 3, 5 e 7 m.

Si rimanda alle specifiche relazioni ed elaborati grafici per i valori delle aree da bonificare.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A

15. DEMOLIZIONI

Nell'ambito degli interventi di raddoppio della linea ferroviaria Ponte San Pietro – Bergamo – Montello è prevista la demolizione di una serie di opere collocate in adiacenza alla sede ferroviaria interessata dalle alavorazioni. Si riporta di seguito un elenco delle varie opere che saranno demolite e si rimanda agli elaborati specifici per maggiori dettagli.

Demolizione di fabbricati in muratura, ricoveri attrezzi o tettoie collocate in adiacenza alla sede ferroviaria:

Identificativo	Tipologia fabbricato	Pk	Superficie [mq]	Volume [mc]
Fabbricato n°001	Ricovero attrezzi	4+677	20.38	46.87
Fabbricato n°002	Ricovero attrezzi	4+665	12.99	29.88
Fabbricato n°003	Ricovero attrezzi	4+636	65.01	149.53
Fabbricato n°004	Fabbricato in muratura	4+214	45.90	123.93
Fabbricato n°005	Ricovero attrezzi	3+182	61.08	140.48
Fabbricato n°006	Ricovero attrezzi	3+078	26.80	61.64
Fabbricato n°007	Ricovero attrezzi	2+735	102.14	234.92
Fabbricato n°008	Ricovero attrezzi	2+696	19.78	45.50
Fabbricato n°009	Fabbricato in muratura	2+585	55.99	303.34
Fabbricato n°010	Ricovero attrezzi	2+575	79.72	183.35
Fabbricato n°011	Ricovero attrezzi	2+575	29.74	68.40
Fabbricato n°012	Cabina controllo PL in cls	1+443	6.18	14.22

Tabella 15.I – *Elenco delle fabbricati da demolire*

Demolizione di opere d'arte: ponticello ferroviario in c.a. posto alla pk 3+338 e passerella pedonale posta alla pk 3+562.

Demolizione dei passaggi a livello a seguito del raddoppio della linea Ponte San Pietro – Bergamo – Montello ed il ripristino delle viabilità stradali di attraversamento della linea ferroviaria. E' prevista la demolizione dei PL di via Roma e di via Fermi in comune di Curno e del PL di via Filzi al confine fra i comuni di Montello e San Paolo D'Argon.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO-BERGAMO-MONTELLLO</p> <p>ELABORATI GENERALI</p>					
<p>Relazione tecnica generale opere civili</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NB1R</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 26</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>OC0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>145 di 145</p>

E' prevista inoltre la demolizione di una serie di **tombini idraulici** di attraversamento della linea ferroviaria, di **muri** posti in zone di interferenza con le opere di progetto e di **recinzioni** esistenti poste lungo la sede ferroviaria attuale.