

Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile



FERROVIENORD
FNM GROUP



NORD_ING
FNM GROUP

CODICE
COMMESSA

Q 0 3

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.
207/10

b

PROGRESSIVO
ELABORATO

0 0 4

CATEGORIA
OPERA

I T

NUMERO
OPERA

0 0

REVISIONE

R 1

SCALA

-

AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DEL
NODO DI BOVISA - COMUNE DI MILANO
Progetto definitivo

RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE
RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	Apr. 2022	NUOVO LAYOUT FABBRICATO VIAGGIATORI		
	0	Ott. 2020	Prima emissione		

NORD_ING

FERROVIENORD

Progettista



NORD_ING
FNM GROUP

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO

DATA

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE	4
3. DESCRIZIONE INTERVENTO.....	6
4. Opere civili.....	8
4.1. Opere civili	8
4.2. Opere architettoniche.....	8
4.3. Opere di demolizione	10
4.4. Opere di sostegno degli scavi	10
4.4.1. Paratia di pali “PR01” (WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione).....	12
4.4.2. Paratia di pali “P01” (WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione).....	14
4.4.3. Paratia di pali “PR02” (WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione).....	15
4.4.4. Paratia di micropali “PM01” (WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione)	16
4.4.5. Muro di sostegno “MS07” (WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli)	17
4.4.6. Paratia “PR03” (WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli)	18
4.4.7. Paratia “PR04” (WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli)	19
4.4.8. Muro di sostegno “MS08” (WBS Via Siccoli – Cavalcaferrovia linea RFI).....	20
4.4.9. Muro di sostegno “MS09” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez).....	21
4.4.10. Muro di sostegno “MS10” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez).....	22
4.4.11. Muro di sostegno “MS11” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez).....	23
4.4.12. Paratia di micropali “PM02” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez)	23
4.4.13. Paratia “PR05” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez).....	24
4.4.14. Materiali	26
4.5. Opere di sostegno dei rilevati ferroviari	27
4.5.1. Muro di sostegno “MS01” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)	28
4.5.2. Muro di sostegno “MS02” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)	30
4.5.3. Muro di sostegno “MS03” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)	32
4.5.4. Muro di sostegno “MS04” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)	33
4.5.5. Muro di sostegno “MS05” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)	34
4.5.6. Muro di sostegno “MS06” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)	35

4.5.7. <i>Materiali</i>	36
4.6. Nuovo manufatto scatolare.....	37
4.6.1. <i>Fasi realizzative</i>	40
4.6.2. <i>Materiali</i>	41
4.7. Manufatto di scavalco sulla Linea RFI.....	42
4.7.1. <i>Pile manufatto di scavalco RFI</i>	44
4.7.2. <i>Spalle manufatto di scavalco RFI</i>	45
4.7.3. <i>Fasi realizzazione</i>	46
4.7.4. <i>Materiali</i>	47
4.8. Nuovo manufatto a spinta per attraversamento cavalcaferrovia linea RFI.....	48
4.8.1. <i>Fasi realizzazione</i>	49
4.8.2. <i>Materiali</i>	50
4.9. Nuova passerella ciclopedonale di scavalco su linea FNM.....	51
4.9.1. <i>Materiali</i>	55
4.10. Adeguamento della viabilità locale	56
4.10.1. <i>Deviazioni provvisorie</i>	56
4.10.2. <i>Viabilità di progetto</i>	59
5. RACCOLTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	62
5.1.1. <i>Tratte ferroviarie</i>	62
6. CANTIERIZZAZIONE	65
6.1. WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione.....	65
6.1.1. <i>Sezione dei nuovi binari in rilevato</i>	65
6.1.2. <i>Sezione in corrispondenza del nuovo manufatto di scavalco (passantino)</i>	66
6.1.3. <i>Sezione in corrispondenza della SSE</i>	67
6.2. WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli.....	68
6.2.1. <i>Sezione in uscita dalla stazione in corrispondenza della rotatoria su via Siccoli</i>	68
6.2.2. <i>Sezione in corrispondenza della paratia “PR04”</i>	69
6.3. WBS cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez	70
6.3.1. <i>Sezione in corrispondenza del muro di sostegno “MS09”</i>	70
6.3.2. <i>Sezione in corrispondenza della passerella di via Lopez</i>	71

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le caratteristiche tecniche delle opere civili relative agli interventi necessari per l'ammodernamento ed il potenziamento del “**NODO DI BOVISA**”, nel Comune di Milano.

Gli interventi necessari per l'ammodernamento ed il potenziamento del **NODO DI BOVISA** sono finalizzati al superamento delle criticità manifestate dall'impianto nell'attuale configurazione, in accordo con le attività definite nell'ambito dell'“*Aggiornamento della Programmazione degli interventi per gli investimenti sulla rete in concessione a FERROVIENORD S.p.A. di cui al Contratto di Programma sottoscritto il 28 luglio 2016 (L.R. N. 11/2009)*” approvato con Deliberazione Giunta Regionale del 28 dicembre 2017 – n. X/7645.

In particolare l'intervento rientra nelle previsioni di cui alla Parte 2 - Tabella B, Interventi prioritari e urgenti – Ammodernamento e potenziamento infrastrutturale, priorità 2: “*Nodo di Bovisa: Potenziamento infrastrutturale e tecnologico del nodo. (Intervento attivabile per Lotti funzionali subordinatamente alla disponibilità e alla erogabilità delle risorse finanziarie)*”.

In particolare l'Allegato 2.1_Parte 2 - “*Relazione programma investimenti*” prevede che “*Per il nodo di Bovisa, cardine del sistema gravitante sul Ramo Milano, si prevede l'ammodernamento ed il potenziamento infrastrutturale tramite un sistema di interventi, realizzabili per lotti funzionali, atti a potenziare ed a implementare la regolarità del servizio*”.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Sviluppatasi come zona industriale periferica di Milano, con lo stabilimento Candiani, realizzato nel 1882 per la produzione di acido solforico, divenuto poi parte del gruppo chimico Montecatini, alla fine del XX secolo il quartiere subisce un declino dovuto allo smantellamento delle molte industrie che risiedevano nella zona.

Il conseguente degrado del quartiere è stato recentemente parzialmente arginato dall'insediamento del polo universitario del Politecnico di Milano che rappresenta oggi una delle attività più importanti di questa ex zona industriale.

Il polo universitario è diviso in due campus, quello est per la Facoltà del Design (ricavato nelle strutture della ex Ceretti e Tanfani) e quello ovest per Ingegneria.

Un carattere distintivo del quartiere e simbolo del passato industriale dell'area è la presenza delle strutture dei gasometri, ormai dismessi, quale esempio di archeologia industriale.

In tale contesto si colloca la stazione FERROVIENORD di Milano Bovisa, realizzata, nella sua configurazione attuale, nel corso degli anni '90 nell'ambito dei lavori di quadruplicamento della tratta ferroviaria Bovisa-Saronno.



Figura 1 – Foto aerea delle aree d'intervento.

La stazione di Bovisa gestisce attualmente l'intero traffico ferroviario del ramo Milano della rete FN ad esclusione della linea Seregno - Saronno.

Attualmente il traffico ferroviario conta circa 750 corse nei giorni feriali, oltre agli invii a vuoto, principalmente da/per il capolinea di Cadorna, su un arco di servizio di 21 ore giornaliere (dalle 4.30 alla 1.30 circa).

A Bovisa convergono infatti sia i numerosi servizi provenienti da Milano Cadorna, sia quelli provenienti dal Passante.

Tali flussi subiscono nella stazione di Bovisa un primo “smistamento” tra la linea per “Seveso e la Brianza” e la linea per “Saronno”. Sono inoltre attualmente presenti presso l’impianto anche servizi attestati relativi alle linee suburbane S12 e S13.

La stazione di Bovisa riveste pertanto un ruolo strategica sia dal punto di vista della regolazione della circolazione ferroviaria, sia dal punto di vista del servizio, svolgendo il ruolo di “Stazione Porta” all’area milanese. A Bovisa infatti i passeggeri possono interscambiare, ad esempio, tra i servizi provenienti dalle linee di Saronno e quelli per Seveso-Asso e tra servizi “diretti” e linee S per la penetrazione capillare nel capoluogo.

Malgrado sia un impianto di realizzazione relativamente recente (inizio anni '90) e di concezione “moderna”, Bovisa mostra già da tempo numerosi limiti, in parte strutturali, in parte dovuti al fatto che è stata utilizzata con modelli di esercizio differenti da quelli per i quali era stata concepita.

Il limiti dell’impianto di Bovisa si sono accentuati nel tempo, dapprima con l’attivazione dell’orario del dicembre 2004, che ha segnato un vero e proprio salto quali/quantitativo soprattutto nei servizi da/per il Passante, e successivamente con l’attivazione dei quattro binari sulla tratta per Cadorna, che annullando le penalizzazioni a valle di Bovisa, ha manifestato con maggiore evidenza i limiti propri dell’impianto.

3. DESCRIZIONE INTERVENTO

Il presente paragrafo descrive sinteticamente i diversi interventi previsti sull'impianto di Bovisa, studiati per ridurre le limitazioni dell'impianto e metterlo in condizioni di sopportare gli ulteriori sviluppi del modello di esercizio.

Il progetto complessivo interessa circa 2,5 Km di linea e prevede:

- la realizzazione di quattro nuovi binari che consentano di aumentare la capacità di stazione (portando il coefficiente di occupazione dall'attuale 1,04, calcolato con implementazioni dei servizi S12 ed S13, allo 0,86, valutato considerando anche l'introduzione dell'attestamento delle linee S8 e S18);
- la realizzazione di opere civili di contenimento e sostegno per l'incremento del numero di binari previsti;
- la realizzazione di un nuovo sottopasso che consente il collegamento del nuovo binario "-1" al "passantino" esistente e contemporaneamente lo scavalco dei nuovi binari "-2" e "-3" in direzione Cadorna;
- la realizzazione di un nuovo ponte sulla rete RFI in affiancamento all'esistente;
- la realizzazione di un nuovo sottopasso a spinta in corrispondenza del cavalcaferrovia esistente ad archi della linea RFI;
- la realizzazione della nuova passerella ciclopedonale di via Lopez di scavalco della linea FN;
- l'adeguamento e la riqualifica della viabilità locale (Via Mariani, Via Siccoli e rotatoria) nel tratto adiacente l'area di intervento sia lato Milano che lato Saronno;
- la realizzazione della nuova sottostazione elettrica, conseguente alla demolizione di quella esistente;
- l'ampliamento del fabbricato viaggiatori con riqualifica e razionalizzazione del piazzale a livello mezzanino lato Milano attualmente adibito ad area di parcheggio ed accesso utenti;
- realizzazione di una nuova cabina di stazione;
- realizzazione di nuovi accessi ciclopedonali al fabbricato viaggiatori;
- realizzazione impianti di raccolta e trattamento delle acque meteoriche;
- opere per la risoluzione delle interferenze;

- sostituzione dell'attuale ACEI statico (Apparato Centrale Elettrico a Itinerari) con un nuovo ACCM (Apparato Centrale Computerizzato Multistazione);
- modifica delle comunicazioni lato Saronno per la linea diretta locale (consentendone l'indipendenza) e lato Cadorna tra binario pari e binario dispari della linea diretta;
- realizzazione di impianti a servizio dei binari e delle opere previste.

4. OPERE CIVILI

4.1. Opere civili

Con riferimento alla planimetria generale sotto illustrata, il progetto di ampliamento della sede ferroviaria comporta la realizzazione di opere ed interventi che possono essere così classificati:

- Opere di demolizione;
- Opere di contenimento degli scavi;
- Opere di sostegno dei rilevati ferroviari;
- Nuovo manufatto scatolare di collegamento tra il nuovo binario –IV e il “passantino” e di scavalco della linea RFI in direzione Milano- Cadorna;
- Nuovo manufatto a spinta per attraversamento cavalcaferrovia RFI su linea FNM;
- Nuova passerella ciclopedonale di scavalco su linea FNM;
- Adeguamento della viabilità locale lungo le vie Siccoli, Mariani, Negri e Lambruschini.

4.2. Opere architettoniche

Con riferimento alla planimetria generale sotto illustrata, il progetto di ampliamento della sede ferroviaria comporta la realizzazione di opere architettoniche (descritte nella specifica relazione Tecnica) che possono essere così classificate:

- Nuova sottostazione elettrica (S.S.E);
- Ampliamento del fabbricato di stazione Milano Bovisa e riqualificazione piazzale lato Milano.

Le opere e gli interventi elencati come “Opere civili” sono descritti in seguito. Ulteriori dettagli circa le caratteristiche dimensionali delle opere e le soluzioni tecniche adottate sono riportati negli specifici elaborati di progetto delle opere civili.

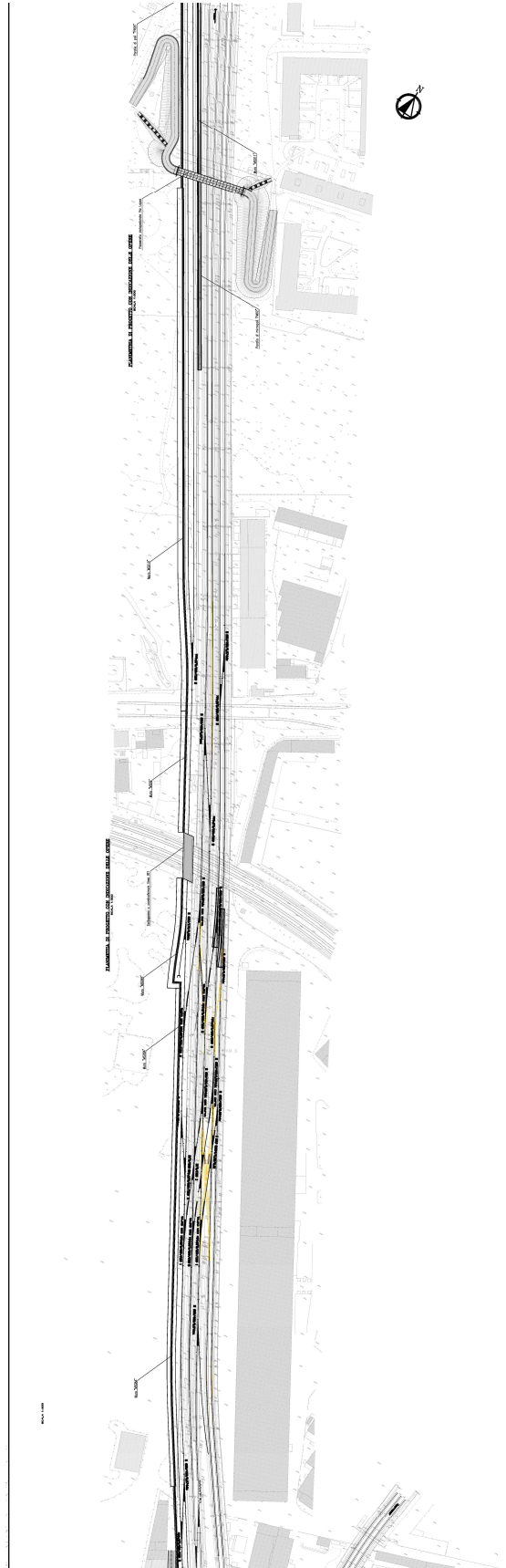
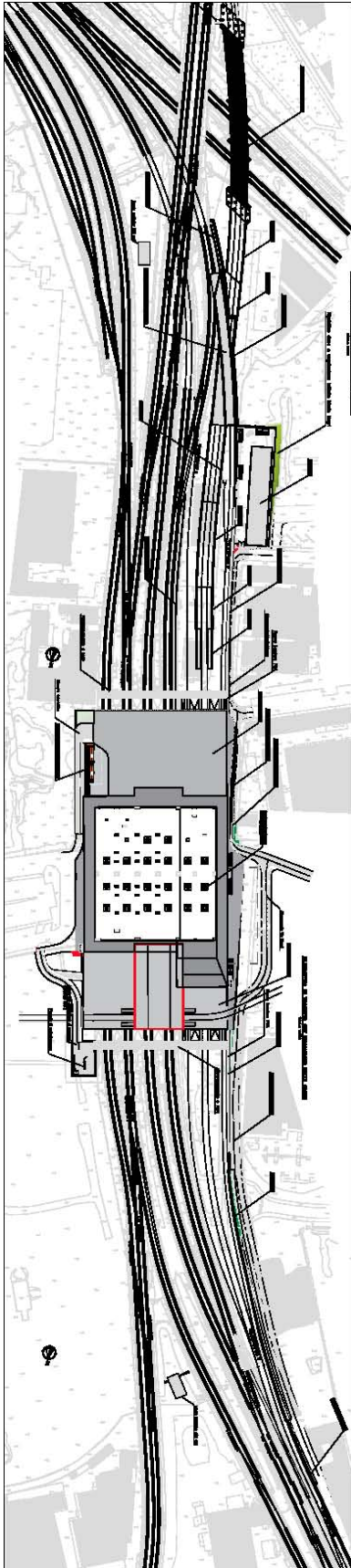


Figura 2 – Planimetria generale degli interventi

4.3. Opere di demolizione

Preliminarmente alle altre lavorazioni sono previste demolizioni di opere e manufatti lungo l'area di progetto. Con riferimento alla planimetria delle demolizioni sotto illustrata, il progetto di ampliamento della sede ferroviaria comporta la realizzazione dei seguenti interventi di demolizione:

- Demolizioni n. 8 manufatti (interrati e fuori terra) nelle aree adiacenti alla Stazione;
- Demolizione muri per una lunghezza complessiva di circa 2.510 metri;
- Demolizione muri con FOA per una lunghezza complessiva di circa 75 metri;
- Demolizione muretti per una lunghezza complessiva di circa 60 metri;
- Demolizione tubazioni e vasche sotterranee nell'area ad ovest della Stazione di Bovisa;
- Demolizione Locale tecnico area ad est della Stazione di Bovisa;
- Demolizione rampa ciclopedonale di Via Lopez.

4.4. Opere di sostegno degli scavi

Lungo tutta la tratta di intervento, per uno sviluppo pari a circa 2,75 km, sono previste opere di contenimento dello scavo necessario per la posa dei nuovi binari che presentano un piano ferro inferiore rispetto al p.c. locale.

Per il contenimento degli scavi vengono utilizzati paratie di pali e muri in c.a. gettati in opera ove consentito dagli spazi disponibili. Localmente, dove l'esecuzione degli scavi necessita del presidio di strutture o infrastrutture esistenti, si prevede l'impiego di paratie di micropali con funzione di sostegno provvisorio

In base alla suddivisione in WBS del progetto si elencano le opere di contenimento degli scavi:

- Tratto Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione:
 - Paratia di pali "PR01";
 - Paratia di pali provvisoria "P01";
 - Paratia di pali "PR02";
 - Paratia di micropali "PM01";
- Tratto Fabbricato di Stazione – Via Siccoli:

- Muro di sostegno “MS07”;
- Paratia di pali “PR03”;
- Paratia di pali “PR04”;
- Tratto Via Siccoli – Cavalcaferrovia linea RFI:
 - Muro di sostegno “MS08”;
- Tratto Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella ciclopedonale di Via Lopez:
 - Muro di sostegno “MS09”;
 - Muro di sostegno “MS10”;
 - Muro di sostegno “MS10”;
 - Paratia di pali “PR05”;
 - Paratia di micropali “PM02”.

4.4.1. Paratia di pali "PR01" (WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione)

La paratia di pali "PR01" si estende dalla Progr. 3+722.87 (IV) alla Progr. 3+770.04 (IV) ed ha uno sviluppo complessivo di 48,17 metri. È costituita da n.40 pali in c.a. Ø1000mm, con interasse pari ad 1,20 m e lunghezza 18,00 m.

Il cordolo di testa in c.a. della paratia presenta dimensioni di 1,30x1,00m.

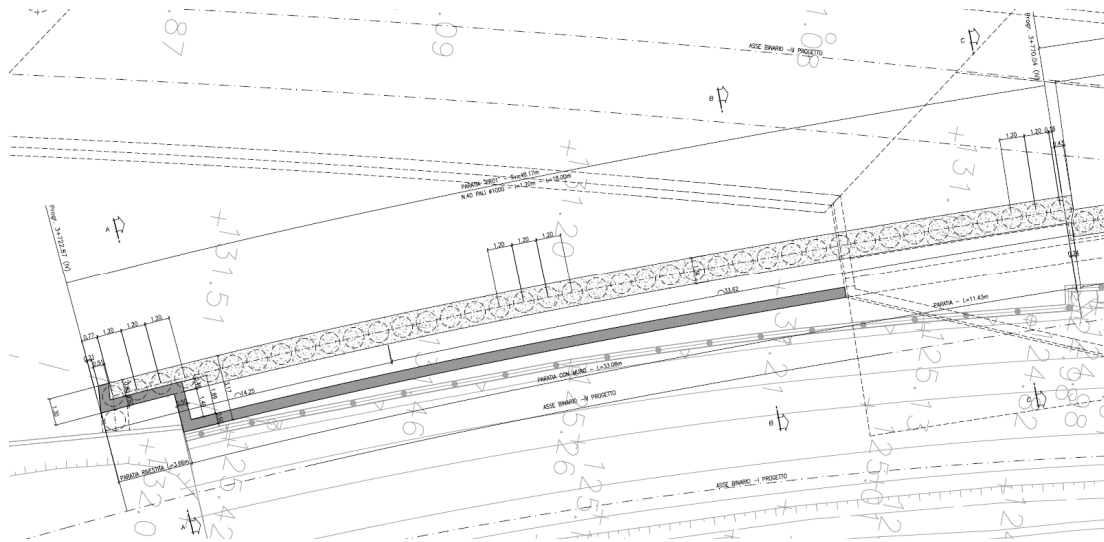


Figura 3 – Planimetria PR01

Nel primo tratto, di lunghezza pari a 3,66 m, il cordolo di testa viene sagomato con un'altezza massima di 1,50 m per installare la recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), in pannelli 202x100cm. In questo tratto la paratia è rivestita con pannelli prefabbricati con spessore di 7cm (L= 3,66m) per un'altezza di 5,70 m.

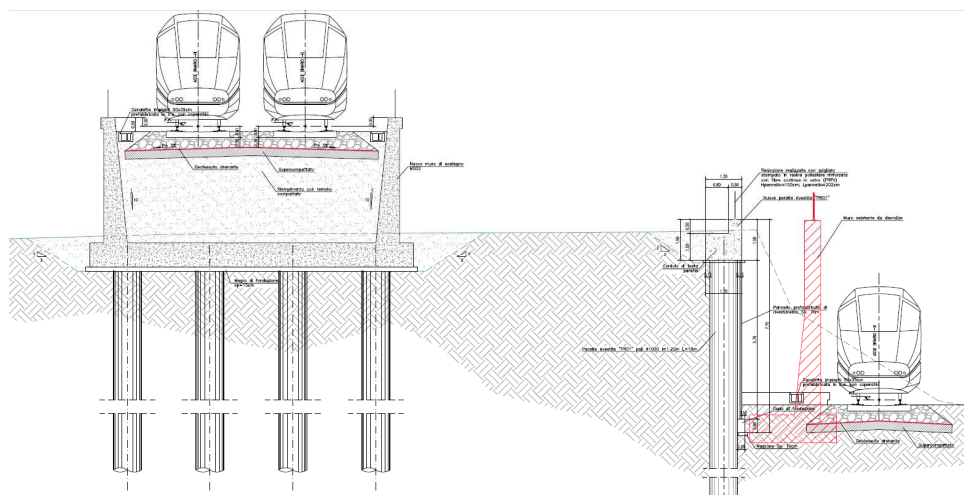
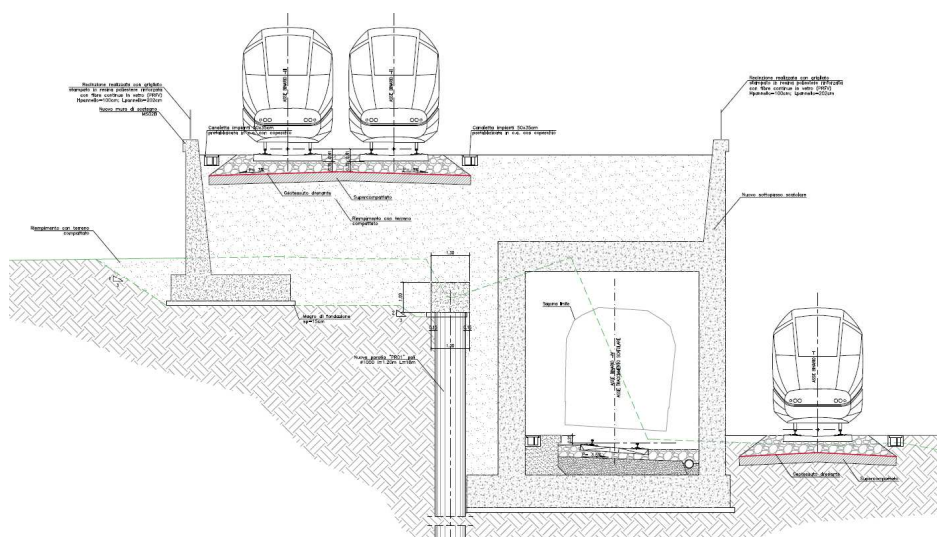


Figura 4 – Sezione in corrispondenza della PR01 – tratto con recinzione

Nel tratto finale in direzione nord, di lunghezza pari a 11,43 m, la paratia si posiziona in parallelo al manufatto scatolare di scavalco binari –II e –III. Presenta un cordolo di testa con dimensioni di 1,30x1,00m e non prevede l'installazione di rivestimenti o recinzioni.



13 di 71

4.4.2. Paratia di pali “P01” (WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione)

La paratia provvisoria di pali “P01” si estende dalla Progr. 3+770.04 (IV) alla Progr. 3+863.38 (IV) ed ha uno sviluppo complessivo di 98,22 metri. È costituita da n.82 pali in c.a. Ø1000mm, con interasse pari ad 1,20 m e lunghezza 18,00 m.

Il cordolo di testa in c.a. della paratia presenta dimensioni di 1,30x1,00m.

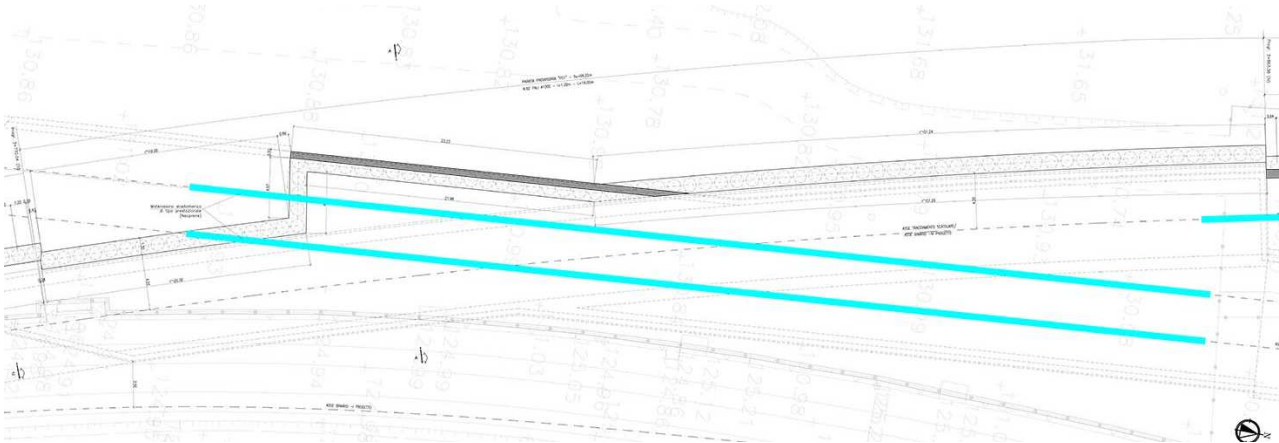


Figura 7 – Planimetria P01

La paratia P01 viene realizzata per permettere la demolizione del muro di sostegno esistente e la realizzazione del nuovo manufatto scatolare del binario –IV per lo scavalco dei binari –II e –III.

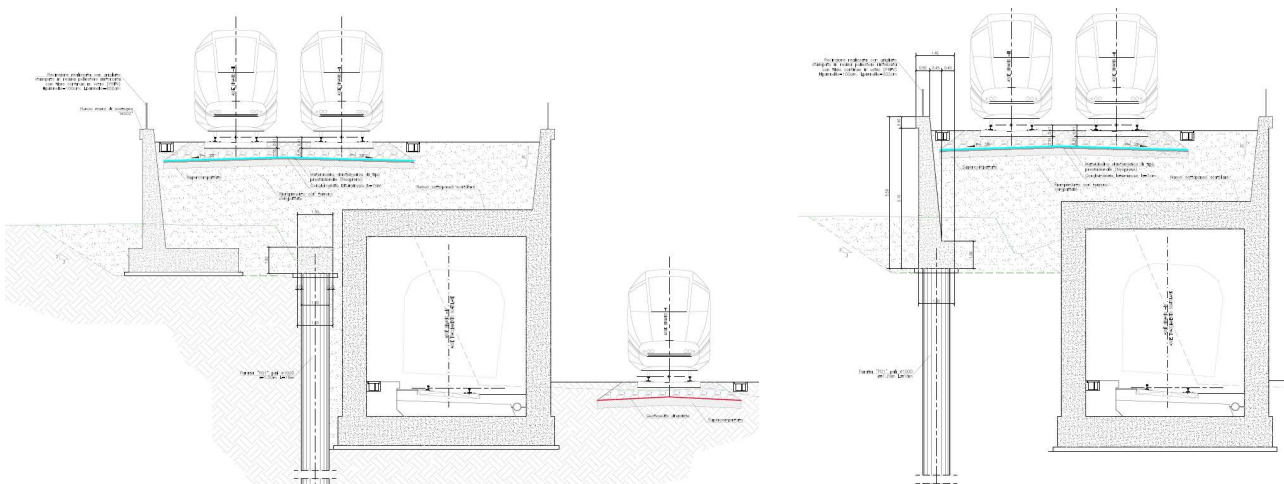


Figura 8 – Sezioni P01

4.4.3. Paratia di pali “PR02” (WBS Ponte su linea RFI – Fabbicato di Stazione)

La paratia di pali “PR02” si estende dalla Progr. 3+863.38 (IV) alla Progr. 4+057.01 (IV) ed ha uno sviluppo complessivo di 193,58 metri. È costituita da n.161 pali in c.a. Ø1000mm, con interasse pari ad 1,20 m e lunghezze variabili in base ai tratti.

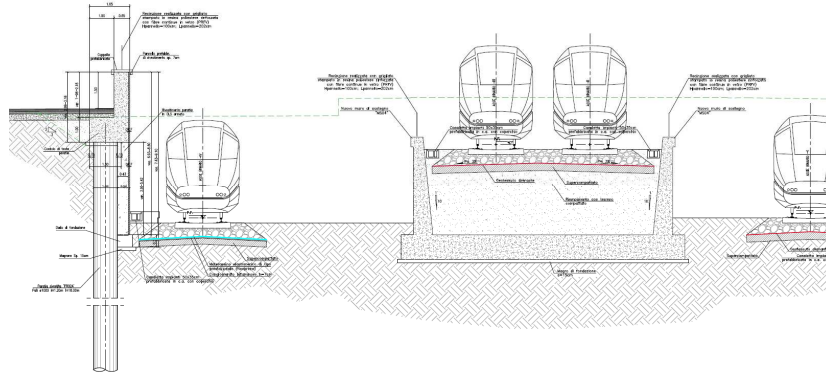


Figura 9 – Sezione PR02A

Il primo tratto, “PR02A” (3+863.38 – 3+943.47), presenta uno sviluppo pari a 80,28 m. La paratia, costituita da n.67 pali in c.a. Ø1000, interasse 1,20 m e lunghezza 18,00 m, presenta un rivestimento in cls armato e pannelli prefabbricati con spessore di 7cm (h variabile). In questo tratto il cordolo di testa della paratia prevede la realizzazione di un muro in c.a. con altezza variabile (h=1,50 fuori dal piano stradale) per l’installazione della recinzione con grigliato stampato in resina poliester rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannelli 202x100cm.

Il secondo tratto, “PR02B” (3+943.47 - 4+057.01), presenta una lunghezza di 113,30 m. La paratia, costituita da n.94 pali in c.a. Ø1000, interasse 1,20 m e lunghezza 15,00 m, presenta un rivestimento in cls armato e pannelli prefabbricati con spessore di 7cm (h variabile=5,45-7,43m). Sul cordolo di testa è prevista la realizzazione di un muro in c.a. con altezza variabile (h=1,50 fuori dal piano stradale) su cui sono installate barriere FOA.

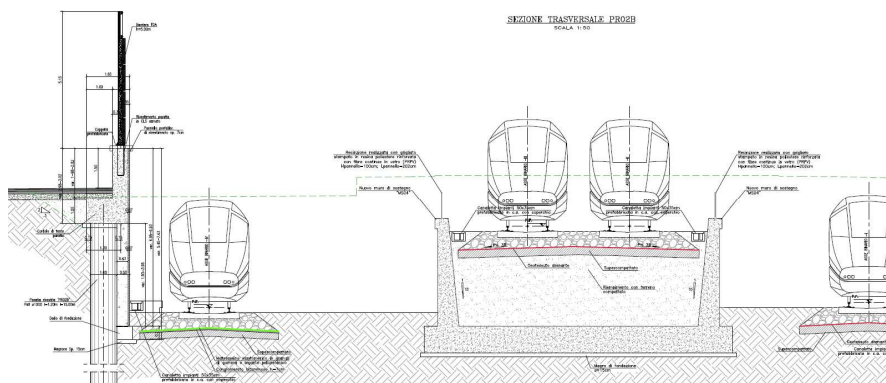


Figura 10 – Sezione PR02B – FOA

4.4.4. Paratia di micropali "PM01" (WBS Ponte su linea RFI – Fabbicato di Stazione)

La paratia "PM01" si sviluppa dal fabbricato di stazione in direzione Milano tra i binari esistenti ed il binario -I di progetto.

Ha uno sviluppo complessivo di 147,16 metri ed è costituita da micropali in c.a. Ø240mm, tubo met. Ø168.3mm, sp.1 0mm, con interasse pari ad 0,40 m e lunghezza 6,00 m.

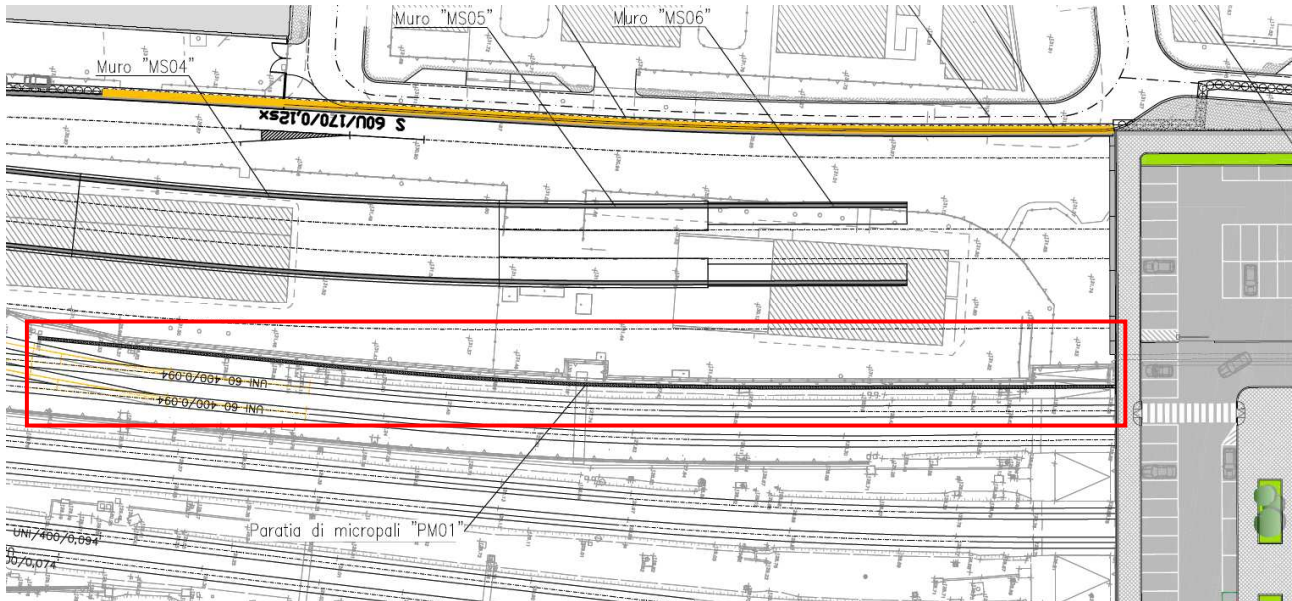


Figura 11 – Planimetria generale con inquadramento PM01

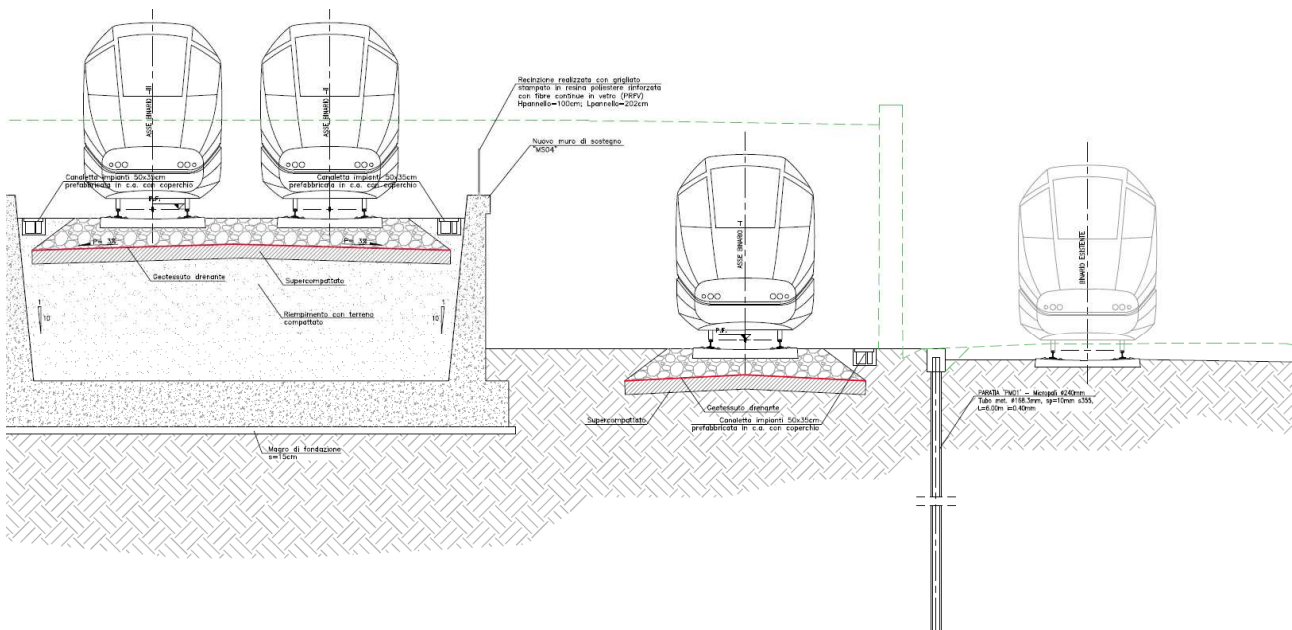


Figura 12 – Sezione PM01

4.4.5. Muro di sostegno “MS07” (WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli)

Il muro “MS07” si estende dalla Progr. 4+370.30 (IV) alla Progr. 4+547.59 (IV) ed ha uno sviluppo complessivo di 175,50 metri.

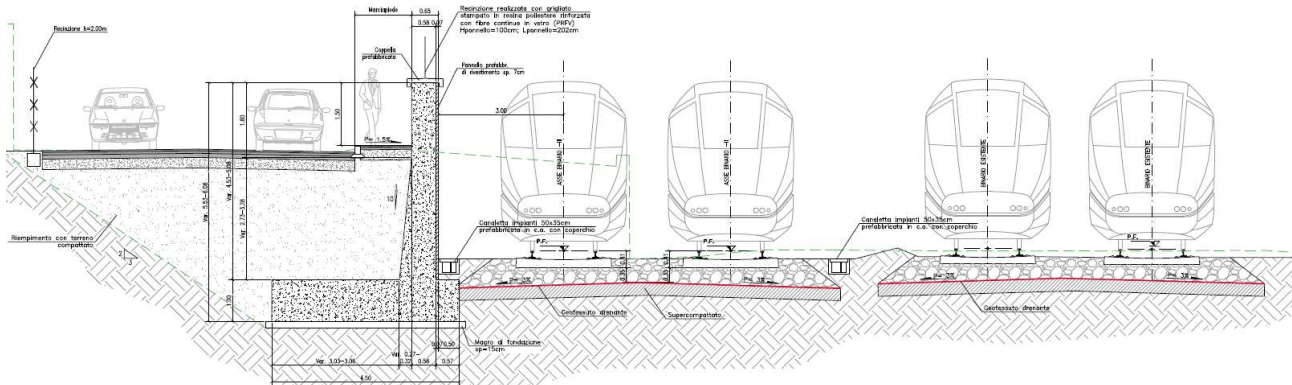


Figura 13 – Sezione MS07

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 4,53-5,04 m ($h=1,50$ m al di sopra del piano stradale) ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 4,50 m ed un'altezza di 1,00m. La larghezza in testa è pari a 0,58m, il paramento lato valle è verticale mentre il paramento lato monte presenta un'inclinazione pari a 10:1.

Il muro è rivestito per l'intera lunghezza sul lato binari con un pannello prefabbricato (sp. 7cm).

Sopra di esso viene installata una recinzione con grigliato stampato in resina poliester rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), in pannelli 202x100mm.

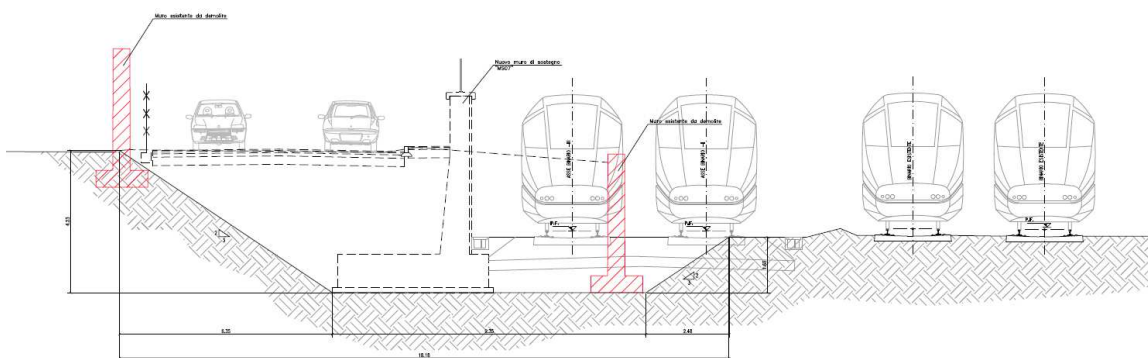


Figura 14 – Scavi MS07

La realizzazione del muro MS07 avviene successivamente alle fasi di demolizione dei muri esistenti e di scavo, realizzato con un fondo di larghezza pari a 9,35m e rilevati con pendenza 2/3. Successivamente all'esecuzione del muro si prevede il riempimento con terreno compattato per la realizzazione della viabilità carrabile.

4.4.6. Paratia "PR03" (WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli)

La paratia di pali "PR03" si estende dalla Progr. 4+273.91 (IV) alla Progr. 4+370.30 (IV) ed ha uno sviluppo complessivo di 96,20 metri. È costituita da n.82 pali in c.a. Ø1000mm, con interasse pari ad 1,20 m e lunghezza 15,00 m.

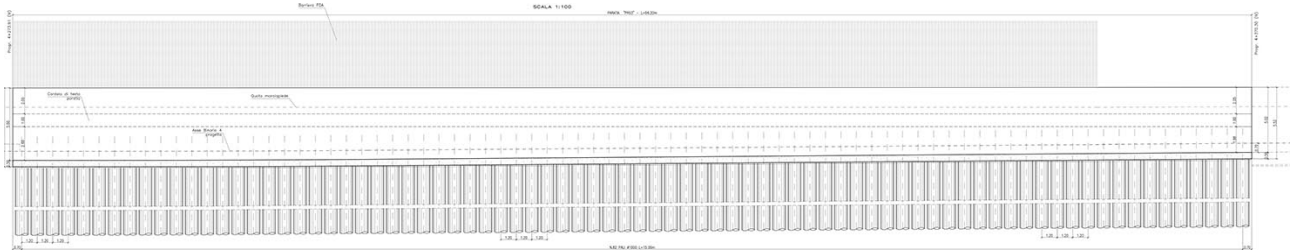


Figura 15 – Profilo PR03

La paratia prevede un rivestimento in cls armato con installazione di pannelli prefabbricati con spessore di 7cm per un'altezza variabile di 5,02-5,60 metri. Sull'intero sviluppo della paratia è previsto un cordolo di testa con muro in c.a. (h=2,00 m) su cui installare barriere FOA (h=5,15 m).

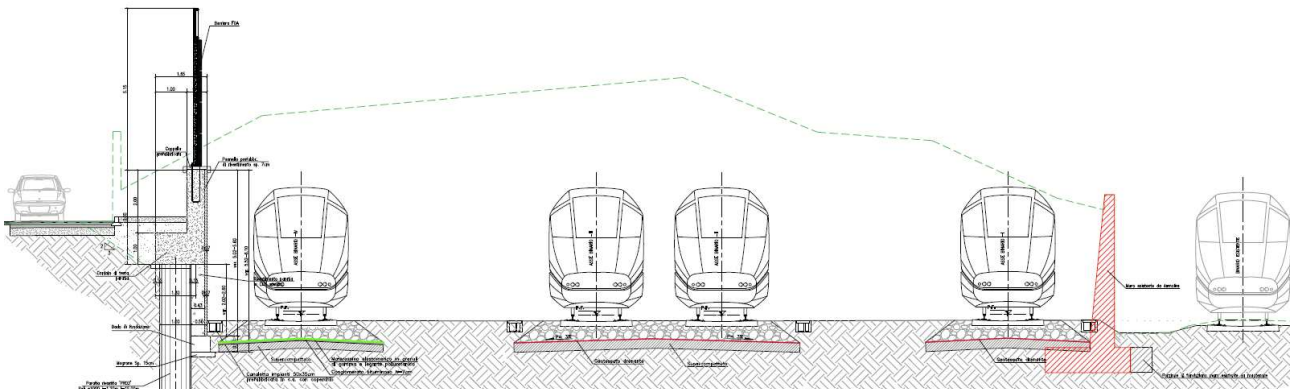


Figura 16 – Sezione PR03

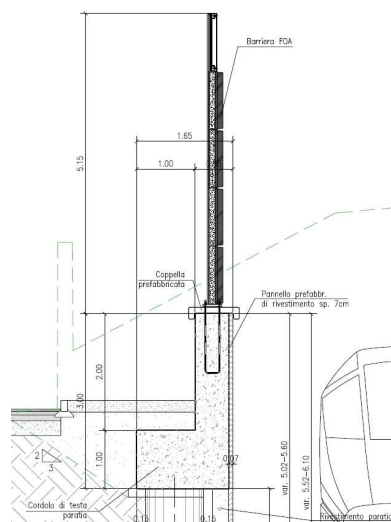


Figura 17 – Dettaglio FOA

4.4.7. Paratia "PR04" (WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli)

La paratia di pali "PR04" si estende dalla Progr. 4+547.59 (III) alla Progr. 4+669.45 (III) ed ha uno sviluppo complessivo di 119,23 metri. È costituita da n.119 pali in c.a. Ø800mm, con interasse pari ad 1,00 m e lunghezza 12,00 m.

La paratia prevede un rivestimento in cls armato con installazione di pannelli prefabbricati con spessore di 7 cm per un'altezza variabile di 3,72-4,53 metri.

Sul cordolo di testa della paratia (1,10x1,00m) si prevede la realizzazione di un muro in c.a. con altezza di 1,90 m (h=1,50 fuori dal piano stradale) su cui si installa una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

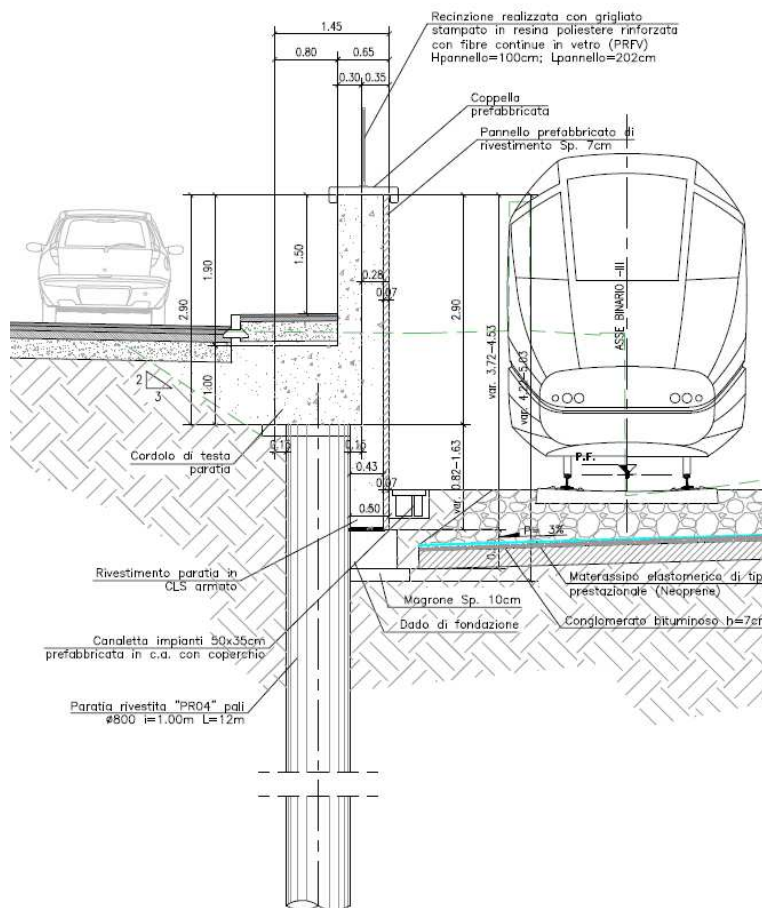


Figura 18 – Sezione PR04

4.4.8. Muro di sostegno “MS08” (WBS Via Siccoli – Cavalcaferrovia linea RFI)

Il muro “MS08” si estende dalla Progr. 4+669.45 (III) alla Progr. 5+114.25 (III) ed ha uno sviluppo complessivo di 452,52 metri.

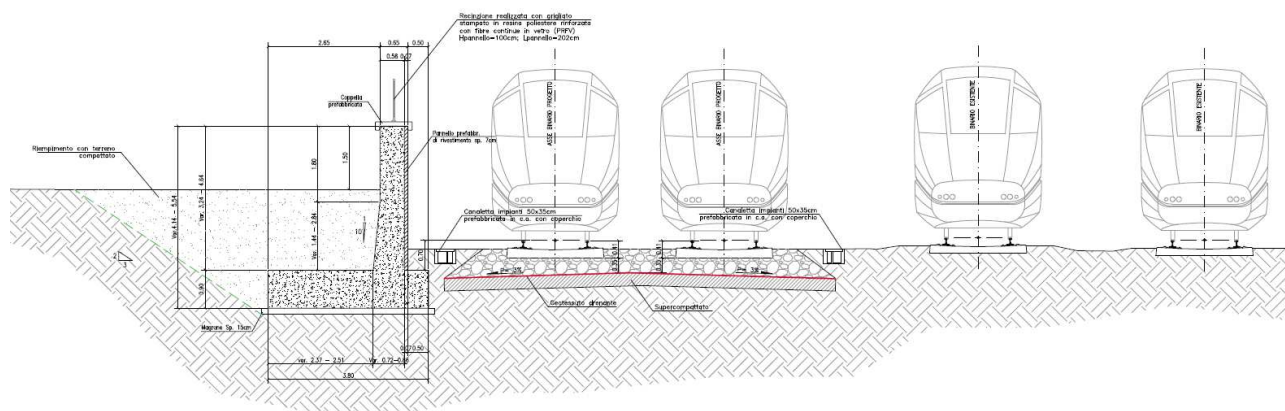


Figura 19 – Sezione MS08A

Il muro è composto da due tratti:

- “MS08A” lunghezza 365,75 metri (4+669.45 - 5+032.93):

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 3,24-4,64 m ($h=1,50$ m al di sopra del piano campagna) ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 3,80 m ed un'altezza di 0,90 m.

- “MS08B” lunghezza 86,77 metri (5+032.93 - 5+114.25)

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 4,64-5,81 m ($h=1,50$ m al di sopra del piano campagna) ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 4,70 m ed un'altezza di 1,00 m.

La larghezza in testa è pari a 0,50m, con gocciolatoio lato valle di altezza pari a 0,40m e larghezza pari a 0,10 m, il paramento lato valle è verticale mentre il paramento lato monte presenta un'inclinazione pari a 10:1.

Il muro MS08 è rivestito per l'intera lunghezza sul lato binari con un pannello prefabbricato (sp. 7 cm) e sopra di esso viene installata una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), in pannelli 202x100mm.

4.4.9. Muro di sostegno “MS09” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez)

Il muro “MS09” si estende dalla Progr. 5+147.50 alla Progr. 5+237.14 ed ha uno sviluppo complessivo di 89,64 metri.

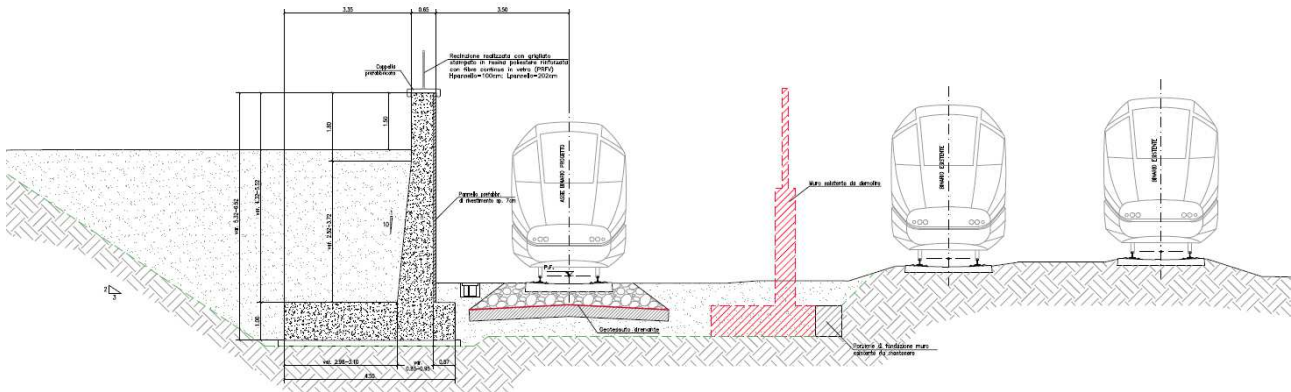


Figura 20 – Sezione MS09

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 4,32-5,52 m ($h=1,50$ m sopra il p.c.) ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 4,50 m ed un'altezza di 1,00 m.

La larghezza in testa del muro è pari a 0,58 m, con coppella prefabbricata (0,65m); il paramento lato valle è verticale mentre il paramento lato monte presenta un'inclinazione pari a 10:1.

Il muro è rivestito per l'intera lunghezza sul lato binari con un pannello prefabbricato (sp. 7 cm) e in testa viene installata una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), in pannelli 202x100mm.

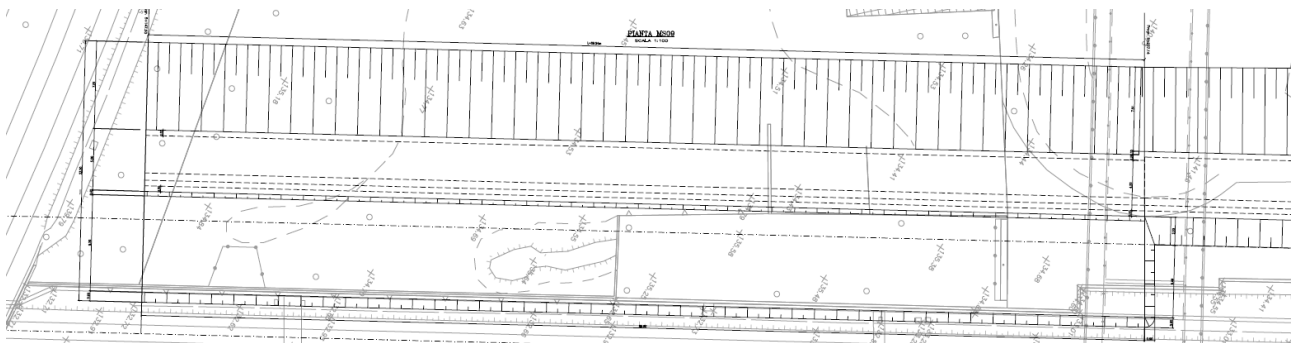


Figura 21 – Pianta scavi MS09

La realizzazione del muro MS09 avviene successivamente alle fasi di demolizione dei muri esistenti e di scavo, realizzato con rilevati in pendenza 2/3. Successivamente all'esecuzione del muro si prevede il riempimento con terreno compattato dello scavo sul lato esterno alla sede ferroviaria.

4.4.10. Muro di sostegno “MS10” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez)

Il muro “MS10” si estende dalla Progr. 5+237.14 alla Progr. 5+621.51 ed ha uno sviluppo complessivo di 384,41 metri.

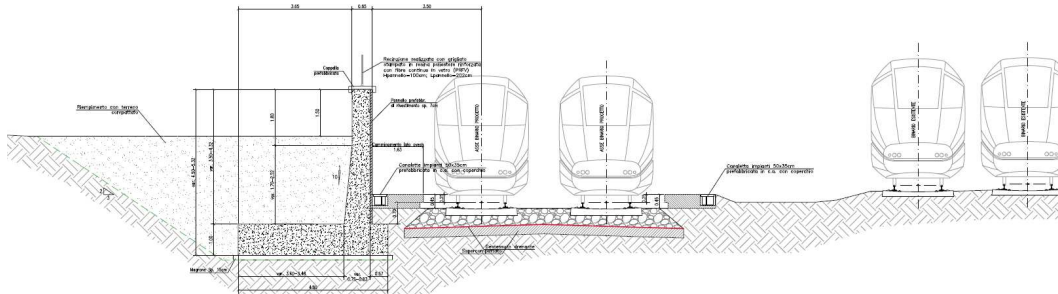


Figura 22 – Sezione MS10A

Il muro è composto da due tratti:

- “MS10A” lunghezza 58,00 metri:

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 4,32-3,50 m ($h=1,50$ m al di sopra del piano campagna) ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 4,80 m ed un'altezza di 1,00 m.

- “MS10B” lunghezza 326,41 metri:

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 5,21-4,50 m ($h=1,50$ m al di sopra del piano campagna) ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 4,80 m ed un'altezza di 1,00 m.

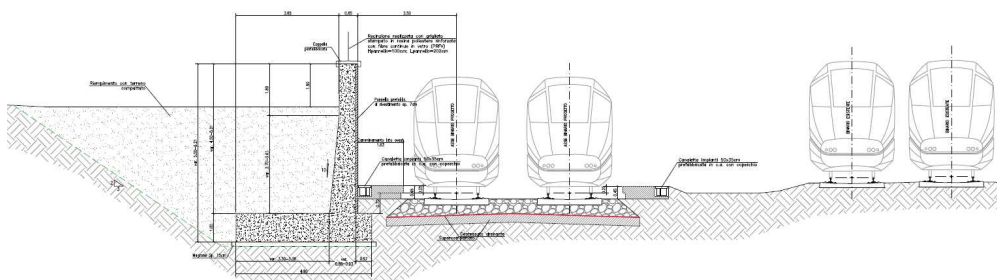


Figura 23 – Sezione MS10B

La larghezza in testa è pari a 0,58 m, con coppella prefabbricata (0,65m), il paramento lato valle è verticale mentre il paramento lato monte presenta un'inclinazione pari a 10:1. Il muro MS10 è rivestito per l'intera lunghezza sul lato binari con un pannello prefabbricato (sp. 7cm). In testa al muro viene installata una recinzione con grigliato stampato in resina poliester rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), in pannelli 202x100mm.

4.4.11. Muro di sostegno “MS11” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez)

Il muro “MS11” si estende dalla Progr. 5+487.45 alla Progr. 5+761.15 ed ha uno sviluppo complessivo di 273,70 metri.

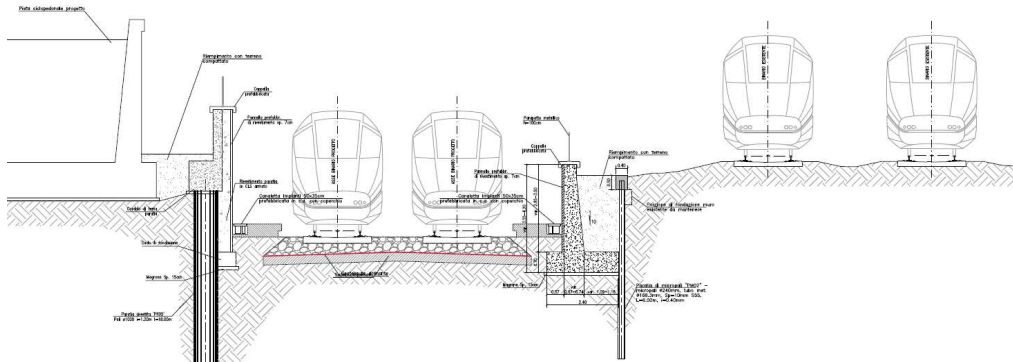


Figura 24 – Sezione MS11

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza variabile 3,50-2,85 m ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 2,40 m ed un’altezza di 0,70 m.

La larghezza in testa è pari a 0,45m, con coppella prefabbricata (0,65m), il paramento lato valle è verticale mentre il paramento lato monte presenta un’inclinazione pari a 10:1.

Il muro è rivestito per l’intera lunghezza sul lato binari con un pannello prefabbricato (sp. 7cm) e sopra di esso viene installata un parapetto metallico (h=100 cm).

4.4.12. Paratia di micropali “PM02” (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez)

La paratia “PM02” si estende tra il muro “MS11” e i binari esistenti.

Ha uno sviluppo complessivo di 273,70 metri ed è costituita da n.684 micropali in c.a. Ø240mm, con interasse pari a 0,40 m e lunghezza di 6,00 m.

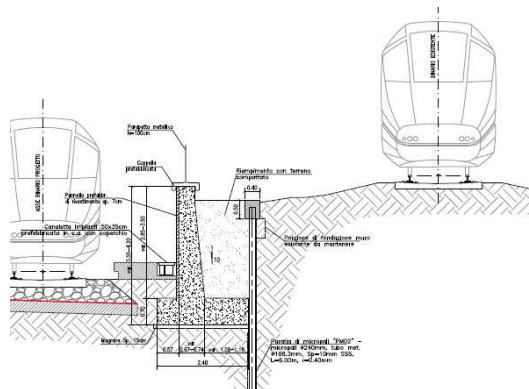


Figura 25 – Sezione PM02

4.4.13. Paratia "PR05" (WBS Cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez)

La paratia "PR05" si estende dalla Progr. 5+621.51 alla Progr. 5+758.23. Ha uno sviluppo complessivo di 153,80 metri ed è costituita da n.155 pali in c.a. Ø800mm, con interasse pari ad 1,00 m e lunghezza 12,00 m.

La paratia prevede un rivestimento in cls armato con installazione di pannelli prefabbricati con spessore di 7cm per un'altezza variabile di 4,79-5,26 metri.

Sul cordolo di testa della paratia (1,10x1,00m) si prevede la realizzazione di un muro in c.a. con altezza di 2,74 m (h=1,74 fuori dal piano campagna) su cui si installa una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

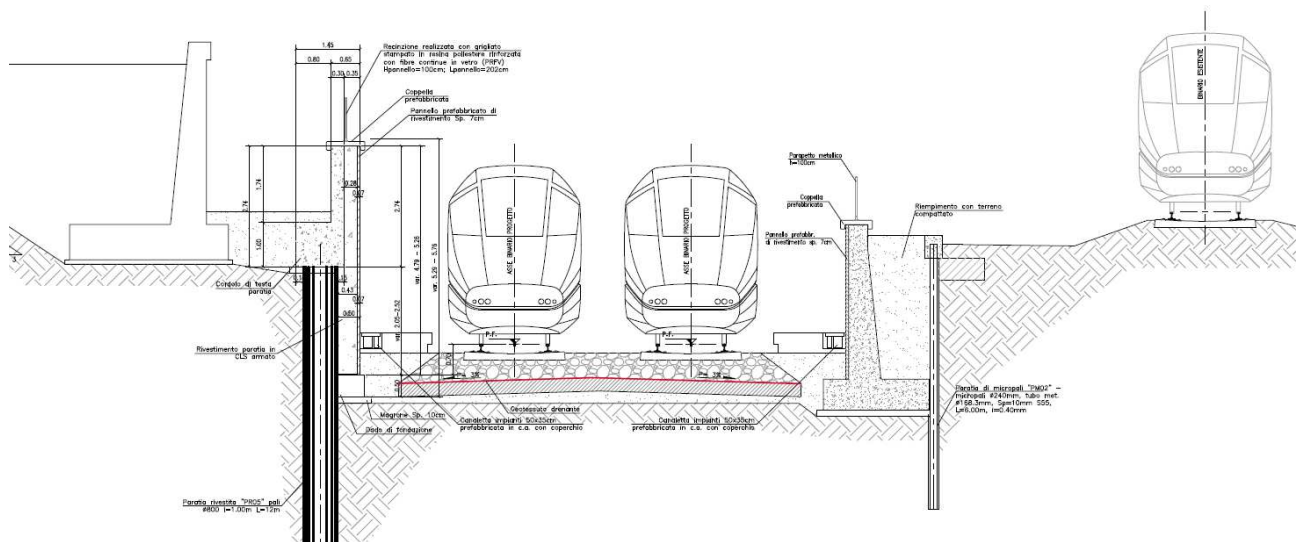


Figura 26 – Sezione PR05

4.4.13.1. Fasi realizzative - “MS11”, “PM02” e “PR05”

Nell’area in cui sono eseguite le opere “MS11”, “PM02” e “PR05”, in corrispondenza della Passerella pedonale di via Lopez, si prevedono diverse fasi di realizzazione:

- Fase 1: scavo di sbancamento e demolizione parziale muro ovest esistente;
- Fase 2: realizzazione paratia “PR05” e paratia di micropali “PM02”;
- Fase 3: scavi di sbancamento, demolizione completa muro ovest esistente;
- Fase 4: realizzazione rivestimento paratia “PR05” e realizzazione muro “MS11”;
- Fase 5 e Fase 6: realizzazione di riempimenti di terreno, completamenti muri e recinzioni su opere “PR05” e “MS11”, realizzazione opere ferroviarie e impianti.

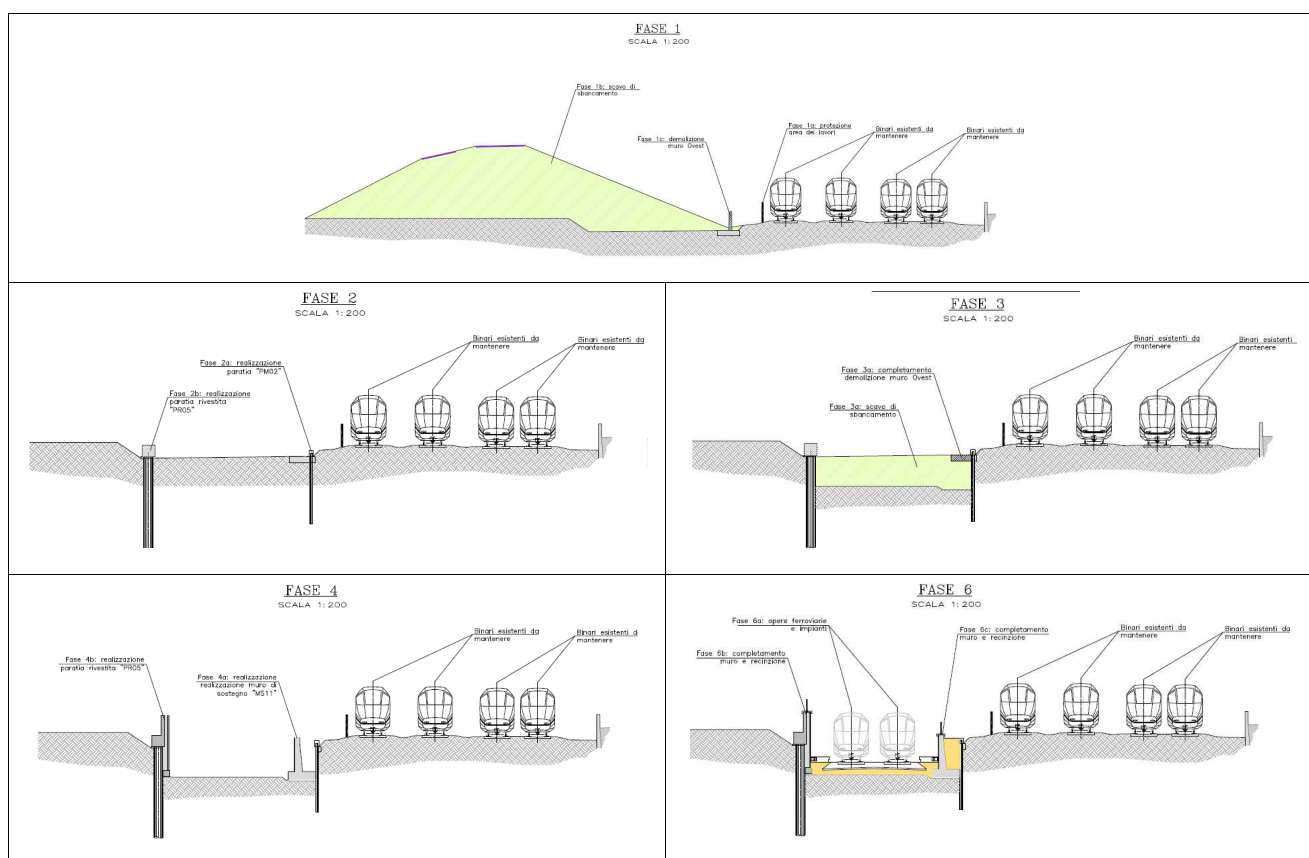


Figura 27 – Fasi realizzative - “MS11”, “PM02” e “PR05”

4.4.14. Materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione delle opere di sostegno sopradescritte sono costituiti da:

CALCESTRUZZI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO

- RESISTENZA MEDIA : $R_m \geq 15 \text{ MPa}$
- CONTENUTO MIN. CEMENTO : 150 kg/mc

MURI FONDAZIONI

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

MURI ELEVAZIONI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XF1
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

PARATIE DI PALI

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 60 \text{ mm}$
- (NEL CASO DI PALI TRIVELLATI : $C = 60 \text{ mm}$)
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

ARMATURE PER C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE LENTE

- B450C

MICROPALI

- MALTE E MISCELE PER INIEZIONI : $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
- RAPPORTO A/C MAX IN PESO : 0.5

COMPOSIZIONE MISCELE (rif. 1 mc)

- ACQUA : 600 kg
- CEMENTO : 1200 kg
- ADDITIVI : $10 \div 20 \text{ kg}$
- PESO SPECIFICO : 1.8 kg/dm^3

COMPOSIZIONE MALTE (rif. 1 mc)

- ACQUA : 300 kg
- CEMENTO : 600 kg
- ADDITIVI : $5 \div 10 \text{ kg}$
- INERTI : $1100 \div 1300 \text{ kg}$

- ACCIAIO TUBI : S355JR

COPRIFERRO MINIMO

(distanza tra superficie esterna dell'armatura, comprese staffe e la superficie stessa del calcestruzzo)

- STRUTTURE FUORI TERRA : $30 - 40 \text{ mm}$
- STRUTTURE INTERRATE : 40 mm
- PALI TRIVELLATI : 60 mm
- DIAFRAMMI : 60 mm

4.5. Opere di sostegno dei rilevati ferroviari

In direzione Milano, a confine con la proprietà dell'Istituto Mario Negri, si prevede la realizzazione di muri di sostegno atti a contenere il rilevato ferroviario dei binari –II e –III, che presenta altezza crescente fino al nuovo manufatto scatolare, in corrispondenza del quale avviene lo scavalco del binario –IV di collegamento con il “passantino” esistente.

In base alla suddivisione in WBS del progetto si elencano le opere di sostenimento dei rilevati ferroviari:

- Tratto Ponte su linea RFI – Fabbicato di Stazione:
 - Muro di sostegno “MS01” e “MS01bis”;
 - Muro di sostegno “MS02”;
 - Muro di sostegno “MS03”;
 - Muro di sostegno “MS04”;
 - Muro di sostegno “MS05”;
 - Muro di sostegno “MS06”.

I nuovi muri in c.a. di contenimento del rilevato ferroviario presentano un'altezza massima del paramento pari a circa 5,00m; la larghezza in testa è pari a 0,50m con coppella prefabbricata (0,65m), il paramento lato valle è verticale mentre il paramento lato monte presenta un'inclinazione pari a 10:1 (verticale:orizzontale).

Per altezze superiori, fino a una massima del paramento dell'ordine di 8,60 m, si prevede la realizzazione di un'unica platea di fondazione (muro ad “U”).

4.5.1. Muro di sostegno "MS01" (WBS Ponte su linea RFI - Fabbriato di Stazione)

Il muro "MS01" si estende dalla Progr. 3+553.98 (II) alla Progr. 3+583.72 (II) ed ha uno sviluppo complessivo di 30,89 metri.

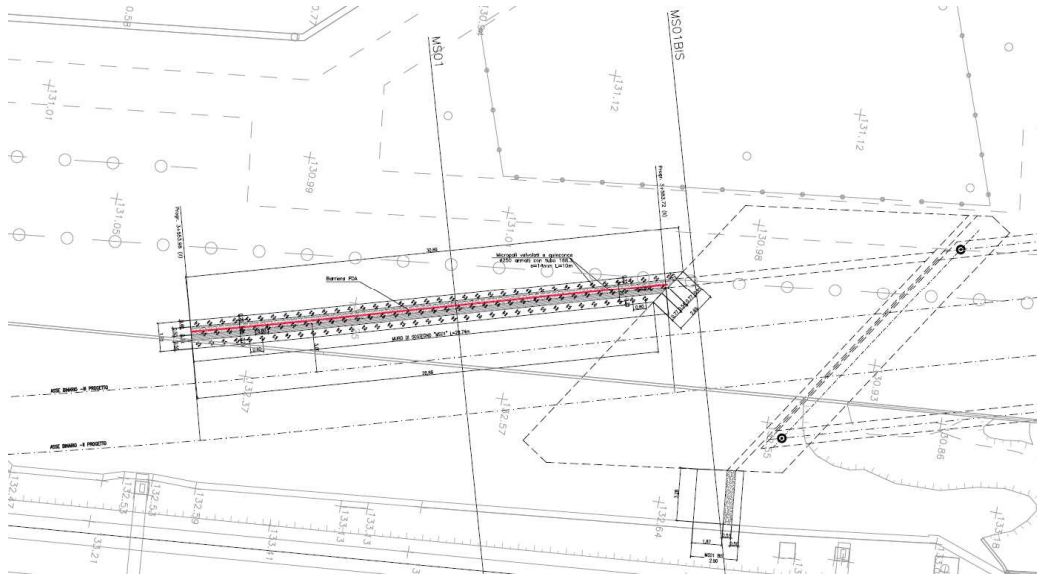


Figura 28 – Pianta MS01 e MS01bis

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto di altezza pari a 3,50 m ed una fondazione con larghezza trasversale 1,75 m ed un'altezza di 0,90m. La fondazione è integrata con micropali valvolati a quinconce Ø250 mm, tubo 168,3mm, sp.14 mm, con lunghezza di 10 metri.

È previsto che sopra il muro vengano installate barriere FOA (h=6,00 m).

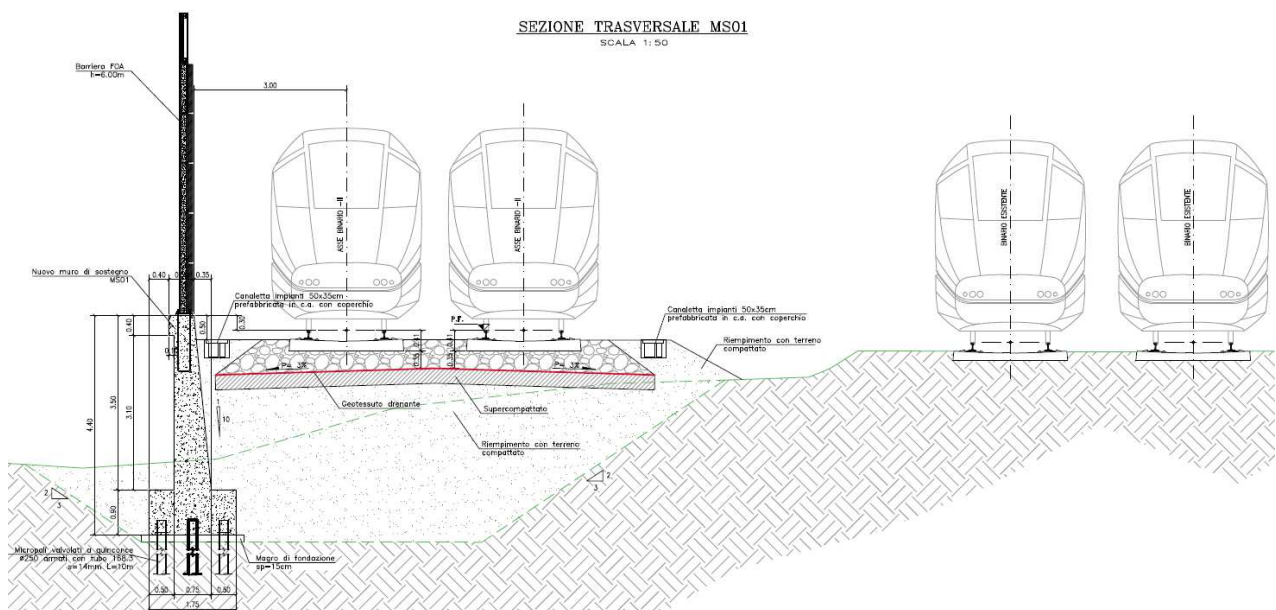


Figura 29 – Sezione MS01

Nelle vicinanze del muro “MS01” è prevista la realizzazione di un muro in c.a. denominato “MS01bis” che si sviluppa per una lunghezza di 3,28 metri e si connette ad un muro esistente.

Il muro presenta un piedritto di 1,52 m ed una fondazione con altezza di 0,90m.

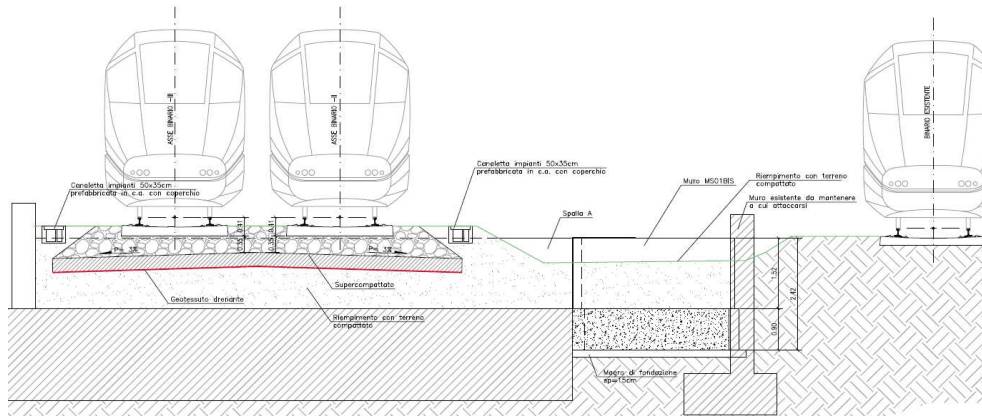


Figura 30 – Sezione MS01bis

La realizzazione del muro MS01 avviene successivamente alle fasi di demolizione del muro esistente integrato con FOA e alla fase di scavo, realizzato con un fondo di larghezza pari a 6,82 m e rilevati con pendenza 2/3. Successivamente all'esecuzione del muro si prevede il riempimento con terreno compattato per la realizzazione del rilevato ferroviario.

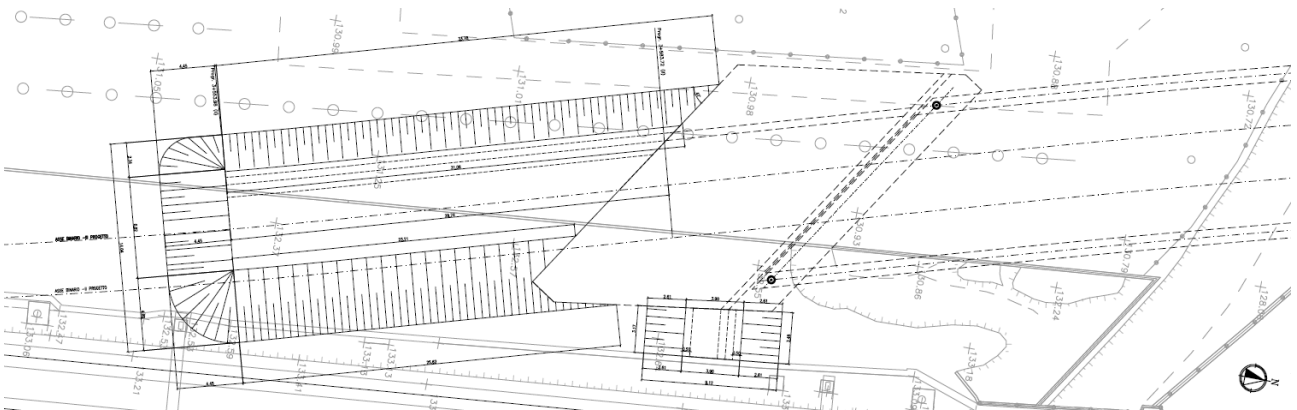


Figura 31 – Pianta scavi MS01 e MS01bis

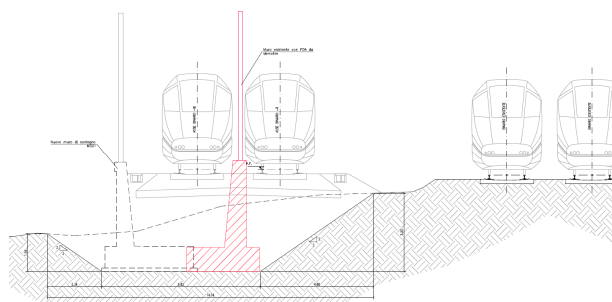


Figura 32 – Scavi MS01

4.5.2. Muro di sostegno “MS02” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)

Il muro “MS02” si estende dalla Progr. 3+722.23 (II) alla Progr. 3+786.60 (II), in corrispondenza dello scatolare del binario -IV, ed ha uno sviluppo complessivo di 64,79 metri.

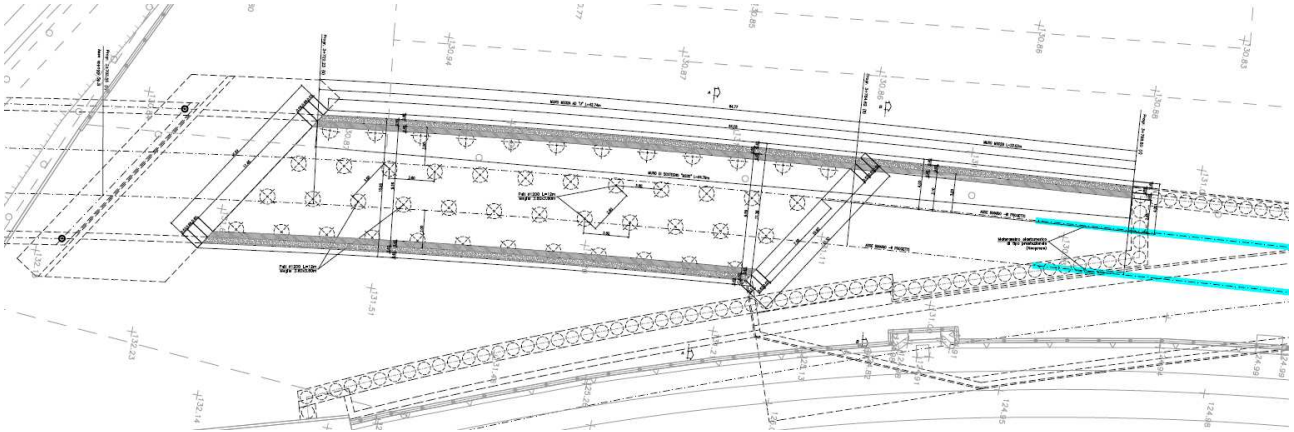


Figura 33 – Pianta MS02

Il muro è costituito da due tratti:

- “MS02A” lunghezza 42,74 metri:

Il muro di sostegno in c.a. presenta una sezione ad “U” con piedritti di altezza 4,50 m ed una fondazione con larghezza trasversale pari a 11,36 m ed un’altezza di 0,90 m su pali. È prevista la realizzazione di n.48 pali Ø1200 mm, con lunghezza di 12 metri, disposti secondo una maglia 3,60x3,60 m.

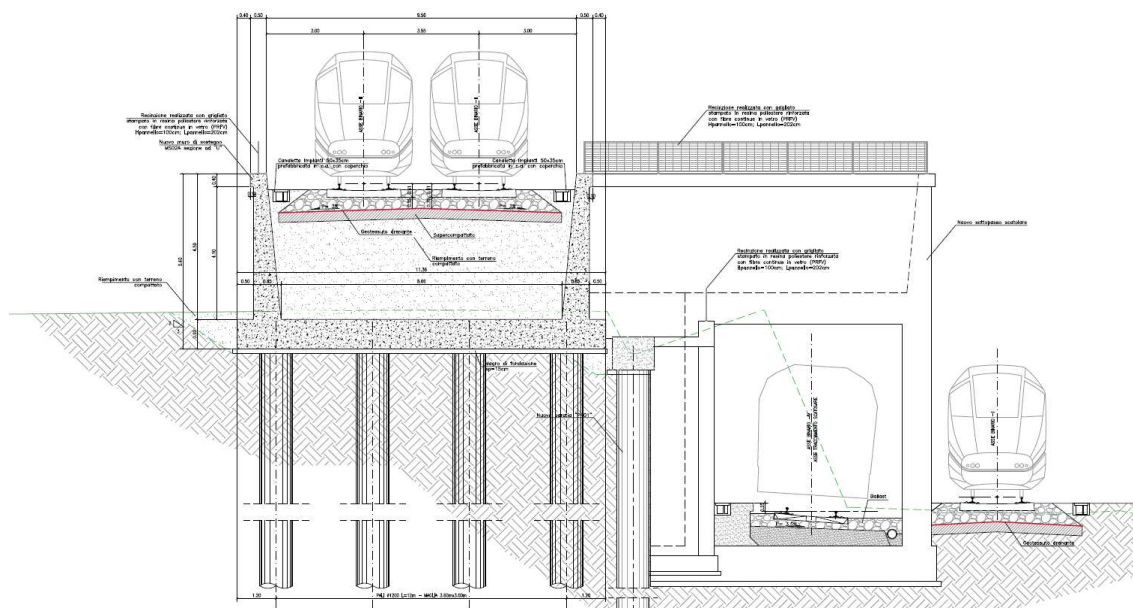


Figura 34 – Sezione MS02A

- “MS02B” lunghezza 22,03 metri:

Il muro di sostegno in c.a. presenta un piedritto con altezza 4,50 ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 4,00 m ed un'altezza di 0,90 m.

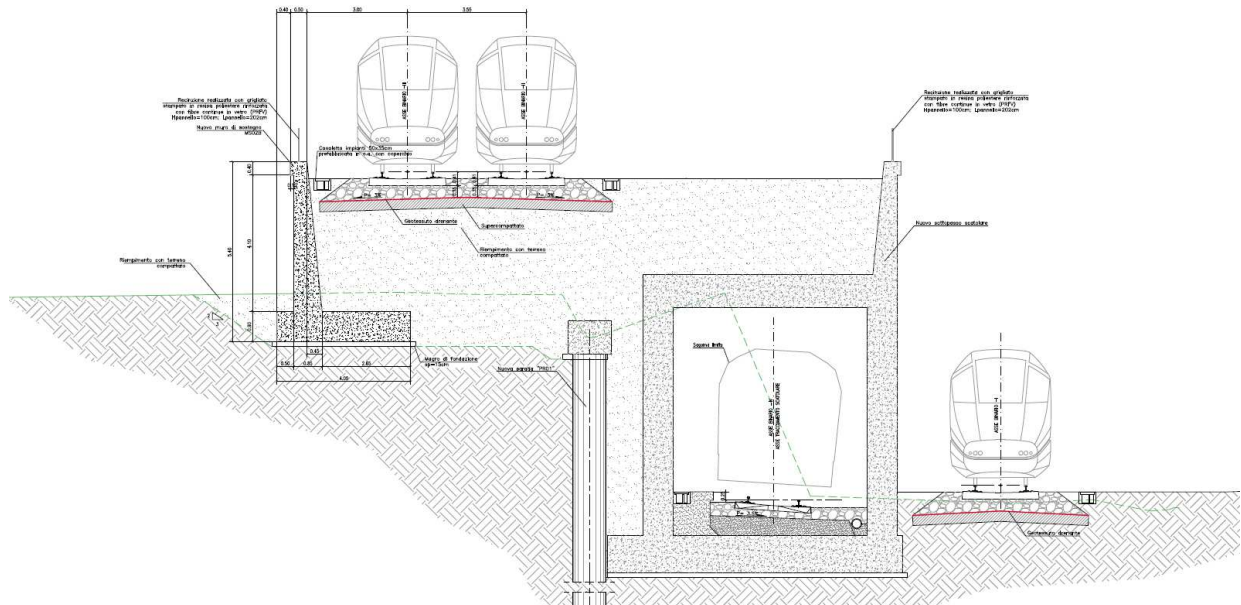


Figura 35 – Sezione MS02B

Sull'intera estensione del muro “MS02” si prevede l'installazione di una recinzione con grigliato stampato in resina poliester rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

La realizzazione del muro “MS02” dovrà essere inserita nell'ambito delle fasi di scavo e di esecuzione della Paratia “PR01” e dello scatolare per il nuovo binario –IV, come descritto nel paragrafo relativo al “Nuovo manufatto scatolare”.

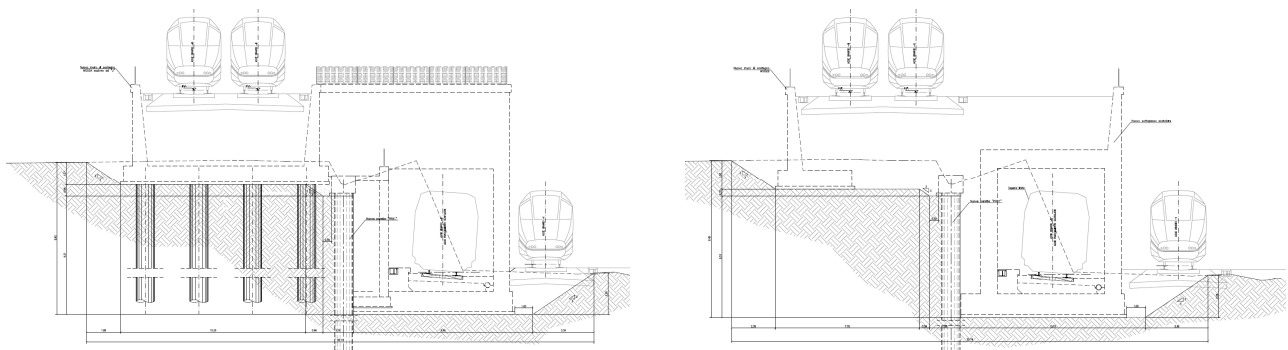


Figura 36 – Scavi MS02A e MS02B

4.5.3. Muro di sostegno “MS03” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)

Il muro “MS03” si estende dalla Progr. 3+861.42 (II) alla Progr. 3+914.21 (II) ed ha uno sviluppo complessivo di 52,75 metri.

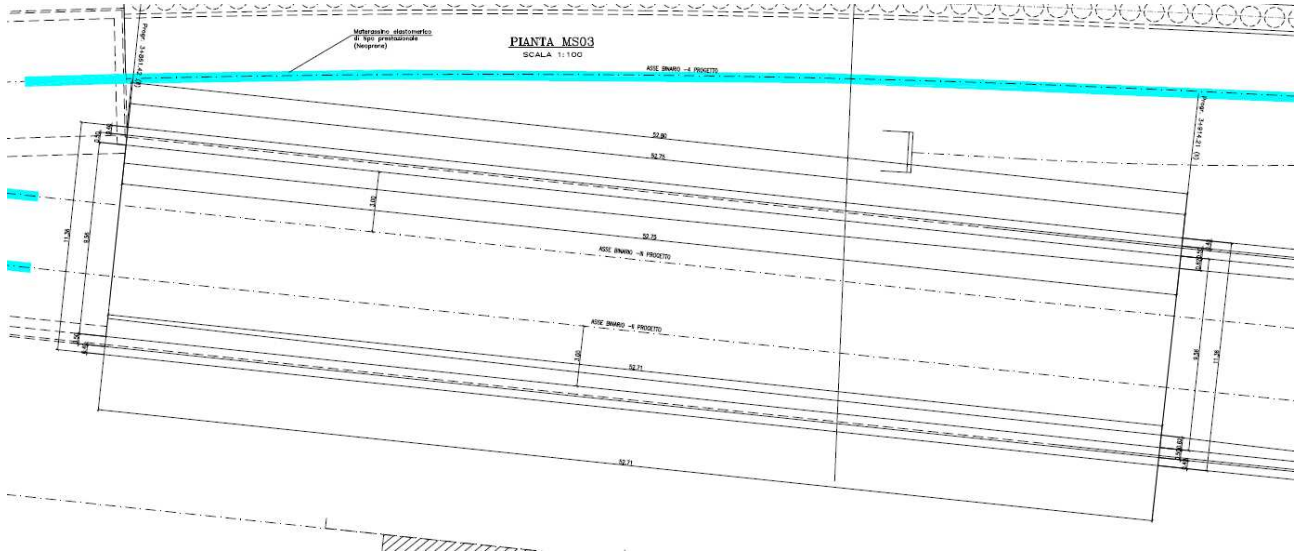


Figura 37 – Pianta MS03

Il muro di sostegno in c.a. presenta una sezione ad “U” con piedritti di altezza variabile 6,54-8,59 m ed una fondazione diretta con larghezza trasversale pari a 11,36 m ed un’altezza di 1,30 m.

Sull’intera estensione del muro “MS03” si prevede l’installazione di una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

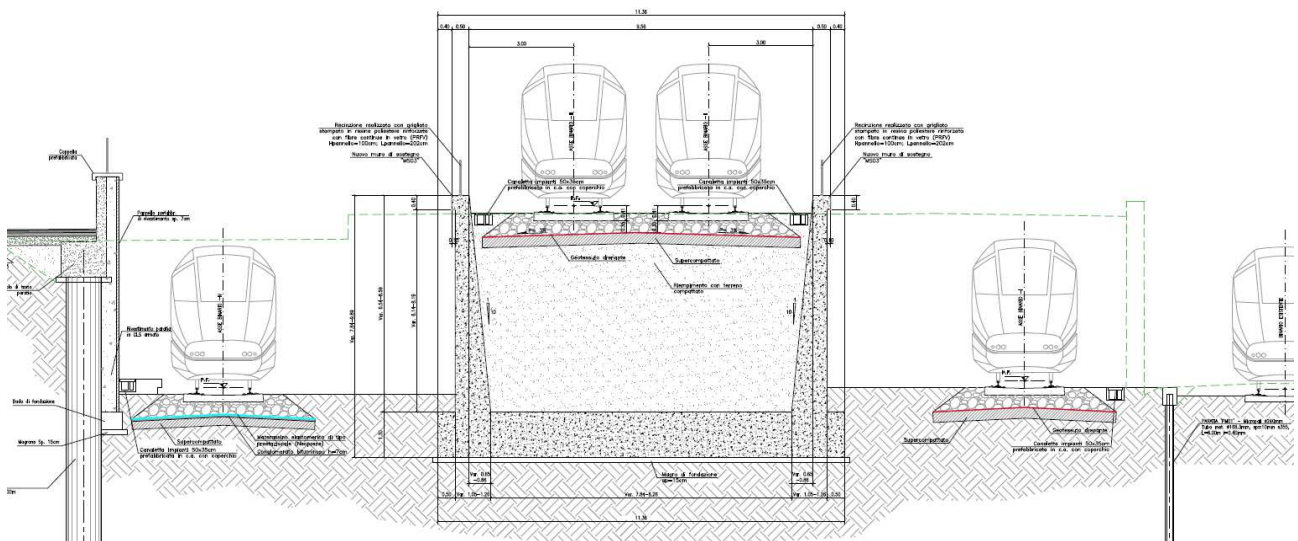


Figura 38 – Sezione MS03

La realizzazione del muro “MS03” è inserita nell’ambito delle fasi di demolizione dei muri esistenti, di scavo e di esecuzione della Paratia “PR02” e della Paratia di micropali “PM01”.

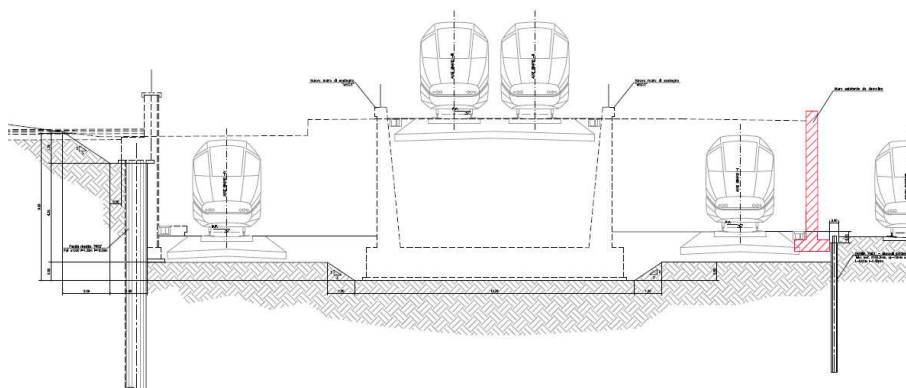


Figura 39 – Scavi MS03

4.5.4. Muro di sostegno “MS04” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbriato di Stazione)

Il muro “MS04” si estende dalla Progr. 3+914.21 (II) alla Progr. 3+972.45 (II) ed ha uno sviluppo complessivo di 57,50 metri.

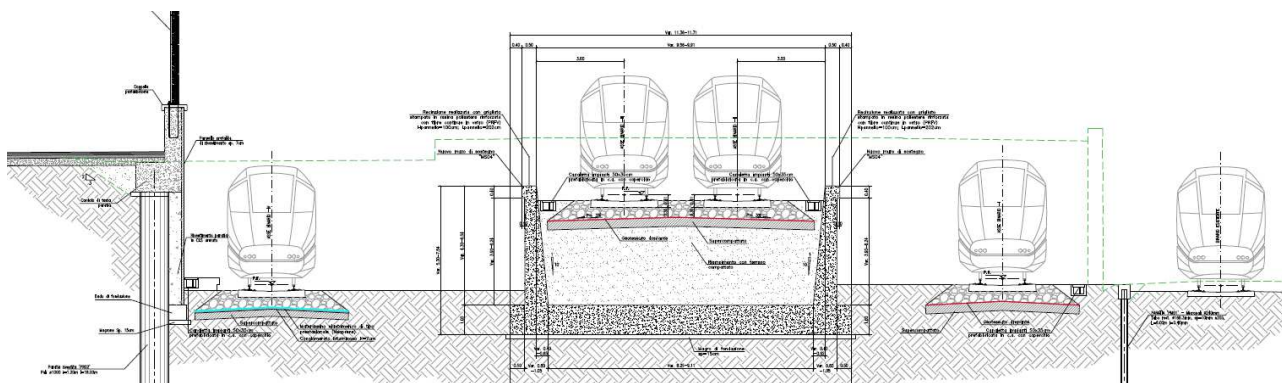


Figura 40 – Sezione MS04

Il muro di sostegno in c.a. presenta una sezione ad “U” con piedritti di altezza variabile 6,54-4,30m ed una fondazione diretta con larghezza trasversale variabile 11,36-11,71m ed un’altezza di 1,00 m.

Sull’intera estensione del muro “MS04” si prevede l’installazione di una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

La realizzazione del muro “MS04”, in continuità con il muro “MS03”, dovrà essere inserita nell’ambito delle fasi di demolizione dei muri esistenti, di scavo e di esecuzione della Paratia “PR02” e della Paratia di micropali “PM01”.

4.5.5. Muro di sostegno “MS05” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)

Il muro “MS05” si estende dalla Progr. 3+972.45 (II) alla Progr. 4+000.93 (II) ed ha uno sviluppo complessivo di 28,46 metri.

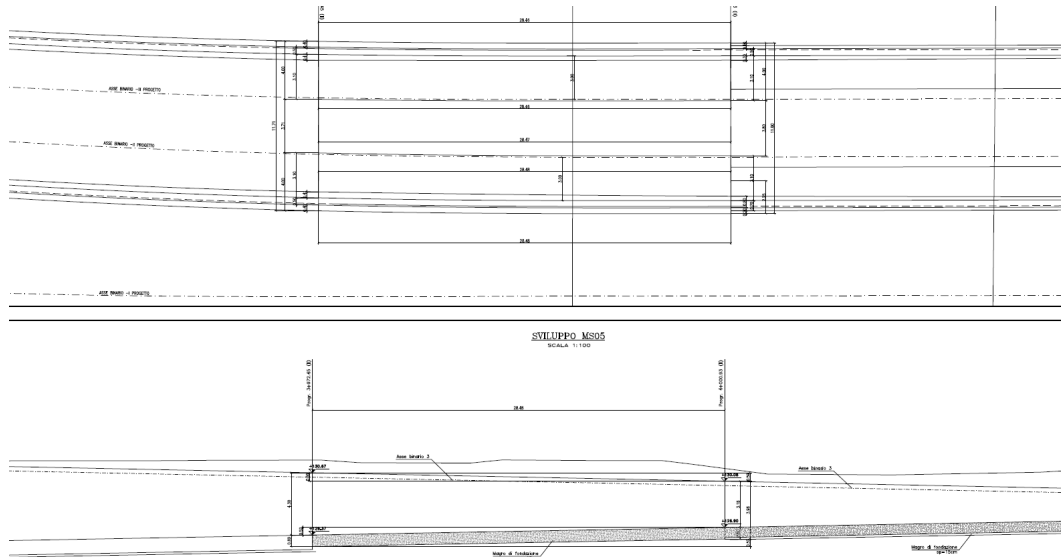


Figura 41 – Pianta e profilo MS05

Il muro MS05 è costituito da n.2 muri ad “L” speculari in c.a. con piedritti di altezza variabile 4,30-3,18m ed una fondazione diretta con larghezza trasversale di 4,00 m ed un’altezza di 0,80 m.

Le fondazioni dei due muri si trovano ad una distanza variabile di 3,71-3,80 m.

Sull’intera estensione dei muri si prevede l’installazione di una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

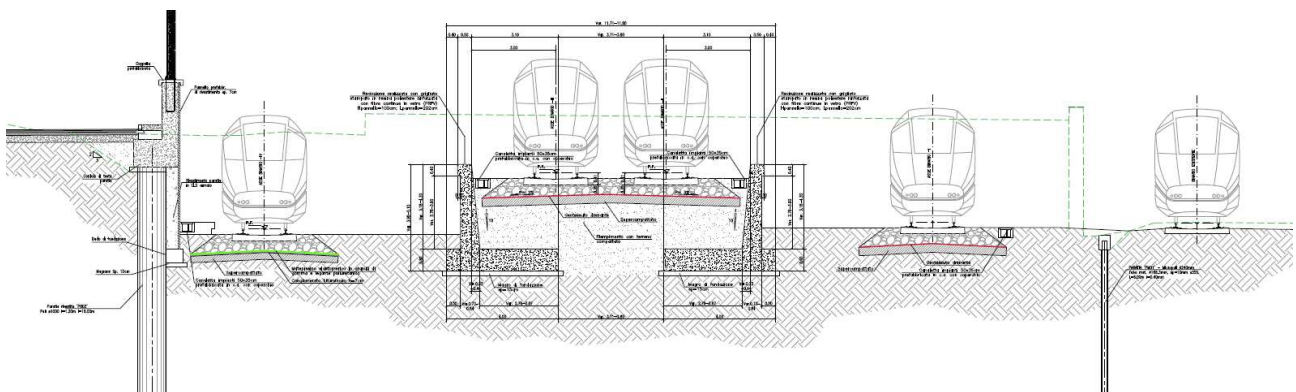


Figura 42 – Sezione MS05

La realizzazione del muro “MS05”, in continuità con i muri “MS03” e “MS04”, sarà inserita nell’ambito delle fasi di demolizione dei muri esistenti, di scavo e di esecuzione della Paratia “PR02” e della Paratia di micropali “PM01”.

4.5.6. Muro di sostegno “MS06” (WBS Ponte su linea RFI - Fabbricato di Stazione)

Il muro “MS06” si estende dalla Progr. 4+000.93 (II) alla Progr. 4+028.06 (II) ed ha uno sviluppo complessivo di 27,15 metri.

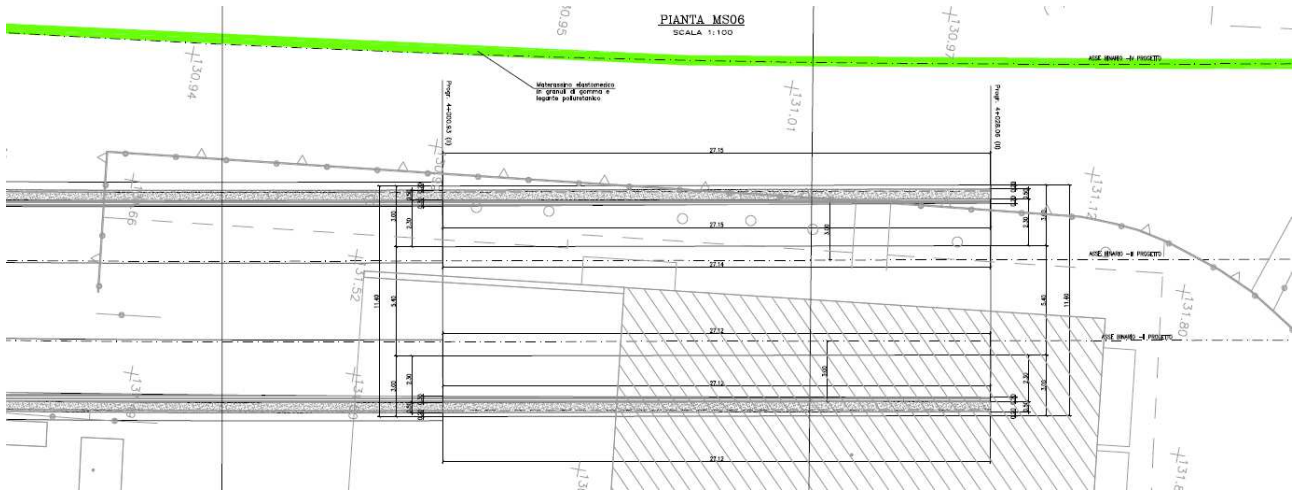


Figura 43 – Pianta e profilo MS06

Il muro MS06 è costituito da n.2 muri ad “L” speculari in c.a. con piedritti di altezza variabile 3,18-2,14 m ed una fondazione diretta con larghezza trasversale di 3,00 m ed un’altezza di 0,70 m.

Le fondazioni dei due muri si trovano ad una distanza di 5,40 m.

Sull’intera estensione dei muri si prevede l’installazione di una recinzione con grigliato stampato in resina poliestere rinforzata con fibre continue in vetro (PRFV), pannello 202x100cm.

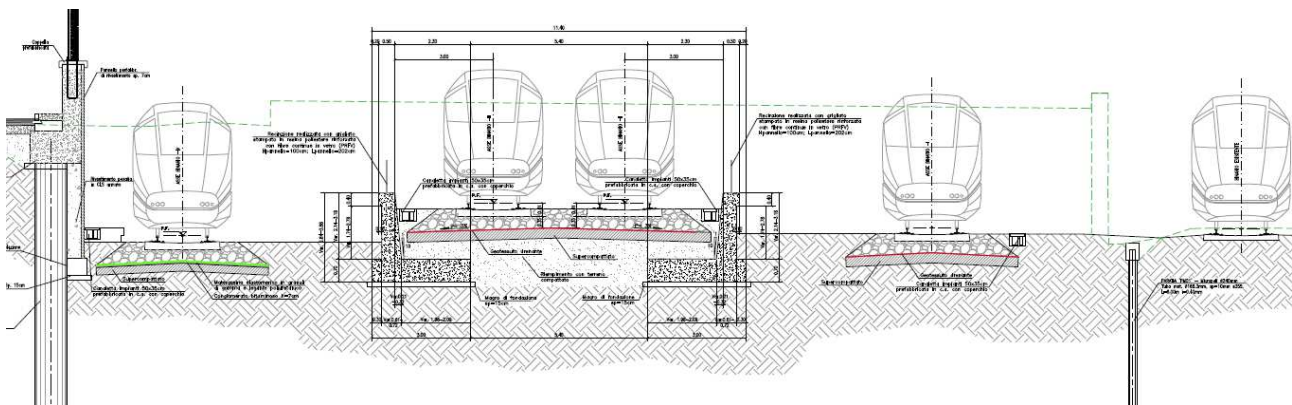


Figura 44 – Sezione MS06

La realizzazione del muro “MS06”, in continuità con i muri “MS03”, “MS04” e “MS05”, sarà inserita nell’ambito delle fasi di demolizione dei muri esistenti, di scavo e di esecuzione della Paratia “PR02” e della Paratia di micropali “PM01”.

4.5.7. Materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione delle opere di sostegno sopradescritte sono costituiti da:

CALCESTRUZZI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO

- RESISTENZA MEDIA : $R_m \geq 15 \text{ MPa}$
- CONTENUTO MIN. CEMENTO : 150 kg/mc

MURI FONDAZIONI

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

MURI ELEVAZIONI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XF1
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

PALI DI FONDAZIONE

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 60 \text{ mm}$
- (NEL CASO DI PALI TRIVELLATI : $C = 60 \text{ mm}$)
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

ARMATURE PER C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE LENTE

- B450C

MICROPALI

- MALTE E MISCELE PER INIEZIONI : $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
- RAPPORTO A/C MAX IN PESO : 0.5

COMPOSIZIONE MISCELE (rif. 1 mc)

- ACQUA : 600 kg
- CEMENTO : 1200 kg
- ADDITIVI : 10÷20 kg
- PESO SPECIFICO : 1.8 kg/dm³

COMPOSIZIONE MALTE (rif. 1 mc)

- ACQUA : 300 kg
- CEMENTO : 600 kg
- ADDITIVI : 5÷10 kg
- INERTI : 1100÷1300 kg

- ACCIAIO TUBI : S355JR

COPRIFERRO MINIMO

(distanza tra superficie esterna dell'armatura, comprese staffe e la superficie stessa del calcestruzzo)

- STRUTTURE FUORI TERRA : 30-40 mm
- STRUTTURE INTERRATE : 40 mm
- PALI TRIVELLATI : 60 mm
- DIAFRAMMI : 60 mm

4.6. Nuovo manufatto scatolare

In direzione Milano, a confine con la proprietà dell'Istituto Mario Negri, il rilevato ferroviario dei binari -II e -III di progetto presenta un'altezza crescente fino al nuovo manufatto scatolare, realizzato per permettere lo scavalco del nuovo binario -IV di collegamento con il "passantino" esistente.

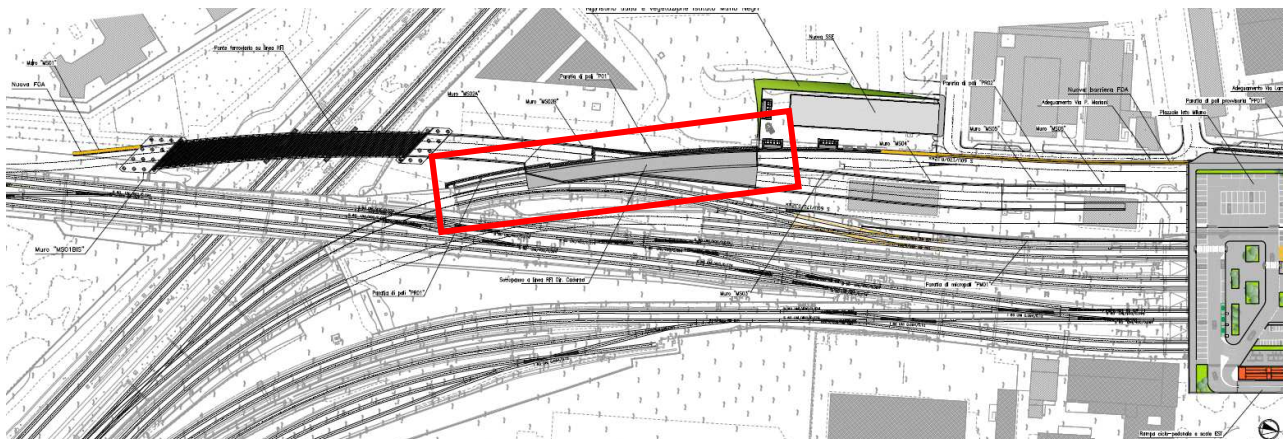


Figura 45 – Planimetria generale opere con indicazione del manufatto scatolare.

Il manufatto scatolare, realizzato con una struttura in c.a., presenta una lunghezza di 94,55 metri in asse al binario -IV di progetto ed uno sviluppo in direzione est di lunghezza pari a 56,28 metri.

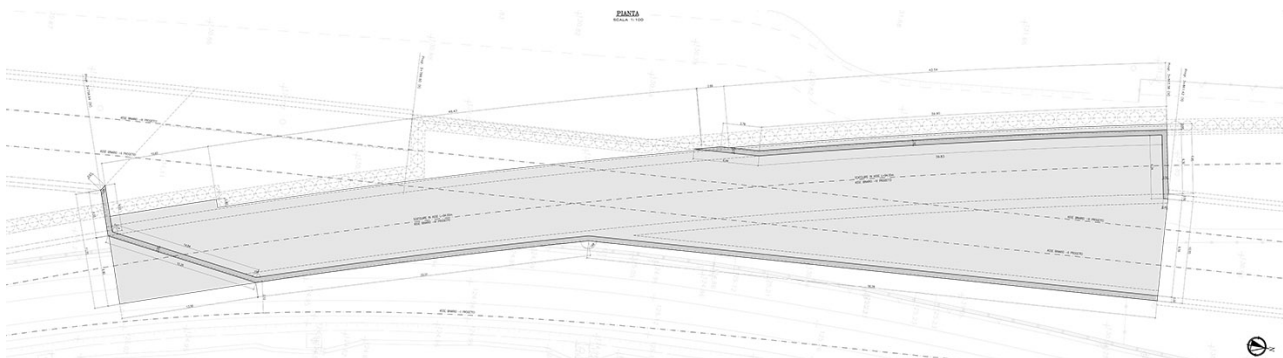


Figura 46 – Pianta manufatto scatolare.

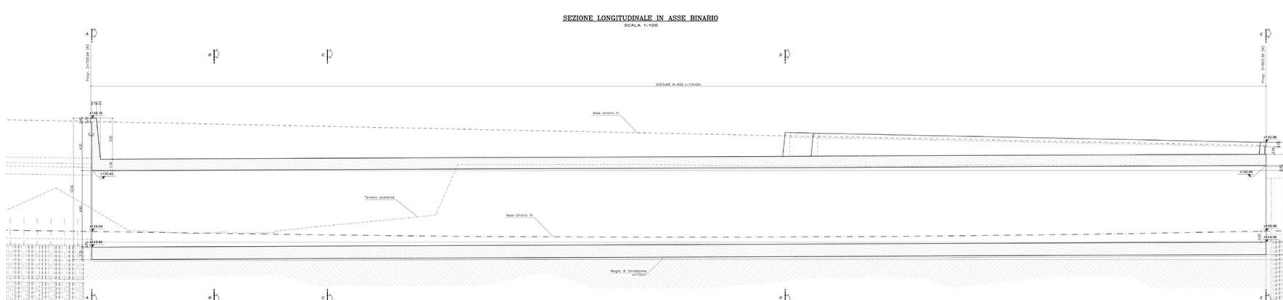


Figura 47 – Sezione longitudinale in asse al binario -IV manufatto scatolare.

Nel tratto iniziale il manufatto presenta un profilo scatolare aperto che integra il sistema di muri di sostegno del rilevato ferroviario dei binari -II e -III e si affianca alla paratia P01 lungo il lato ovest.

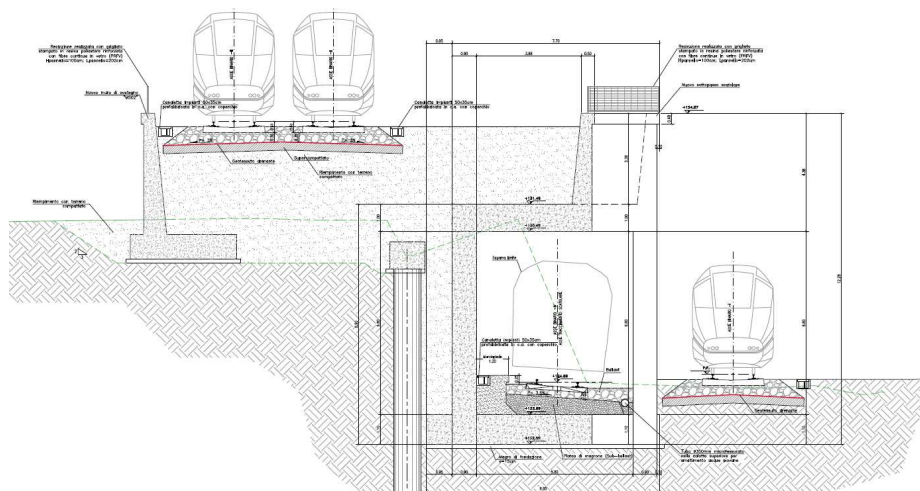


Figura 48 – Sezione trasversale in approccio al manufatto scatolare.

Procedendo in direzione nord, verso la stazione, lo scatolare (sezione rettangolare) è stato dimensionato in base alla sagoma limite dei convogli che corrono sul binario -IV. I piedritti in c.a. presentano uno spessore di 0,90 m, la soletta ha uno spessore di 1,00 m e la fondazione di 1,10 m.

All'interno dello scatolare accanto al binario -IV è prevista la realizzazione di un marciapiede con canaletta per impianti prefabbricata e l'installazione di un sistema di tubi per lo smaltimento delle acque piovane. Al di sopra dello scatolare è presente il rilevato ferroviario dei binari -II e -III di progetto. In questo tratto è previsto l'inserimento di un materassino elastomerico antivibrazione al di sotto dei binari sullo strato di supercompattato.

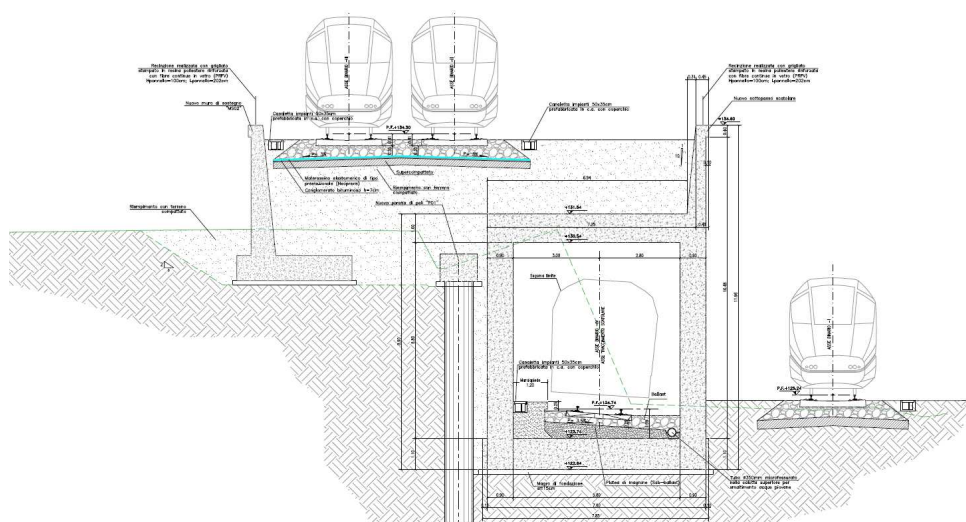


Figura 49 – Sezione trasversale manufatto scatolare in asse al binario -IV.

Procedendo in direzione nord il manufatto scatolare presenta una sezione doppia (con ampiezza trasversale massima di 17, 15 metri) in asse al binario di progetto -IV e seguendo uno sviluppo in direzione est per permettere lo scavalco dei binari -II e -III di progetto.

La sezione dello scatolare in asse al binario -IV presenta, come nei tratti precedenti, piedritti in c.a. con spessore di 90 cm e luce netta interna di 5,80 m.

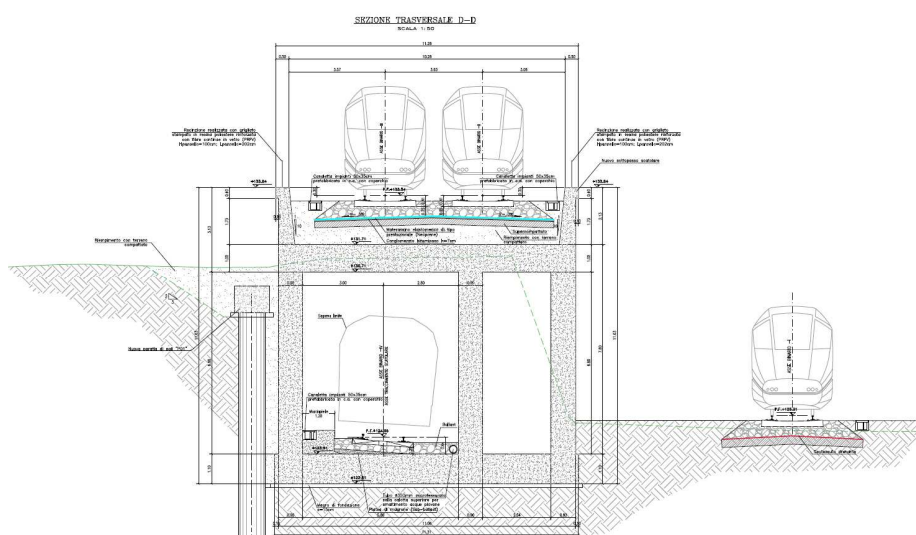


Figura 50 – Sezione trasversale manufatto scatolare in asse al binario -IV con scavalco binari -II e -III.

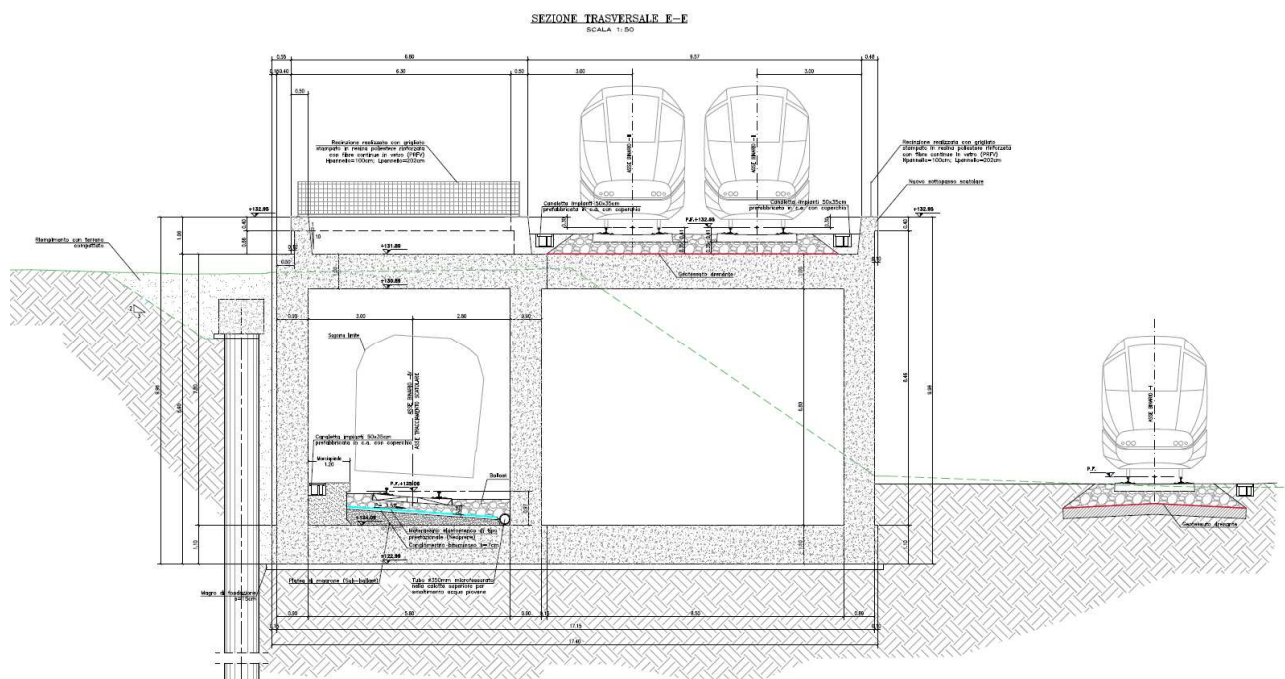
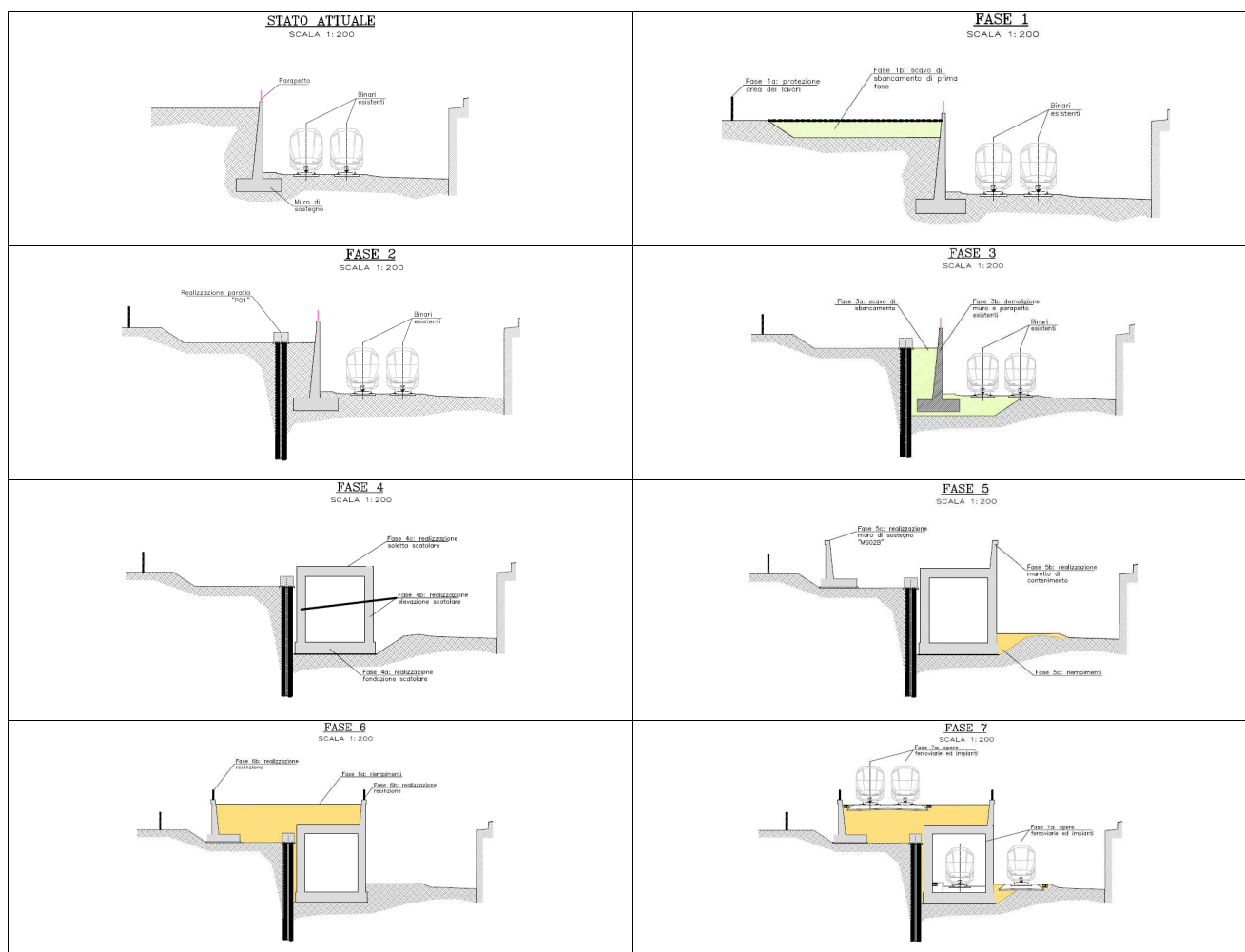


Figura 51 – Sezione trasversale manufatto scatolare in asse al binario -IV e sezione sviluppo est con scavalco binari -II e -III..

4.6.1. Fasi realizzative

Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta i binari esistenti in trincea protetti lungo il lato ovest da un muro di sostegno in c.a. La realizzazione dello scatolare avviene seguendo le seguenti fasi:

- Fase 1: protezione area lavori e scavo di sbancamento ad ovest del muro esistente;
- Fase 2: realizzazione paratia “P01” ad ovest del muro esistente;
- Fase 3: scavi di sbancamento, demolizione muro con parapetto esistente e rimozione binari;
- Fase 4: realizzazione scatolare (fondazione, elevazione e soletta);
- Fase 5: realizzazione di riempimenti di terreno e realizzazione del muretto di contenimento sullo scatole (contemporaneamente alla realizzazione del muro di sostegno “MS02B”);
- Fase 6: realizzazione riempimenti del rilevato ferroviario e realizzazione recinzioni;
- Fase 7: realizzazione opere ferroviarie ed impianti per i binari -I ad est dello scatolare, -II e -III su rilevato ferroviario al di sopra dello scatolare, -IV all’interno del manufatto scatolare;



4.6.2. Materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione del manufatto scatolare sopra descritto sono costituiti da:

CALCESTRUZZI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO

- RESISTENZA MEDIA : $R_m \geq 15$ MPa
- CONTENUTO MIN. CEMENTO : 150 kg/mc

SCATOLARI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : C = 40 mm
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

ARMATURE PER C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE LENTE

- B450C

COPRIFERRO MINIMO

(distanza tra superficie esterna dell'armatura, comprese staffe e la superficie stessa del calcestruzzo)

- STRUTTURE FUORI TERRA 30-40 mm
- STRUTTURE INTERRATE 40 mm
- PALI TRIVELLATI 60 mm
- DIAFRAMMI 60 mm

4.7. Manufatto di scavalco sulla Linea RFI

In direzione Milano il collegamento dei nuovi binari –II e –III alla linea diretta con la stazione di Milano-Cadorna avviene mediante il nuovo ponte che consente lo scavalco della linea ferroviaria esistente RFI.

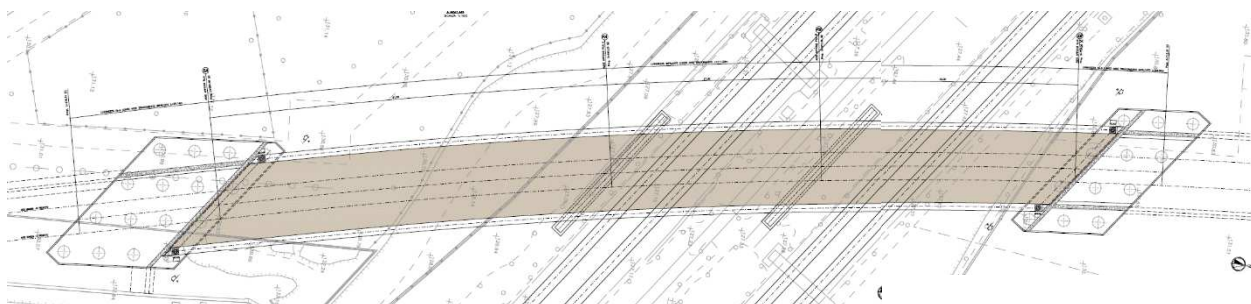


Figura 52 – Pianta manufatto di scavalco su linea RFI.

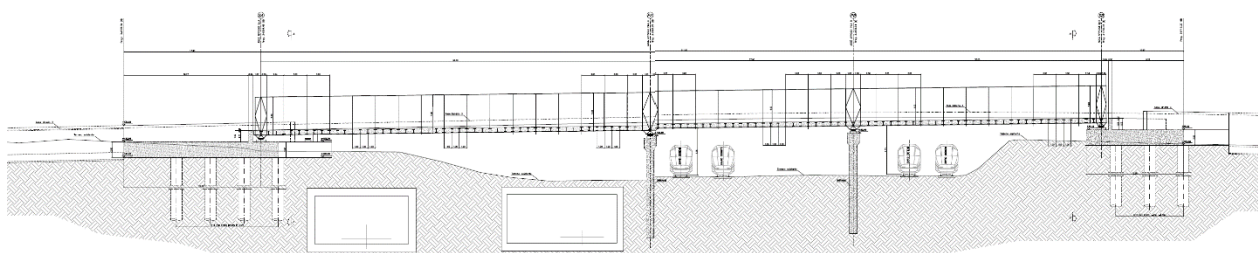
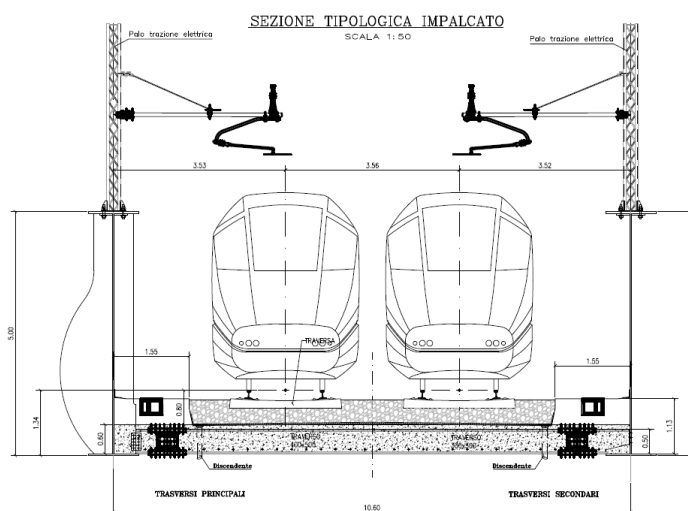


Figura 53 – Sezione in asse manufatto di scavalco su linea RFI.

Il manufatto di scavalco è realizzato con impalcato in carpenteria metallica e poggia su due spalle e due pile in cls armato. L'impalcato è di tipo continuo a travata metallica a parete piena con travi in acciaio incorporate nel calcestruzzo. E' costituito da 3 campate di luci rispettivamente 51,00 m (spalla A – pila A), 27,00 m (pila A – pila B) e 33,00 m (pila B – spalla B).



Le travi principali sono realizzate a doppio T di altezza costante pari a 5,00m con piatti saldati di spessore 4cm+4cm per le ali e 5cm per l'anima.

I traversi, incorporati in un getto di calcestruzzo di spessore costante pari a 60cm, hanno sezione a doppio T di altezza 50cm e larghezza delle ali di 40cm ad interasse 3,00m.

Tra i traversi principali sono previsti dei traversi secondari ogni 1,00m a profili analoghi ma con larghezza delle ali di 30cm. Le ali hanno spessore di 4cm e l'anima di 1,8cm.

La larghezza della sezione trasversale è di 10,6m su cui gravano due binari posti a interasse 3,56m.

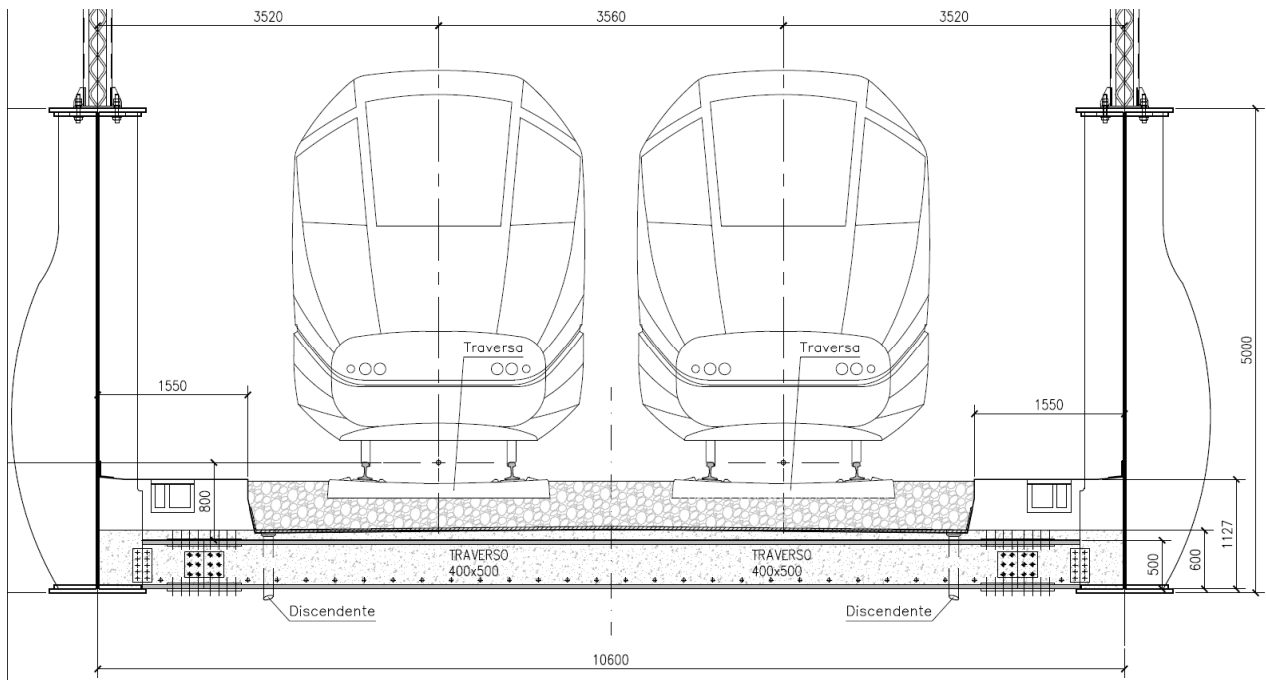


Figura 54 – Impalcato manufatto di scavalco su linea RFI.

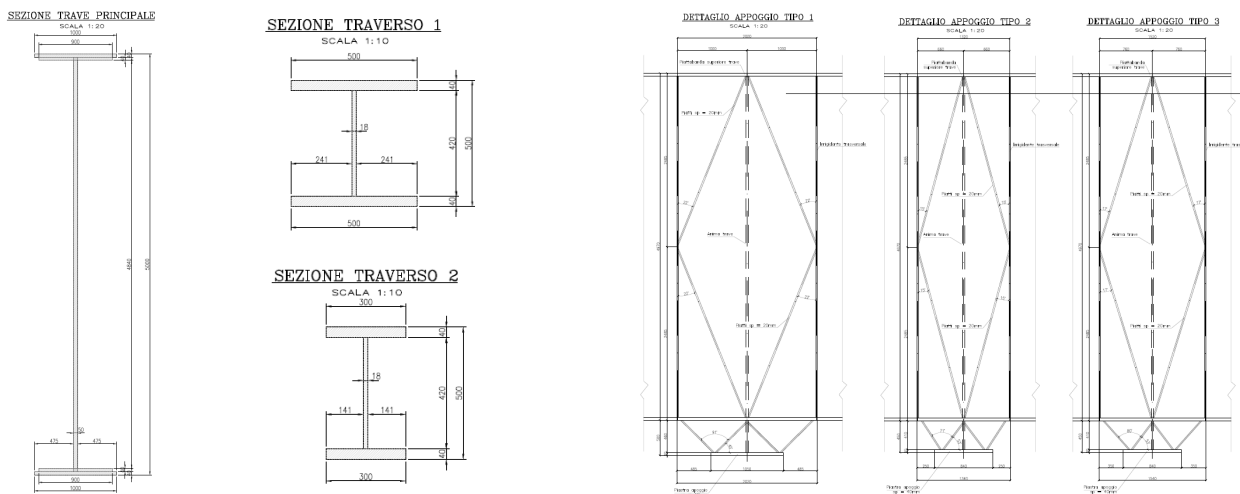


Figura 55 – Particolari profili metallici traversi

Figura 56 – Particolari appoggi

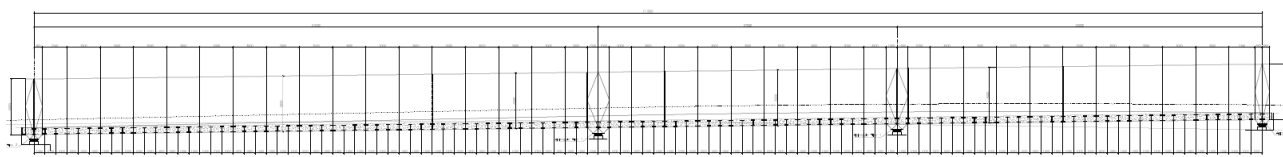


Figura 57 – Sezione impalcato manufatto di scavalco su linea RFI.

L'impalcato è vincolato alle spalle e alle pile mediante vincoli in acciaio teflon di tipo fisso, unidirezionale (trasversale e longitudinale) e multidirezionale.

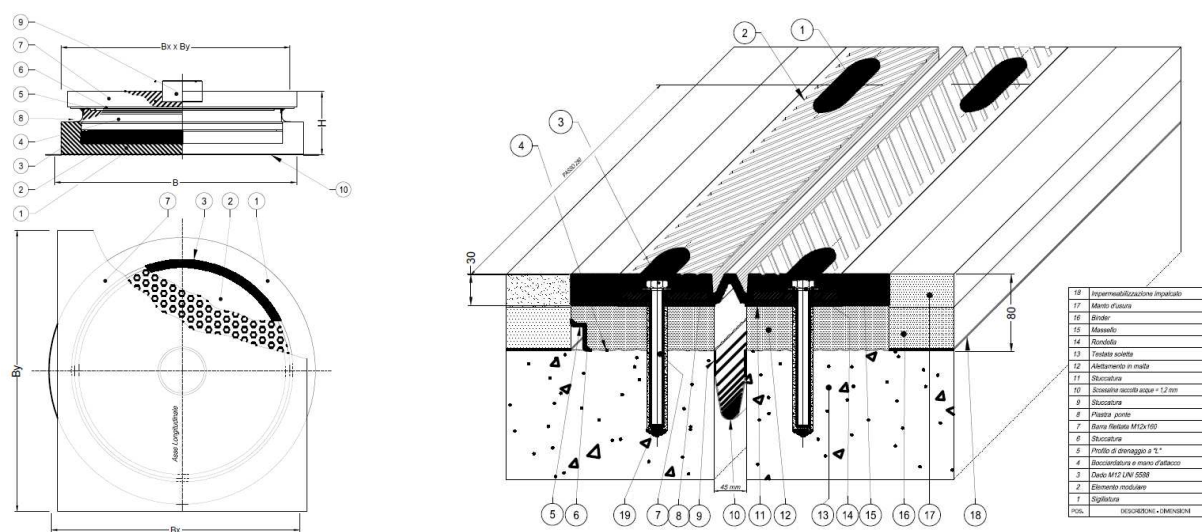


Figura 58 – Dettaglio appoggio multidirezionale e giunto di dilatazione.

4.7.1. Pile manufatto di scavalco RFI

Le 2 pile, A e B sono realizzate mediante diaframmi di dimensioni in pianta 1,00x20,00m e altezza totale di circa 35,50 m, di cui 30,00 m infissi nel terreno.

Tale scelta permette di limitare l'interferenza con i sottopassi esistenti e di garantire una distanza minima dal binario esistente.

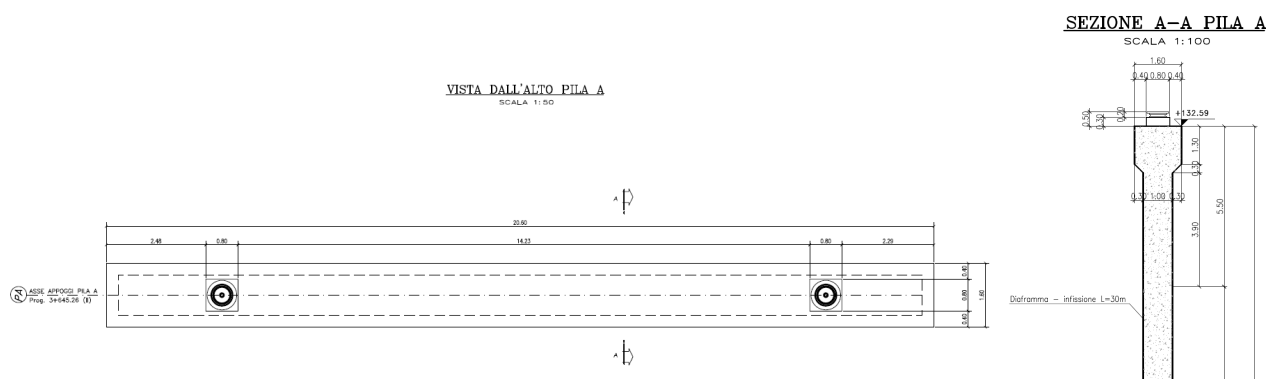


Figura 59 – Vista dall'alto e sezione testa pila A.

4.7.2. Spalle manufatto di scavalco RFI

Le due spalle, A e B, sono costituite da elementi monolitici in c.a. e presentano un parapagliaia alto 1,50 m dello spessore di 0,40 m e una zattera di fondazione rettangolare di altezza pari a 2,00m. Le strutture di fondazione delle spalle sono di tipo profondo e vengono realizzate mediante pali trivellati di grosso diametro, collegati alla zattera di fondazione.

La spalla A, con asse appoggi posizionato sulla Progr. 3+594.48 (II), presenta dimensioni planimetriche di 15,41x20,14 m. Alla zattera di fondazione con spessore di 2,00 sono collegati n.16 pali Ø1500 di lunghezza pari a 30,00 m, posti ad un interasse di 4,50 m.

La spalla B, con asse appoggi posizionato sulla Progr. 3+705.06 (II), presenta dimensioni planimetriche di 10,24x20,07 m. Alla zattera di fondazione con spessore di 2,00 sono collegati n.12 pali Ø1500 di lunghezza pari a 30,00 m, posti ad un interasse di 4,50 m.

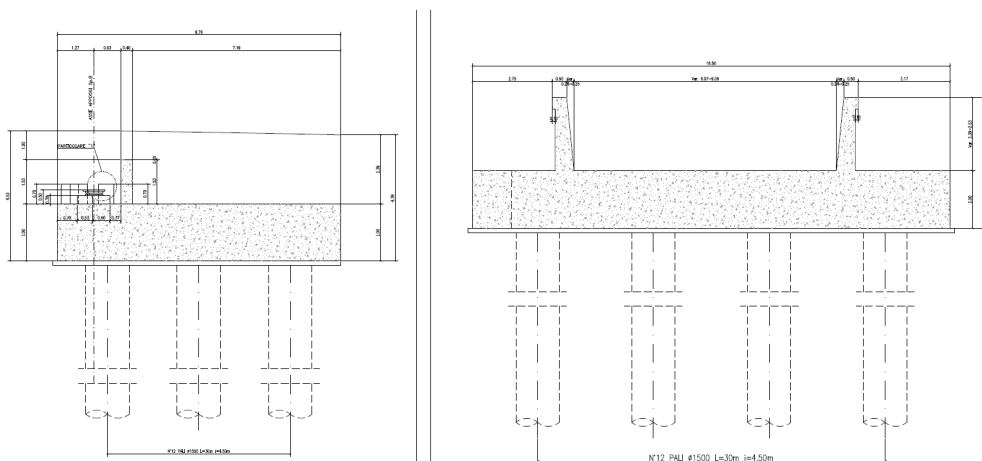


Figura 60 – Sezioni spalla B.

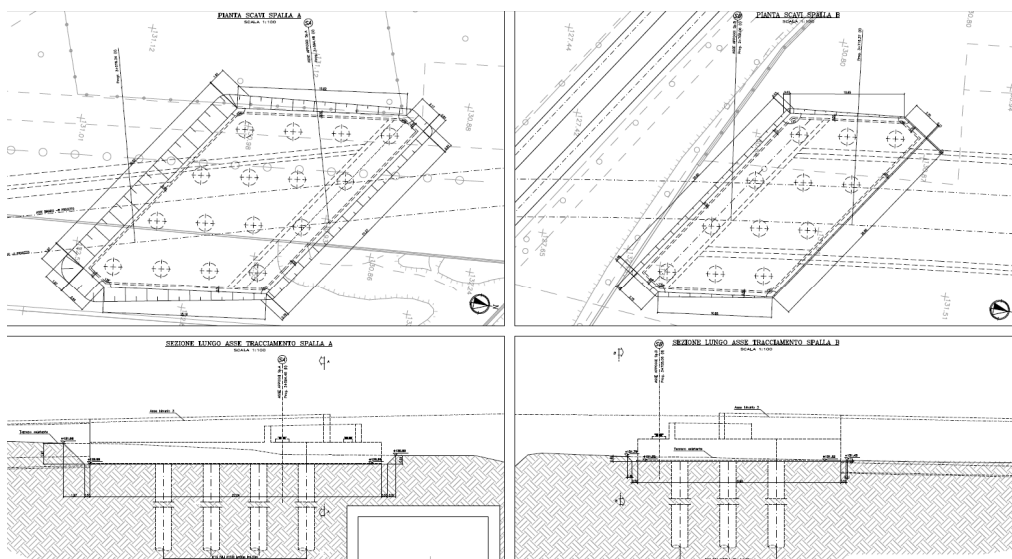


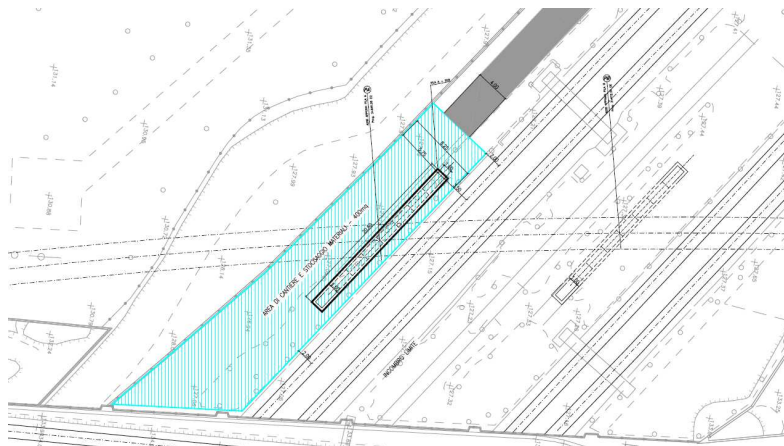
Figura 61 – Pianta e sezioni scavi spalle A e B.

4.7.3. Fasi realizzazione

Le attività di realizzazione delle pile del manufatto di scavalco saranno eseguite in regime di interruzione notturna del binario più vicino all'opera da realizzare.

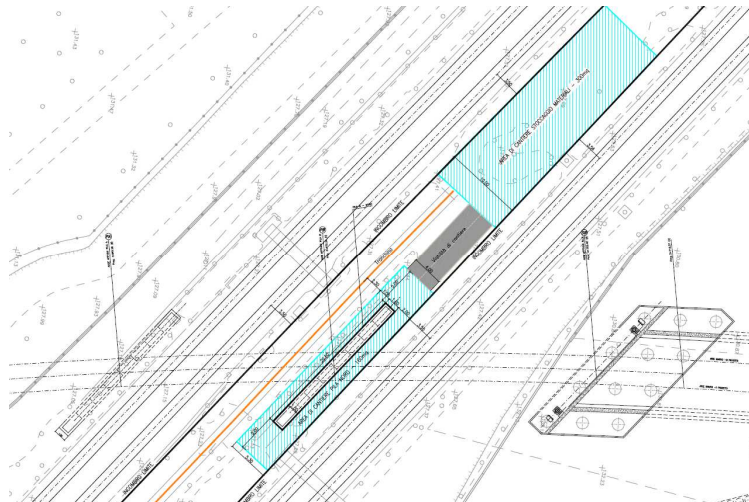
La cantierizzazione della pila A, a sud, seguirà la realizzazione delle seguenti attività:

- Realizzazione della viabilità di cantiere e allestimento dell'area di cantiere;
- Verifica di eventuali interferenze con passantino mediante esecuzione di sondaggi puntuali;
- Realizzazione diaframmi in regime di interruzioni notturne del binario più vicino;
- Realizzazione fusto della pila.



La cantierizzazione della pila B, a nord, seguirà la realizzazione delle seguenti attività:

- Utilizzo del tronchino per carico/scarico materiale;
- Allestimento dell'area di cantiere e della viabilità di cantiere;
- Realizzazione diaframmi;
- Realizzazione fusto della pila.



4.7.4. Materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione della manufatto di scavalco della linea RFI sopradescritto sono costituiti da:

CALCESTRUZZI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO

- RESISTENZA MEDIA : $R_m \geq 15$ MPa
- CONTENUTO MIN. CEMENTO : 150 kg/mc

SOLETTA PER IMPALCATO

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XF1
- COPRIFERRO : C = 40 mm
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S4÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

PILE, SPALLE, PULVINI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XF1
- COPRIFERRO : C = 40 mm
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

FONDAZIONI SPALLE

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : C = 40 mm
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

PALI DI FONDAZIONE

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : C = 60 mm
- (NEL CASO DI PALI TRIVELLATI : C = 60 mm)
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

ARMATURE PER C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE LENTE

- B450C

CARPENTERIA METALLICA

MATERIALI:

- ACCIAIO SECONDO EN 10025, DM 17.1.2018 E ISTRUZIONE FS 44M
- LAMIERE E PROFILI PER ELEMENTI SALDATI S355J2/K2 O VERO S355J2W/K2W
- LAMIERE E PROFILI PER ELEMENTI NON SALDATI S355JO O VERO S355JOW
- BULLONI A SERRAGGIO CONTROLLATO SECONDO EN 14399
- VITI CLASSE 10.9 EN 14399-4 (k1 PER BULLONI A TAGLIO E k2 PER BULLONI AD ATTRITO)
- (TOLLERANZA GAMBO LISCIO h13 O h11)
- DADI CLASSE 10 EN 14399-4
- RONDELLE (HRC 32-40) EN 14399-6

COPRIFERRO MINIMO

(distanza tra superficie esterna dell'armatura, comprese staffe e e la superficie stessa del calcestruzzo)

- STRUTTURE FUORI TERRA : 30-40 mm
- STRUTTURE INTERRATE : 40 mm
- PALI TRIVELLATI : 60 mm
- DIAFRAMMI : 60 mm

4.8. Nuovo manufatto a spinta per attraversamento cavalcaferrovia linea RFI

In direzione Saronno l'intervento di ampliamento della sede ferroviaria prevede la realizzazione di nuovi binari di attestamento ad Ovest del fascio esistente.

Tale ampliamento comporta la realizzazione di un nuovo fornice, eseguito con manufatto a spinta, in corrispondenza del cavalcaferrovia RFI sulla linea FNM.

Il manufatto a spinta è posizionato tra il muro di sostegno “MS10” ed il muro di sostegno “MS11” e si congiunge con essi mediante un tratto di raccordo con viluppo di 15,00 metri.

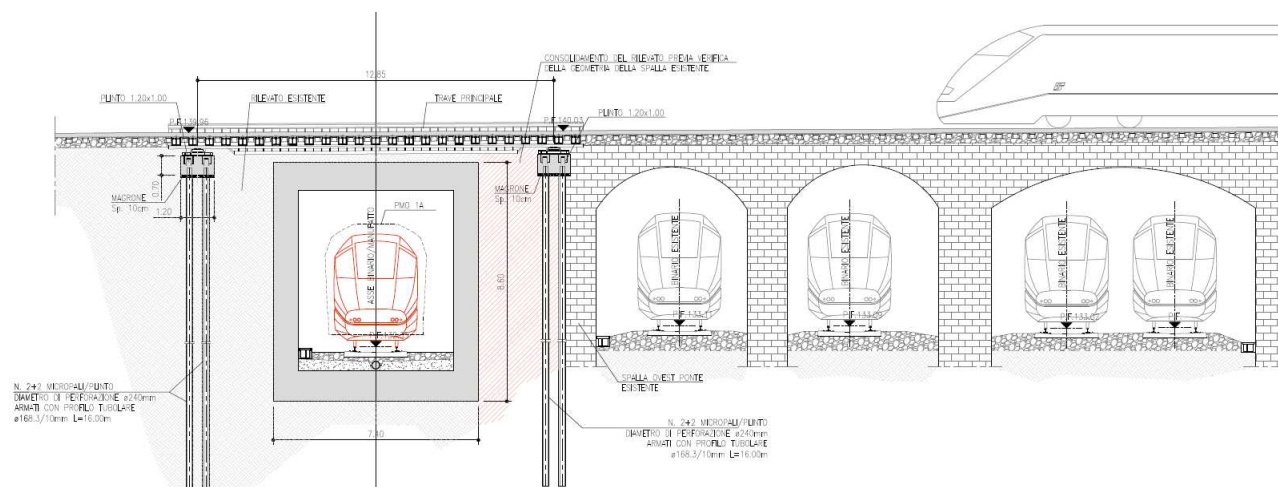


Figura 62 – Sezione trasversale sottopasso a spinta

Il manufatto in c.a. ha uno sviluppo longitudinale di 32,25 metri ed una sezione trasversale di dimensioni esterne di 7,40x8,60 m con solette orizzontali di spessore pari a 1,10 m e piedritti da 0,90 m (luce interna al manufatto 5.60x6,50m).

La soletta superiore con sviluppo lineare di 23,70 m presenta parapetti in c.a. con altezza 1,50 m e spessore di 0,30 m da realizzare in seconda fase.

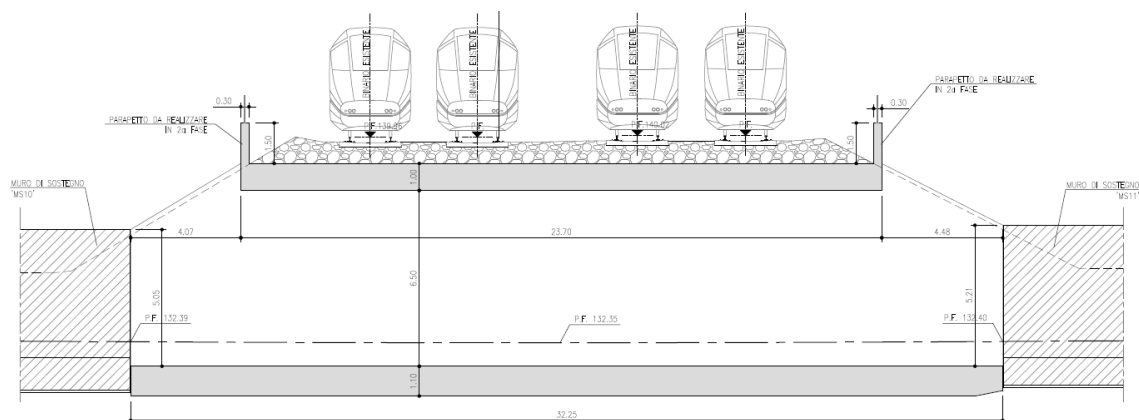


Figura 63 – Sezione longitudinale sottopasso a spinta

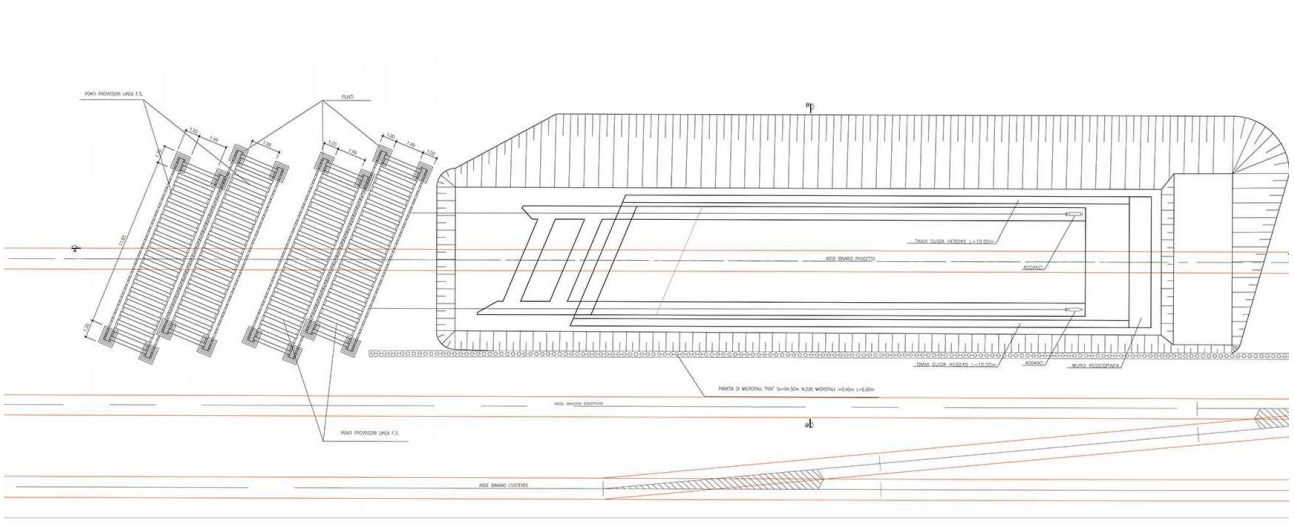
4.8.1. Fasi realizzazione

Il manufatto di sottopasso del cavalcaferrovia viene posizionato a spinta successivamente alla realizzazione delle seguenti opere propedeutiche:

- realizzazione dello scavo provvisorio per la platea di varo;
- realizzazione della platea di varo in c.a., spessore 0,40 m, con muro reggispinta di dimensioni 1,50x3,10 m e travi guida HEB240 (lunghezza complessiva pari a 20,00 m);
- realizzazione di n. 4 ponti provvisori per la linea F.S. su n.64 micropali Ø240, armati con profilo tubolare Ø168.3/10mm, con lunghezza di 16,00 m, posti ad interasse minimo di 0,50, con plinti di testa in c.a.

Una volta eseguito il varo del monolite si procede con la demolizione del rostro e con l'ultimazione della soletta di copertura con i parapetti in c.a.

PIANTA SCAVI PLATEA DI VARO
SCALA 1:100



SEZIONE A-A
SCALA 1:100

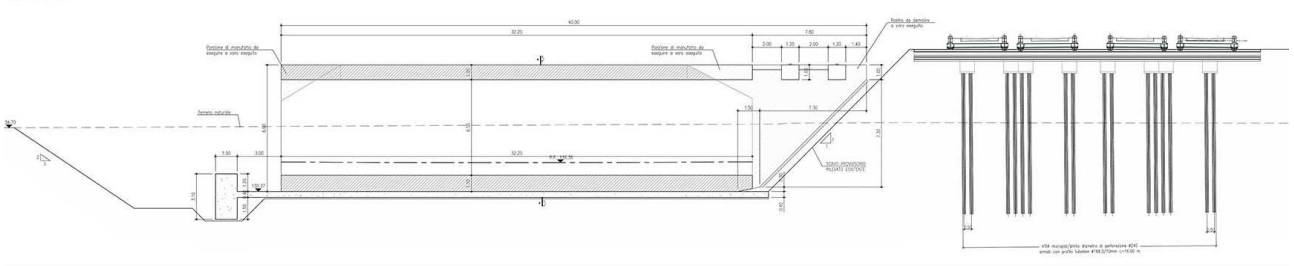


Figura 64 – Planimetria e sezione scavi platea di varo

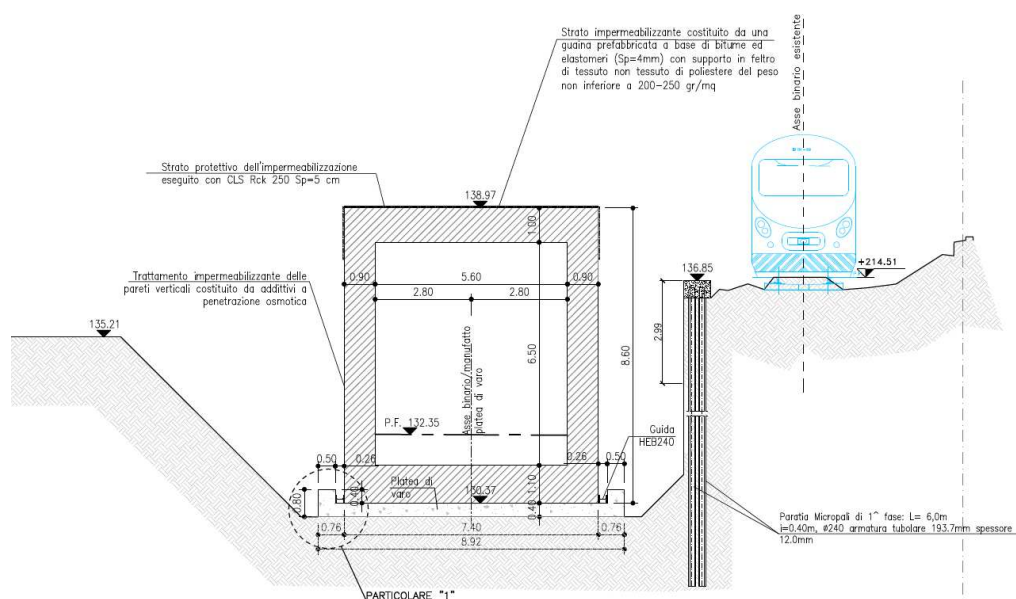


Figura 65 – Sezione trasversale scavi platea di varo

Sulla soletta superiore del manufatto è previsto il posizionamento di uno strato impermeabilizzante costituito da una guaina prefabbricata a base di bitume ed elastomeri (spessore 4 cm), con supporto in feltro di tessuto non tessuto di poliestere, e di uno strato protettivo dell'impermeabilizzazione eseguito con uno strato di 5cm in cls Rck250.

4.8.2. Materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione del manufatto sopra descritto sono costituiti da:

CALCESTRUZZI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO

- RESISTENZA MEDIA : $R_m \geq 15 \text{ MPa}$
- CONTENUTO MIN. CEMENTO : 150 kg/mc

SCATOLARI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : C = 40 mm
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3>S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

ARMATURE PER C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE LENTE

- B450C

4.9. Nuova passerella ciclopedonale di scavalco su linea FNM

In direzione Saronno l'intervento di ampliamento della sede ferroviaria prevede la realizzazione di nuovi binari di attestamento ad Ovest del fascio esistente. Tale ampliamento comporta la demolizione della passerella ciclopedonale esistente in corrispondenza di Via Lopez e la realizzazione di un nuovo manufatto di scavalco e delle rispettive rampe ciclabili e pedonali di accesso.

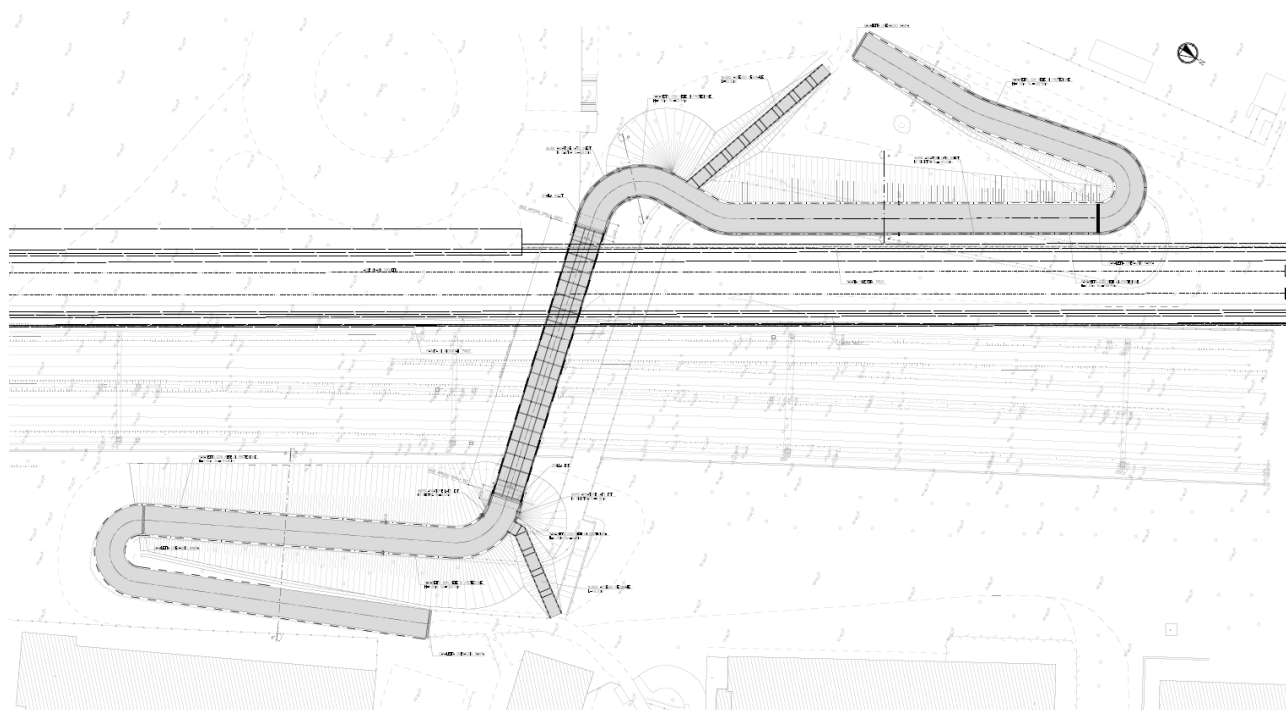


Figura 66 – Planimetria passerella ciclopedonale con rampe di accesso.

La rampa di accesso ciclopedonale ovest ha uno sviluppo lineare di 162 metri, con pendenza 4%, mentre la scala di accesso pedonale ha una lunghezza complessiva di 32,20 metri. La rampa ovest presenta un muro andatore in sinistra con sviluppo di 145,50 metri, un muro andatore in destra con sviluppo di 23,55 metri ed un parapetto con rete di protezione ($h=1,50$ m) per uno sviluppo complessivo di circa 321 metri.

La rampa di accesso ciclopedonale est ha uno sviluppo lineare di 139,40 metri, con pendenza 4%, mentre la scala di accesso pedonale ha una lunghezza complessiva di 18,20 metri. La rampa est presenta un parapetto con rete di protezione ($h=1,50$ m) per uno sviluppo complessivo di circa 276 metri, un muro andatore in sinistra con sviluppo di 5,60 metri ed un muro andatore in destra con sviluppo di 5,05 metri.

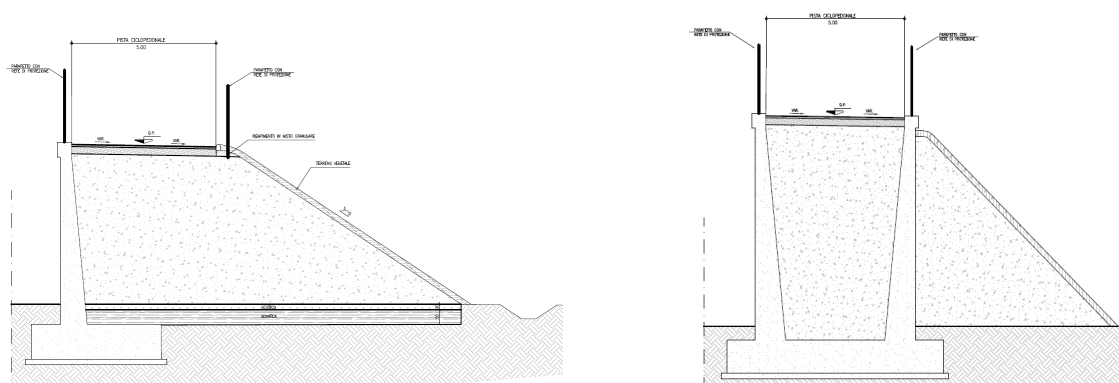


Figura 67 – Sezioni rampa di accesso ovest.

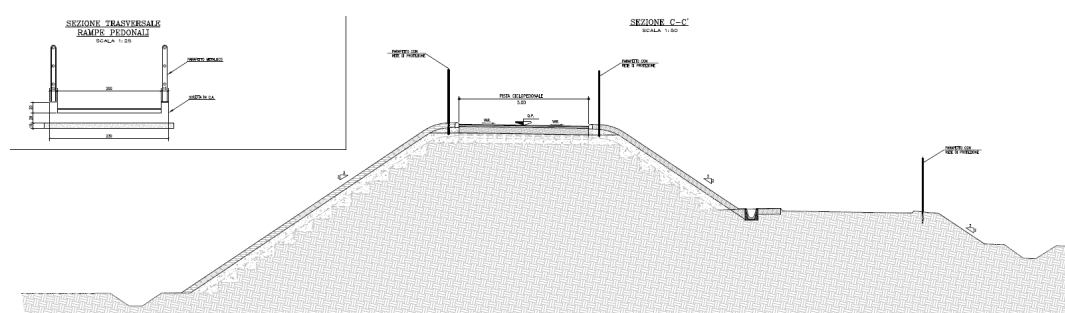


Figura 68 – Sezioni rampa di accesso est.

La passerella ciclopedonale in carpenteria metallica è posizionata ad un'altezza minima di 6,60 metri dal piano ferro e poggia su spalle in c.a. sui lati est ed ovest.

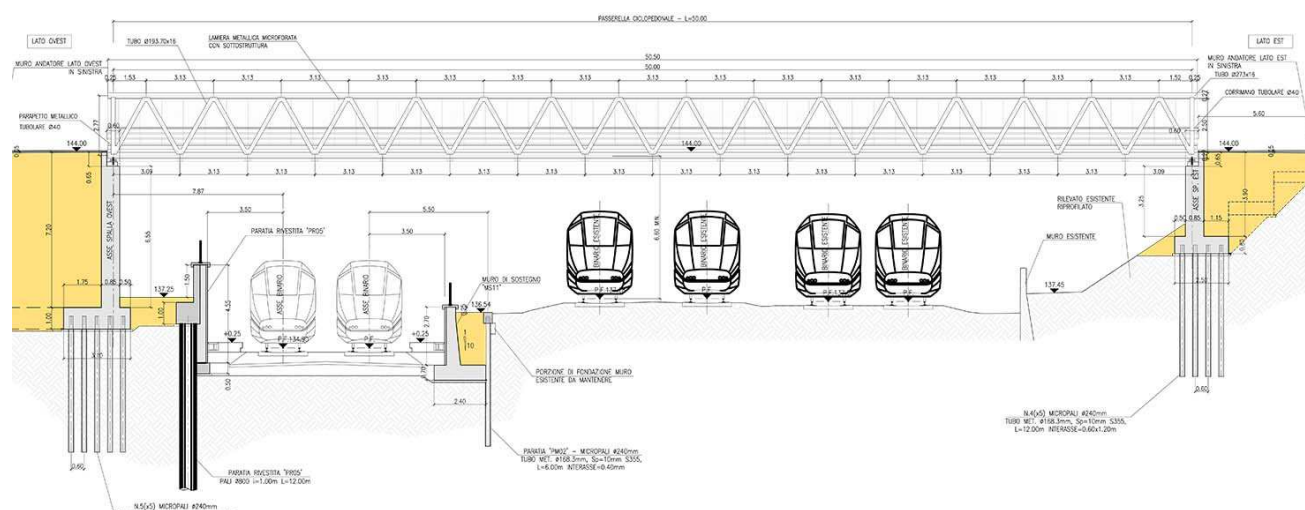


Figura 69 – Sezione longitudinale passerella ciclopeditonale via Lopez.

La spalla ovest in c.a. è costituita da un muro con altezza di 7,20 m e spessore di 0,85 m e da una fondazione di dimensioni 6,10x3,10x1,00m su n.25 micropali Ø240mm, tubo Ø168.3mm, spessore 10mm, con lunghezza 12,00 metri posti secondo una maglia 0,60x1,20 m.

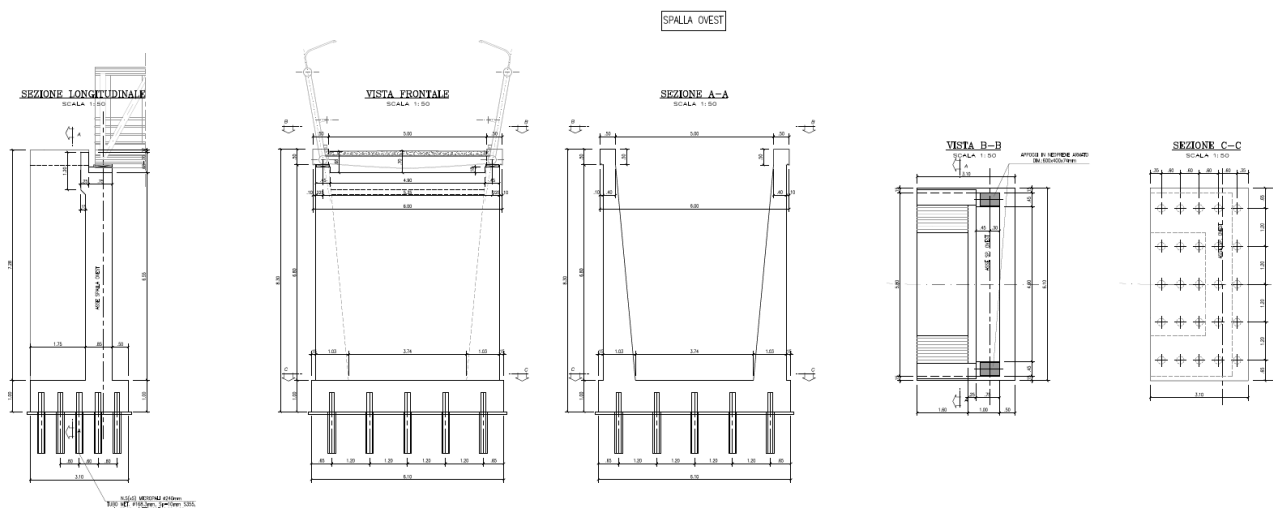


Figura 70 – Spalla ovest passerella ciclopeditonale

La spalla est in c.a. è costituita da un muro con altezza di 3,90 m e spessore di 0,85 m e da una fondazione di dimensioni 6,10x2,50x0,80m su n.20 micropali Ø240mm, tubo Ø168.3mm, spessore 10mm, con lunghezza 12,00 metri posti secondo una maglia 0,60x1,20 m.

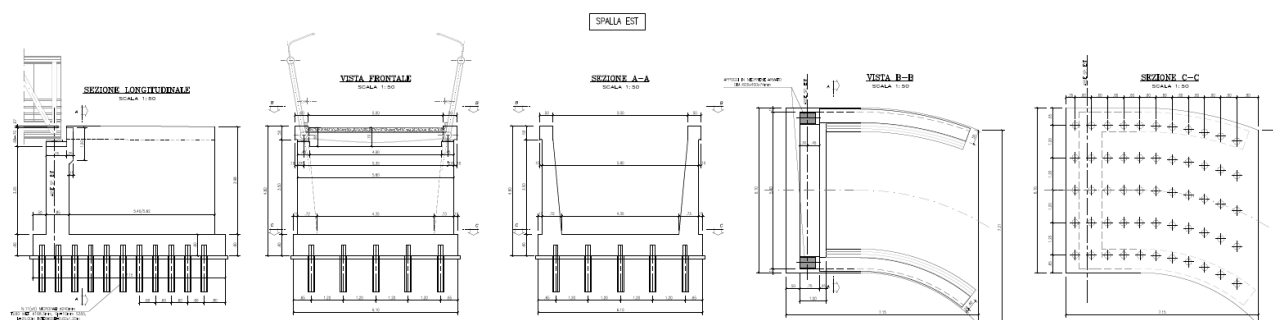


Figura 71 – Spalla est passerella ciclopeditonale

La passerella ciclopedonale presenta una lunghezza di 50,00 metri ed è costituita da una struttura in carpenteria metallica con maglia strutturale costante pari a 3,13 m che diventano 3,09 m nelle ultime campate in corrispondenza delle spalle.

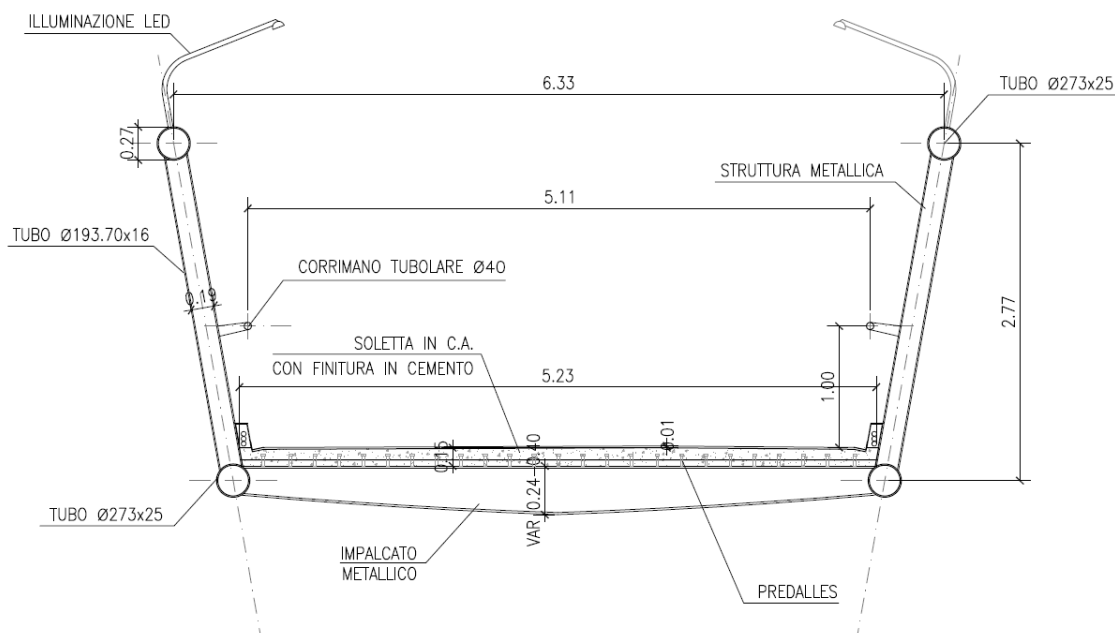


Figura 72 – Sezione trasversale passerella ciclopeditonale

La struttura è costituita da travi in tubolari di acciaio Ø273x25 e da elementi verticali inclinati in tubolari di acciaio Ø193,70x16. L'impalcato della passerella è realizzato con un profilo in acciaio ad altezza variabile 0,24-0,40 m con predallas e soletta in c.a. (sp. 16 cm) con finitura in cemento.

Le finiture della passerella sono costituite da corrimano in tubolari metallici Ø40 posti ad 1,00 m dal piano di calpestio, parapetto metallico, rivestimento interno di protezione in lamiera metallica microforata con sottostruttura e dispositivi di illuminazione led.

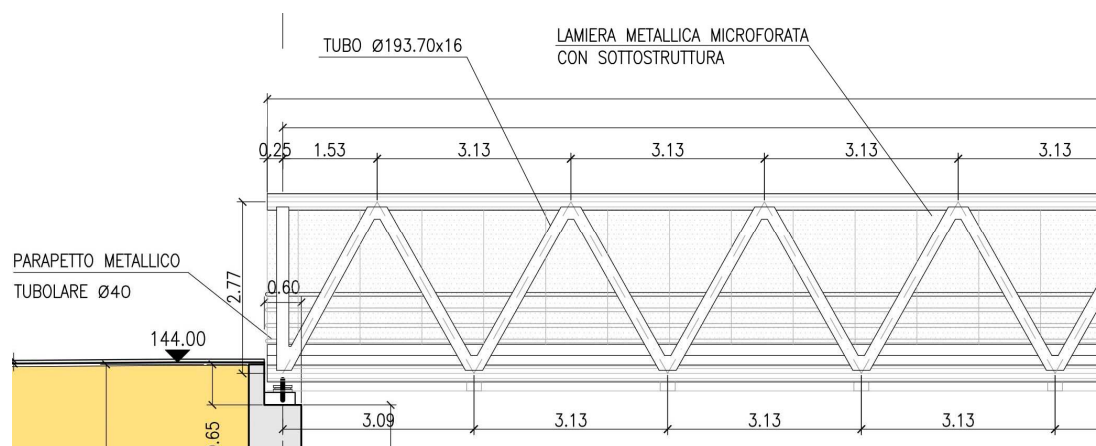


Figura 73 – Sezione trasversale passerella ciclopedonale

4.9.1. Materiali

I materiali utilizzati per la realizzazione della passerella ciclopedonale con relative spalle di appoggio sopradescritte sono costituiti da:

CALCESTRUZZI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO

- RESISTENZA MEDIA : $R_m \geq 15 \text{ MPa}$
- CONTENUTO MIN. CEMENTO : 150 kg/mc

MURI FONDAZIONI

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

MURI ELEVAZIONI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XF1
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

PILE, SPALLE, PULVINI

- CLASSE DI RESISTENZA : C32/40
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XF1
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.2

FONDAZIONI SPALLE

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

PARATIE DI PALI

- CLASSE DI RESISTENZA : C25/30
- CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
- COPRIFERRO : $C = 60 \text{ mm}$
- (NEL CASO DI PALI TRIVELLATI : $C = 60 \text{ mm}$)
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP : S3÷S5
- DIAMETRO MAX AGGREGATO : 32 mm
- CLASSE CONTENUTO CLORURI : Cl 0.4

ARMATURE PER C.A.

ACCIAIO PER ARMATURE LENTE

- B450C

CARPENTERIA METALLICA

MATERIALI:

- ACCIAIO SECONDO EN 10025, DM 17.1.2018 E ISTRUZIONE FS 44M
- LAMIERE E PROFILI PER ELEMENTI SALDATI S355J2/K2 O VERO S355J2W/K
- LAMIERE E PROFILI PER ELEMENTI NON SALDATI S355JO O VERO S355JOW
- BULLONI A SERRAGGIO CONTROLLATO SECONDO EN 14399
- VITI CLASSE 10.9 EN 14399-4 (k1 PER BULLONI A TAGLIO E k2 PER BULLONI AD ATTRITO)
- (TOLLERANZA GAMBO LISCIO h13 O h11)
- DADI CLASSE 10 EN 14399-4
- RONDELLE (HRC 32-40) EN 14399-6

MICROPALI

- MALTE E MISCELE PER INIEZIONI : $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
- RAPPORTO A/C MAX IN PESO : 0.5

COMPOSIZIONE MISCELE (rif. 1 mc)

- ACQUA : 600 kg
- CEMENTO : 1200 kg
- ADDITIVI : 10÷20 kg
- PESO SPECIFICO : 1.8 kg/dm^3

COMPOSIZIONE MALTE (rif. 1 mc)

- ACQUA : 300 kg
- CEMENTO : 600 kg
- ADDITIVI : 5÷10 kg
- INERTI : 1100÷1300 kg
- ACCIAIO TUBI : S355JR

COPRIFERRO MINIMO

(distanza tra superficie esterna dell'armatura, comprese staffe e la superficie stessa del calcestruzzo)

- STRUTTURE FUORI TERRA : 30-40 mm
- STRUTTURE INTERRATE : 40 mm
- PALI TRIVELLATI : 60 mm
- DIAFRAMMI : 60 mm

4.10. Adeguamento della viabilità locale

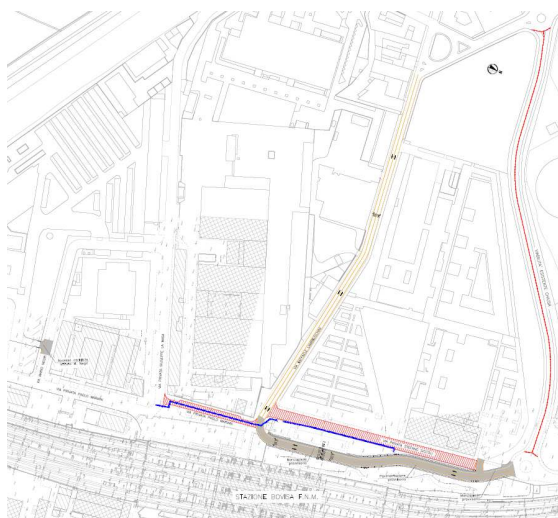
L'ampliamento verso Ovest della sede ferroviaria e del fabbricato di stazione comporta l'adeguamento e la riorganizzazione della viabilità locale, con particolare riferimento a via Siccoli, via Mariani, via Negri e via Lambruschini, nei tratti adiacenti ai nuovi binari.

Nello specifico, la tipologia e l'ubicazione delle opere di contenimento degli scavi nonché la fasizzazione degli interventi in corrispondenza del fabbricato di stazione sono stati studiati in modo tale da:

- garantire la continuità della circolazione stradale e gli accessi privati anche in fase di cantiere;
- minimizzare le interferenze con i sottoservizi esistenti;
- riqualificare e razionalizzare l'assetto della viabilità locale nella configurazione di progetto.

4.10.1. Deviazioni provvisorie

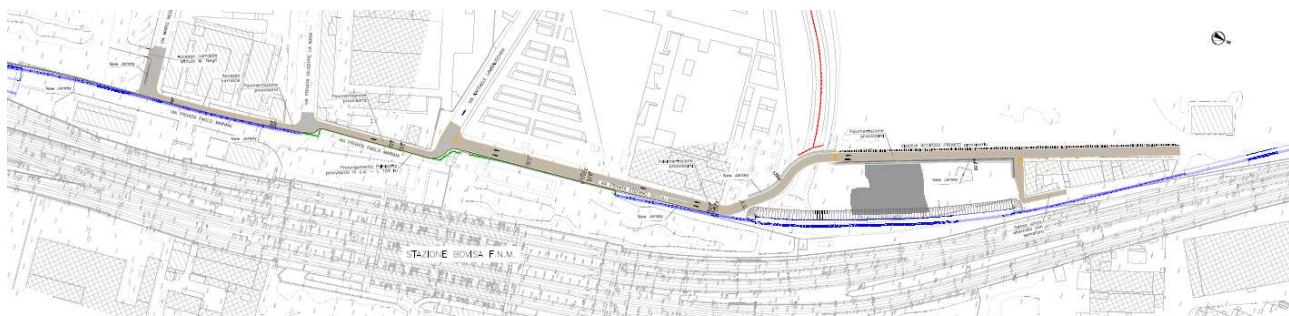
Durante l'esecuzione delle operazioni di scavo e di realizzazione delle opere civili si prevedono deviazioni provvisorie della viabilità locale per assicurare gli obiettivi precedentemente elencati.



Fase 0



Fase 1



Fase 2

- Fase 0 - Lavorazioni per la risoluzione delle interferenze con i sottoservizi: si prevede la chiusura delle viabilità di via Siccoli, dall'incrocio con via Lambruschini alla rotatoria esistente, e di via Mariani, nel tratto di fronte all'attuale accesso ciclo-pedonale alla stazione. Per garantire i flussi di circolazione per gli accessi di via Siccoli è prevista la realizzazione di una viabilità provvisoria e l'istituzione del doppio senso di marcia lungo via Lambruschini, mediante l'eliminazione provvisoria degli stalli di sosta.

In tale fase si prevede di realizzare anche la paratia provvisoria PP01 e il nuovo accesso all'istituto Mario Negri dall'omonima via.

- Fase 1 - Lavorazioni per la realizzazione delle opere dell'ampliamento della stazione: si prevede che via Mariani rimanga chiusa nel tratto di fronte all'accesso ciclo-pedonale alla stazione per la realizzazione delle opere di ampliamento della stazione (piazzale lato Milano). Per garantire i flussi di circolazione viene riportata sulla sede originaria, ma con sezione ridotta, via Siccoli e permane l'istituzione del doppio senso di marcia lungo via Lambruschini. Viceversa, il tratto di viabilità dall'edificio del Politecnico verso nord, viene deviato per permettere la realizzazione delle opere previste nel suddetto tratto.

In questa fase si prevede l'installazione di new jersey lungo via Negri, via Mariani e via Siccoli per una lunghezza complessiva di 925 metri e di una recinzione lungo il lato ovest di via Siccoli per una lunghezza di 145 metri.

- Fase 2 - Lavorazioni per il completamento delle opere in progetto interferenti con la viabilità esistente: completate le lavorazioni di ampliamento del piazzale della stazione viene ripristinata la viabilità a senso unico sul tratto di via Mariani e ripristinato il senso unico su via Lambruschini. È prevista la realizzazione temporanea di una viabilità ad integrazione dell'accesso ai fabbricati industriali in corrispondenza dell'area a nord di via Siccoli. Le restanti deviazioni provvisorie, previste nelle fasi precedenti, restano tali fino al termine di tutte le lavorazioni interferenti con la viabilità esistente.

Il pacchetto di pavimentazione stradale previsto per la viabilità provvisoria è costituito da una sottofondazione in misto granulare con spessore di 30 cm, uno strato di base in conglomerato bituminoso con spessore di 7 cm e manto di usura spesso 3 cm.

PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE VIABILITA' PROVVISORIA

SCALA 1:10

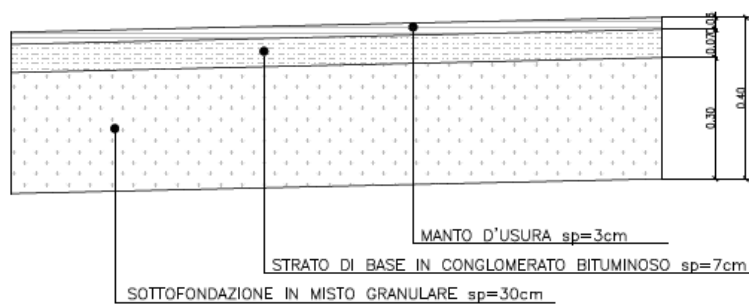


Figura 74 – Particolare pacchetto di pavimentazione viabilità provvisoria

4.10.2. Viabilità di progetto

Nella configurazione finale di progetto è previsto che:

- Via Siccoli presenti una piattaforma stradale pavimentata di 8,00 m, composta da due corsie per i due sensi di marcia da 3,50 m e banchine esterne con larghezza di 0,50 m.

Nel tratto iniziale di Via Siccoli procedendo verso sud per una lunghezza circa 197 metri è prevista la realizzazione di un marciapiede sul lato binari con un'ampiezza minima di 1,50 m.

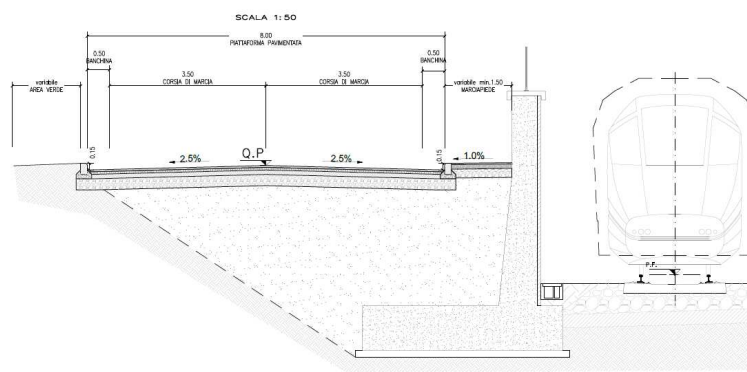


Figura 75 – Sezione caratteristica Via Siccoli con marciapiede lato binari.

Nel tratto successivo fino al fabbricato di stazione, per una lunghezza di circa 148 metri è prevista la realizzazione di un'area verde lungo il lato dei binari. Sul lato opposto è prevista la realizzazione di un marciapiede con ampiezza minima di 1,50 m per i primi 68 metri, mentre nei rimanenti 80 metri si prevede l'adeguamento del marciapiede esistente.

Nel tratto che corre lungo il fabbricato di stazione (lunghezza 119 metri), oltre alle due corsie di marcia e le banchine, è prevista la realizzazione di n.8 stalli di parcheggi in linea con dimensioni 2,00x5,00m posizionati lungo la stazione. In questo tratto è prevista la realizzazione di un marciapiede lato stazione, con ampiezza variabile (minimo 1,50 m), e la demolizione di parte del marciapiede esistente sul lato del Politecnico con adeguamento dello stesso ad un'ampiezza minima di 1,70 m.

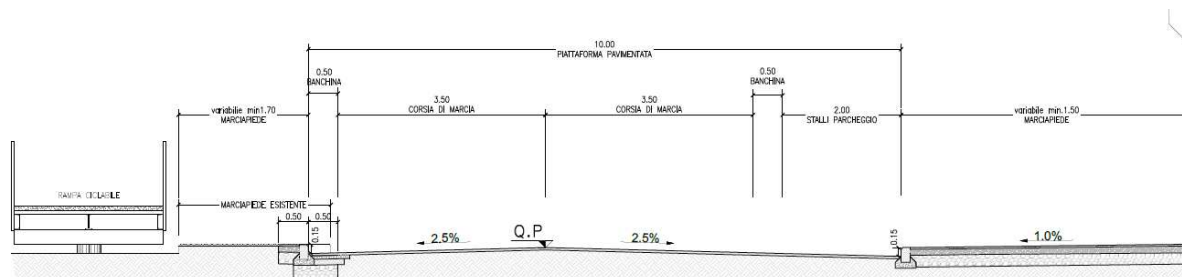


Figura 76 – Sezione caratteristica Via Siccoli in corrispondenza del Fabbricato di stazione.

- Via Mariani presenti una piattaforma stradale pavimentata di 6,00 m, composta da una corsia a senso unico di marcia da 3,50 m e banchine esterne con larghezza di 0,25 m.

Nel tratto iniziale di Via Mariani (104 metri), lungo il Piazzale lato Milano, dall'intersezione con Via Lambruschini all'intersezione con Via La Masa, è prevista la presenza di marciapiedi su entrambi i lati della carreggiata. Il marciapiede realizzato sul lato del Piazzale di Stazione ha un'ampiezza variabile (minimo 1,50 m), mentre quello lato Politecnico è ricavato adeguando il marciapiede esistente ad un'ampiezza di 1,50 m. Quest'ultimo marciapiede viene sagomato per la realizzazione di n.4 stalli di sosta in linea con dimensioni 2,00x5,00m.

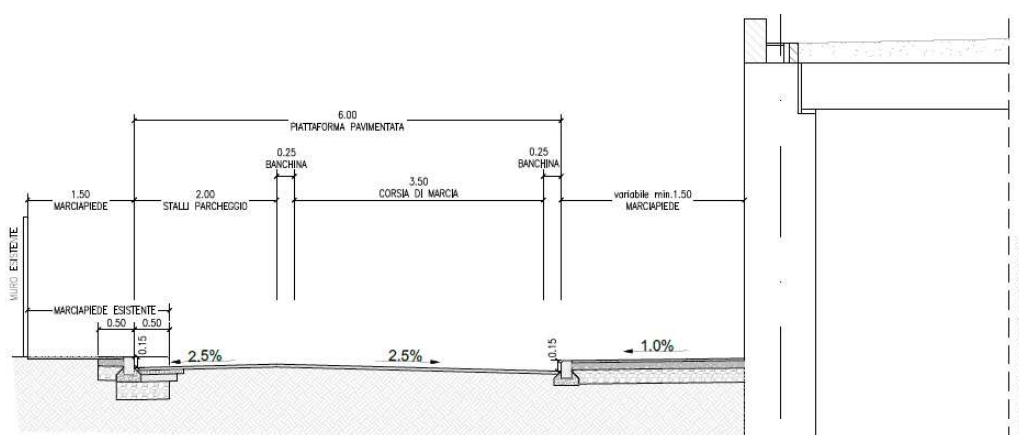


Figura 77 – Sezione caratteristica tratto iniziale Via Mariani con stalli di sosta in linea

Nel tratto finale di Via Mariani (123 metri), dall'intersezione con Via La Masa all'intersezione con Via Negri, è previsto l'adeguamento del marciapiede esistente sul lato opposto ai binari con ampiezza minima di 1,50 m, che viene sagomato per la realizzazione di n.3 stalli di sosta in linea con dimensioni 2,00x5,00m.

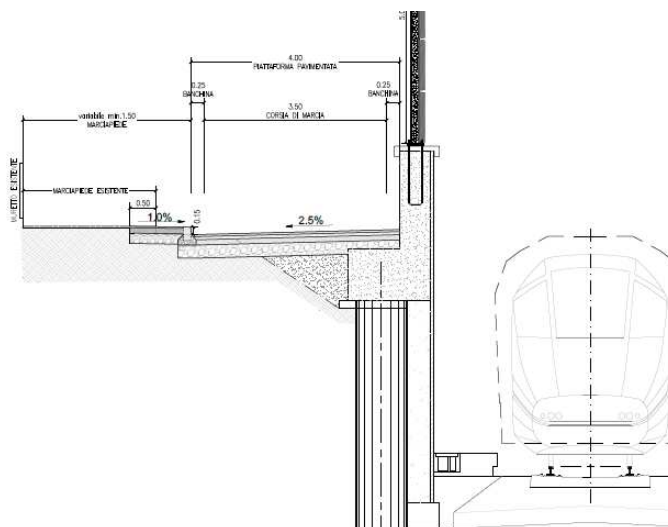


Figura 78 – Sezione caratteristica Via Mariani con stalli di sosta in linea

- Su via Negri è prevista l'apertura di due accessi carrabili, uno a servizio della nuova SSE e l'altro in sostituzione dell'accesso all'Istituto M. Negri demolito per la realizzazione delle opere di ampliamento della sede ferroviaria.

Sull'area di intervento è prevista la realizzazione di un nuovo pacchetto stradale composto da una sottofondazione in misto granulare con spessore di 25 cm, uno strato di base in conglomerato bituminoso con spessore di 10 cm, uno strato di collegamento (binder) spesso 6 cm ed un manto d'usura con spessore di 4 cm.

Nel caso di risistemazioni di pavimentazione stradale esistente si prevede la scarifica dello strato esistente con spessore di 4 cm e successiva stesa di manto d'usura.

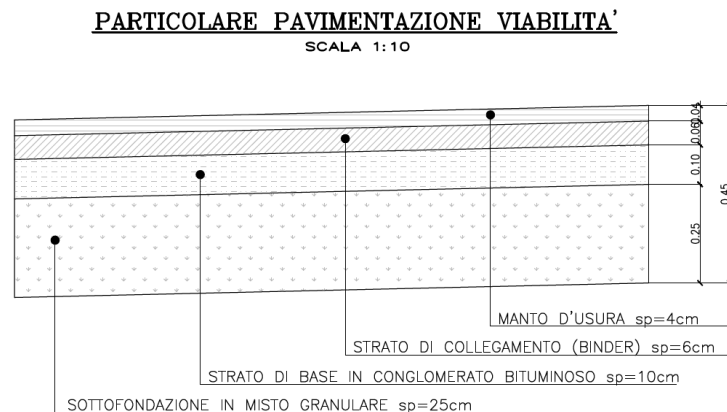


Figura 79 – Particolare pavimentazione stradale

La realizzazione dei nuovi marciapiedi prevede un pacchetto di pavimentazione costituito da una sottofondazione in misto granulare con spessore di 20 cm, un massetto in cls (sp. 10 cm) con rete elettrosaldata Ø8, maglia 20x20 e uno strato di manto d'usura con spessore di 3 cm.

I cigli dei marciapiedi sono realizzati con cordoli in pietra su letto di malta cementizia.

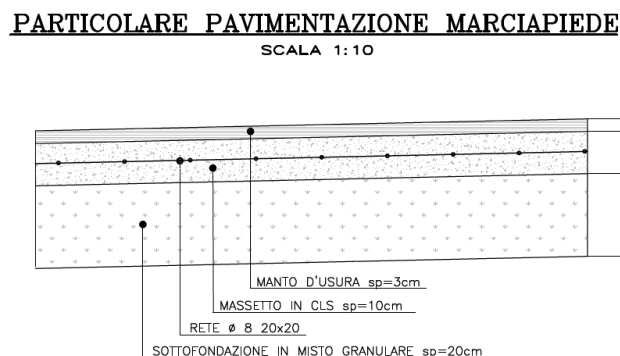


Figura 80 – Particolare marciapiede

5. RACCOLTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

5.1.1. Tratte ferroviarie

Lo smaltimento delle acque relative alle opere di linea è previsto mediante infiltrazione nel suolo secondo le seguenti modalità:

- Sezione ferroviaria senza materassino antivibrazione

Nei tratti in cui la piattaforma ferroviaria è posata direttamente su terreno si prevede il drenaggio con infiltrazione diretta dal ballast al suolo sottostante. Al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque sarà adottata una fondazione in supercompattato drenante $h=30\text{cm}$, con permeabilità non inferiore a $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.

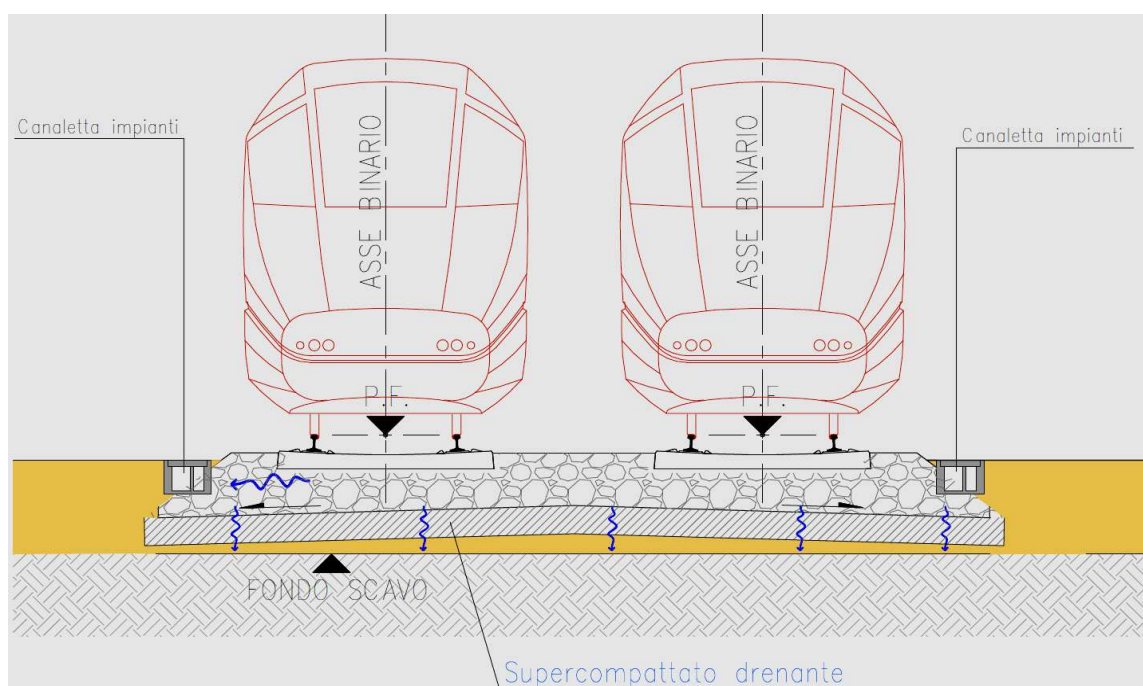


Figura 81 – Sezione ferroviaria con supercompattato drenante

- Sezione ferroviaria con materassino antivibrazione

Nei tratti in cui è prevista la posa di materassino antivibrazione la raccolta dovrà essere effettuata mediante trincee drenanti aderenti allo strato impermeabile con la funzione di

intercettare le acque che scorrono sullo strato impermeabile. Le trincee scaricheranno direttamente nel suolo per infiltrazione.

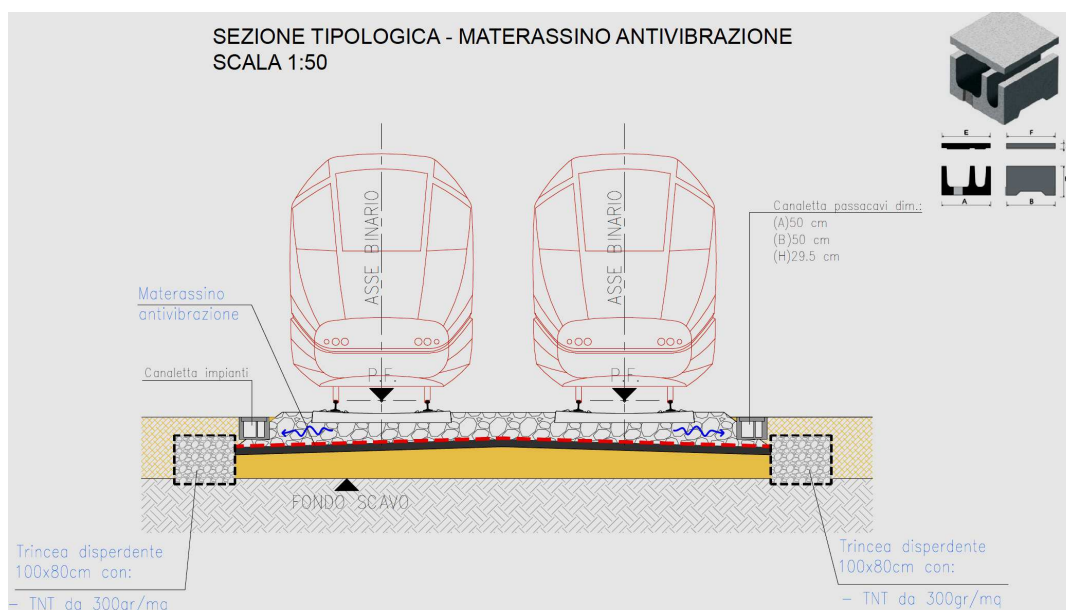


Figura 82 – Sezione ferroviaria con materassino antivibrazione

- Sezione ferroviaria in presenza di muri di sostegno a U

Per i tratti in rilevato con muri di sostegno a U si prevede la realizzazione di trincee drenanti a tergo dei muri con funzione di allontanare le acque dal rilevato. Esse recapiteranno in trincee disperdenti posizionate nelle aree adiacenti. Si osservi la sezione tipologica seguente.

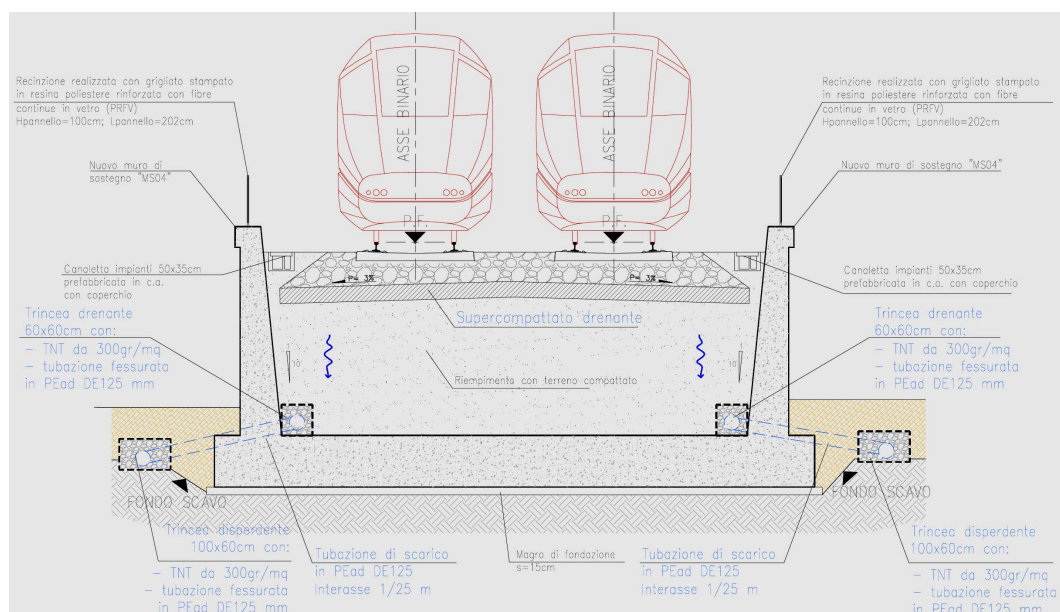


Figura 83 – Drenaggio tratte ferroviarie mediante infiltrazione nel suolo

- Passantino

Il drenaggio della copertura del passantino avviene con modalità analoghe a quelle previste per i tratti di rilevato con muri a U.

L'allontanamento delle acque dal rilevato verso l'esterno del passantino è effettuato con trincee drenanti a tergo dei muri, collegate a tubazioni di scarico PVC DE125 che recapitano in trincee disperdenti poste all'esterno delle opere strutturali.

Inoltre, data la presenza sui binari II e III di tappetini antivibranti, è prevista la posa di trincee drenanti per l'intercettazione delle acque ai margini dello strato impermeabile e la loro veicolazione verso il terreno di rilevato. Per quanto concerne le acque che possono raccogliersi all'interno della galleria artificiale è prevista la posa di una tubazione drenante fessurata per il drenaggio dello strato di ballast. La tubazione avrà pendenza verso Sud (analogamente alla fondazione del passantino) e recapiterà a valle in una trincea disperdente già predisposta per la raccolta della copertura.

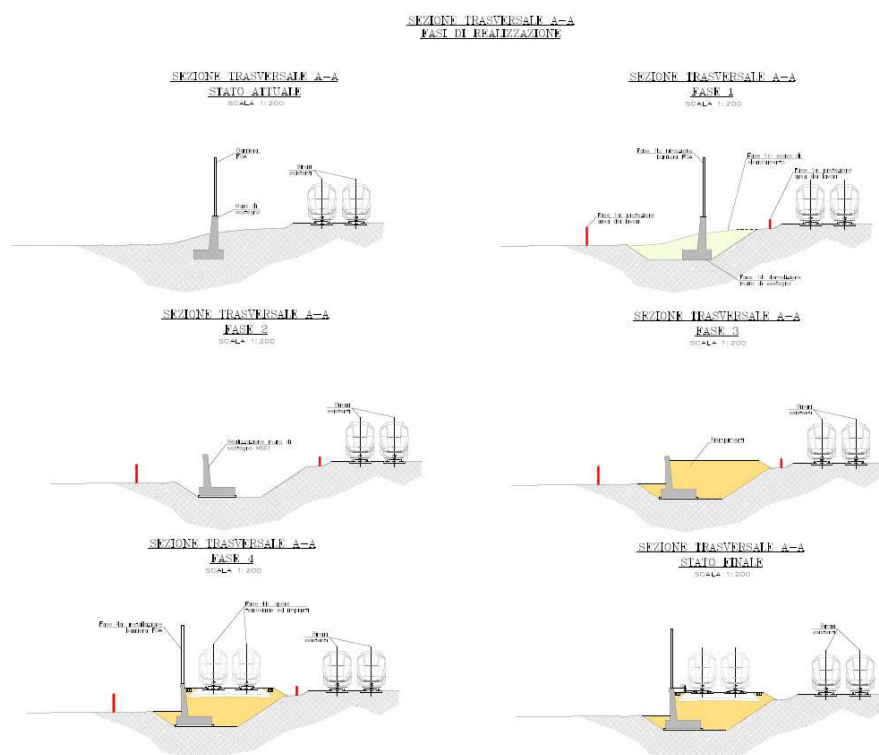
6. CANTIERIZZAZIONE

Nel presente capitolo si illustrano sinteticamente le fasi di cantierizzazione/esecuzione delle opere previste dagli interventi di progetto nelle diverse WBS.

6.1. WBS Ponte su linea RFI – Fabbricato di Stazione

6.1.1. Sezione dei nuovi binari in rilevato

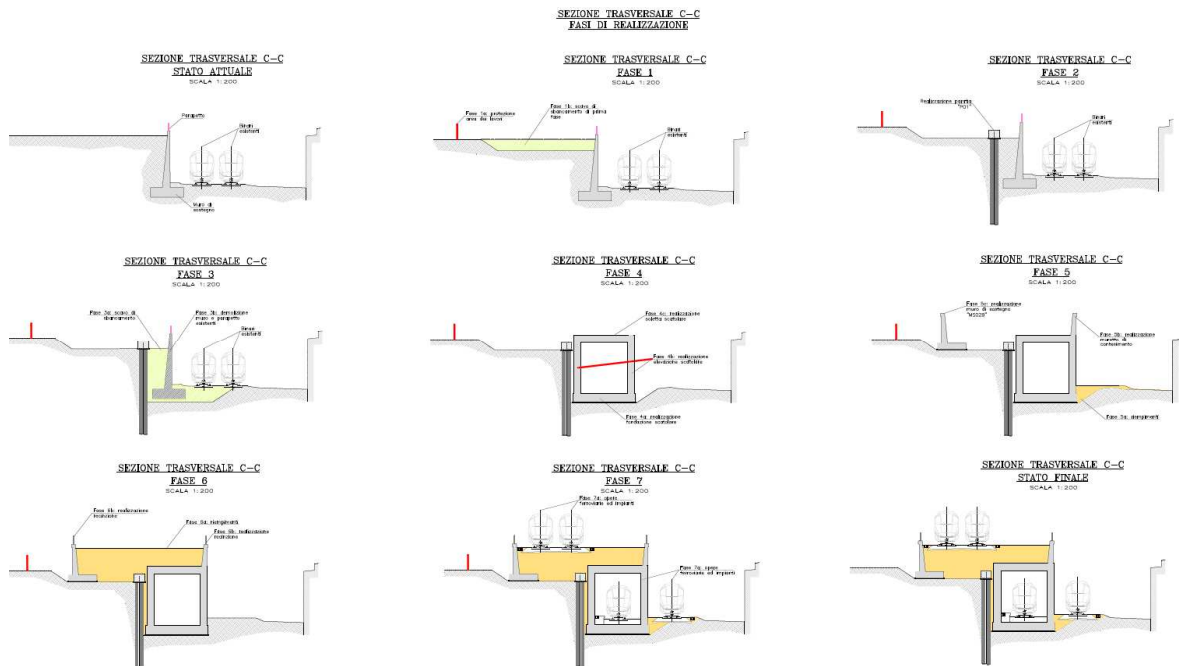
Nell'area di inizio intervento a sud del nuovo Ponte sulla linea RFI attualmente si trovano i binari esistenti e muri di sostegno con barriere FOA.



- Fase 1: Si prevede la protezione e l'istituzione dell'area di cantiere. Successivamente è prevista la rimozione delle barriere FOA, scavo di sbancamento e demolizione del muro di sostegno esistente.
- Fase 2: Realizzazione del muro di sostegno "MS01".
- Fase 3: Riempimenti dell'area di scavo.
- Fase 4: Installazione delle barriere FOA sul nuovo muro di sostegno. Realizzazione opere ferroviarie e relativi impianti.
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.

6.1.2. Sezione in corrispondenza del nuovo manufatto di scavalco (passantino)

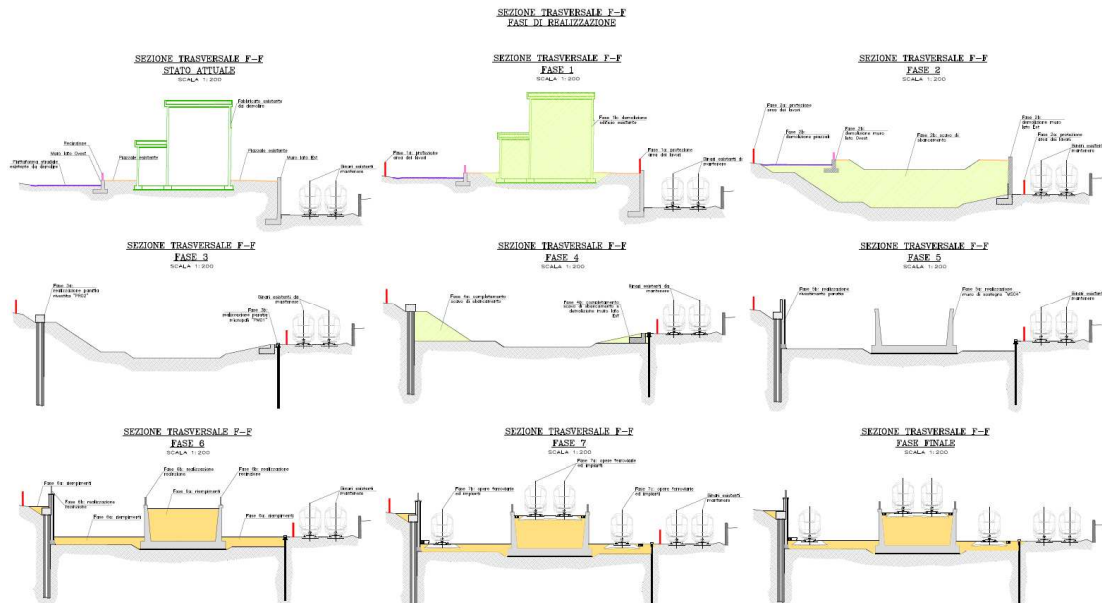
Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta i binari esistenti in trincea protetti lungo il lato ovest da un muro di sostegno in c.a. La realizzazione dello scatolare di scavalco avviene seguendo le seguenti fasi:



- Fase 1: Protezione area lavori e scavo di sbancamento ad ovest del muro esistente.
- Fase 2: Realizzazione paratia “P01” ad ovest del muro esistente.
- Fase 3: Rimozione dei binari esistenti. Realizzazione scavi di sbancamento e demolizione muro di sostegno con parapetto esistente.
- Fase 4: Realizzazione elementi dello scatolare in c.a. nell’ordine di fondazione elevazione e soletta.
- Fase 5: Realizzazione di riempiimenti di terreno e realizzazione del muretto di contenimento sulla struttura dello scatolare. Successivamente si prevede la realizzazione del muro di sostegno “MS02”;
- Fase 6: Realizzazione riempiimenti del rilevato ferroviario tra i nuovi muri di sostegno e realizzazione recinzioni sui nuovi muri.
- Fase 7: Realizzazione opere ferroviarie ed impianti per i binari -I ad est dello scatolare, -II e -III su rilevato ferroviario al di sopra dello scatolare, -IV all’interno del manufatto scatolare.
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.

6.1.3. Sezione in corrispondenza della SSE

Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta una sezione con binari in trincea con muro di sostegno, fabbricato con piazzale di pertinenza da demolire, muro con recinzione e piattaforma stradale di via Mariani.

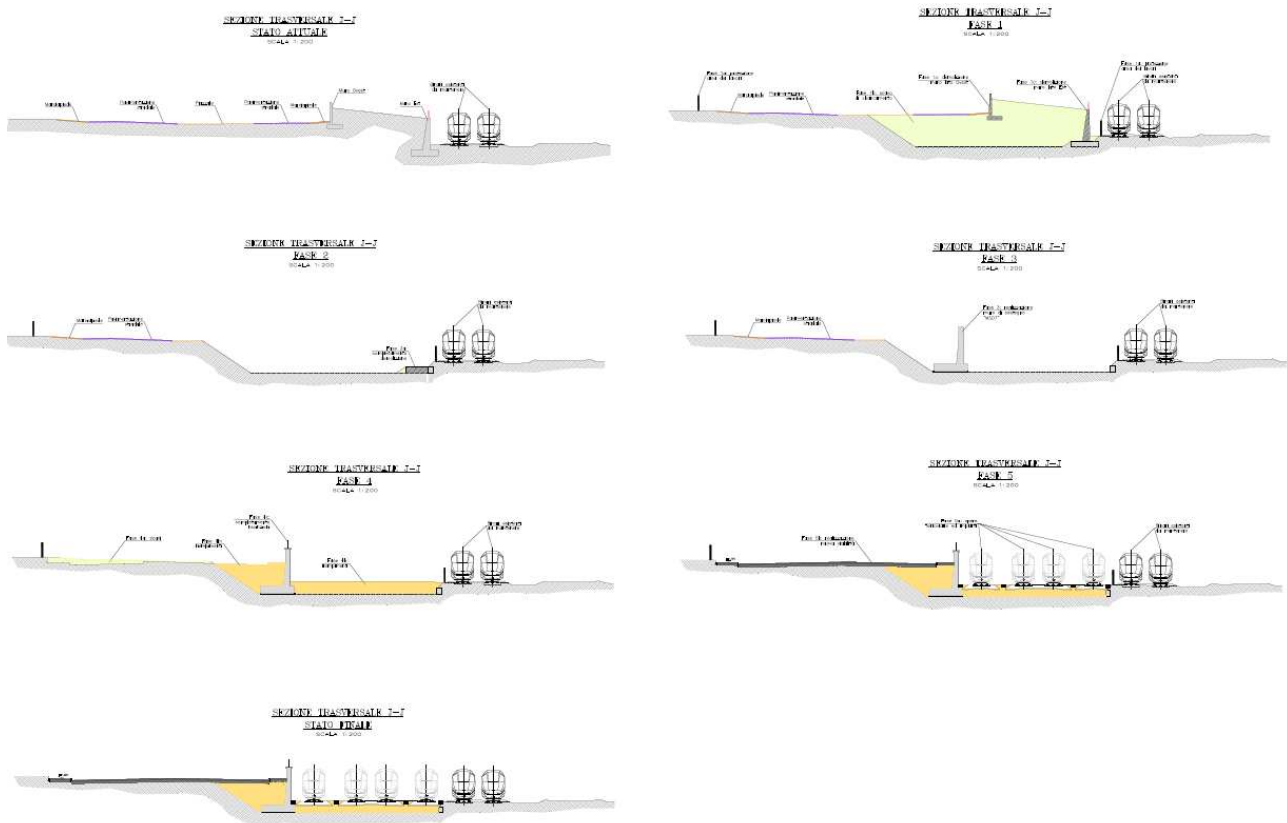


- Fase 1: Protezione area lavori e istituzione del cantiere. Successivamente è previsto l'intervento di demolizione degli edifici esistenti.
- Fase 2: Demolizione piattaforma stradale esistente, demolizione del muro di recinzione lato strada e scavo di sbancamento. Successivamente allo scavo si prevede la demolizione del muro di sostegno lato binari esistenti.
- Fase 3: Realizzazione della paratia "PR02" sul lato ovest e della paratia di micropali "PM01" in corrispondenza dei binari esistenti.
- Fase 4: Completamento dello scavo di sbancamento lungo le paratie realizzate nella Fase 3.
- Fase 5: Realizzazione del muro di sostegno "MS04" e realizzazione del rivestimento della paratia "PR02".
- Fase 6: Realizzazione riempimenti del rilevato ferroviario tra i nuovi muri di sostegno "MS04" e tra questo e le paratie. Realizzazione recinzioni sul "MS04" e sulla "PR02".
- Fase 7: Realizzazione opere ferroviarie e relativi impianti per i nuovi 4 binari (uno ad ovest tra la paratia ed il muro, due sul rilevato del muro, ed uno tra il muro e i binari esistenti).
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.

6.2. WBS Fabbricato di Stazione – Via Siccoli

6.2.1. Sezione in uscita dalla stazione in corrispondenza della rotatoria su via Siccoli

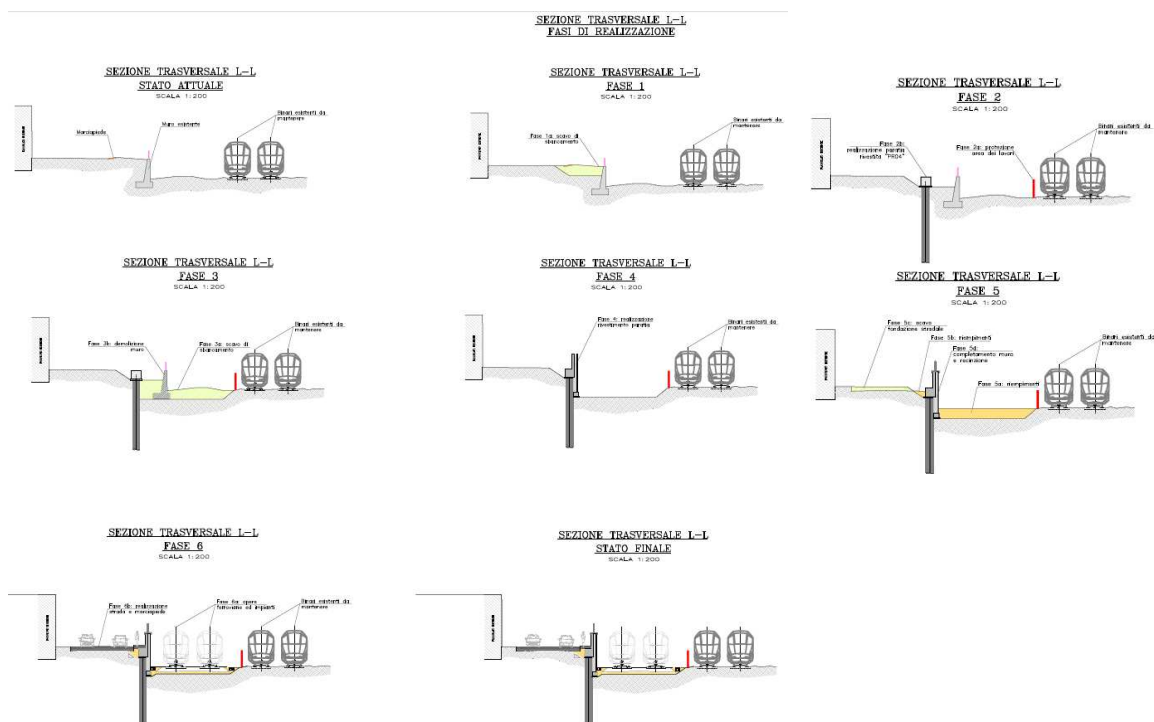
Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta una sezione con binari in trincea da mantenere con muro di sostegno est, rilevato, muro di sostegno ovest lato viabilità, piattaforma stradale di via Siccoli, con marciapiedi e rotatoria.



- Fase 1: Protezione area lavori e istituzione del cantiere. Successivamente è previsto uno scavo di sbancamento con demolizione parziale della piattaforma stradale. Si prevede poi la demolizione del muro lato viabilità e la demolizione parziale del muro lato binari.
- Fase 2: Completamento demolizione del muro lato binari.
- Fase 3: Realizzazione del muro di sostegno "MS07".
- Fase 4: Completamento dello scavo di sbancamento in corrispondenza della piattaforma stradale. Riempimenti degli scavi e installazione delle recinzioni sul muro "MS07".
- Fase 5: Realizzazione opere ferroviarie e relativi impianti per i nuovi 4 binari (tra muro e binari esistenti). Realizzazione della nuova viabilità ad ovest del nuovo muro.
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.

6.2.2. Sezione in corrispondenza della paratia “PR04”

Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta una sezione con binari in trincea da mantenere con muro di sostegno e piattaforma stradale di via Siccoli.

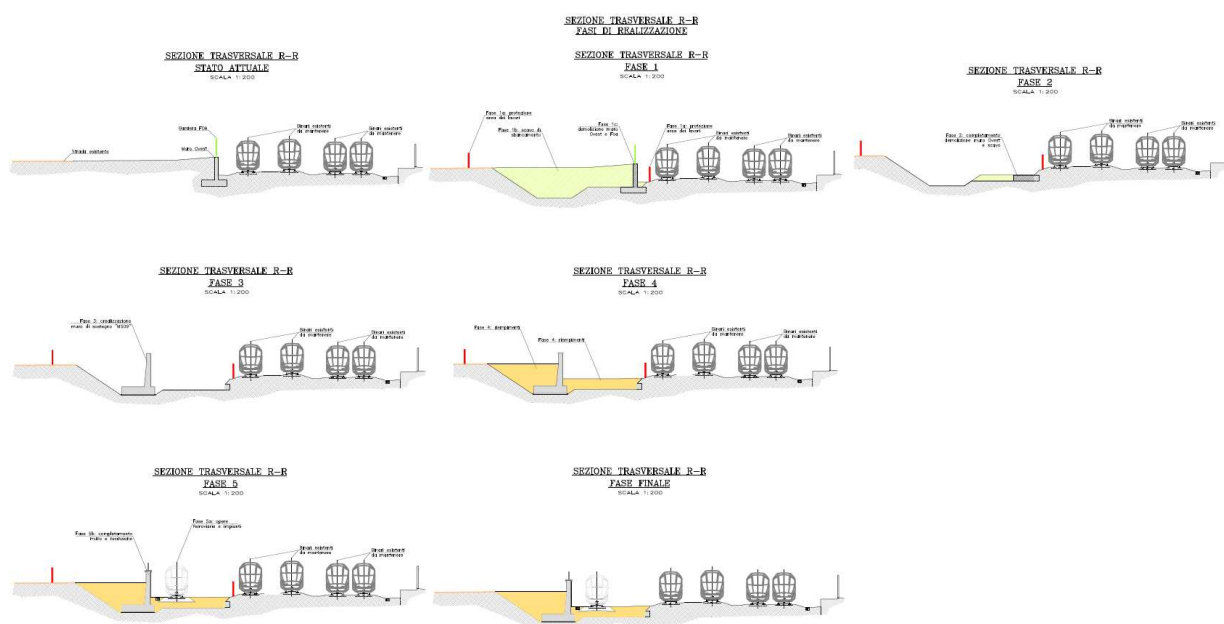


- Fase 1: Protezione area lavori e istituzione del cantiere. Successivamente è prevista la realizzazione di uno scavo di sbancamento con demolizione del marciapiede.
- Fase 2: Realizzazione della paratia “PR04”.
- Fase 3: Realizzazione dello scavo di sbancamento dell’area tra la nuova paratia ed i binari esistenti, con demolizione del muro di sostegno esistente.
- Fase 4: Realizzazione del rivestimento della paratia.
- Fase 5: Riempimento degli scavi tra binari e nuova paratia, completamento del muro sulla paratia con installazione delle recinzioni. Completamento dello scavo di sbancamento in corrispondenza della piattaforma stradale.
- Fase 5: Realizzazione opere ferroviarie e relativi impianti per i 2 nuovi binari (tra paratia e binari esistenti). Realizzazione della nuova viabilità ad ovest della paratia.
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.

6.3. WBS cavalcaferrovia linea RFI – Passerella via Lopez

6.3.1. Sezione in corrispondenza del muro di sostegno “MS09”

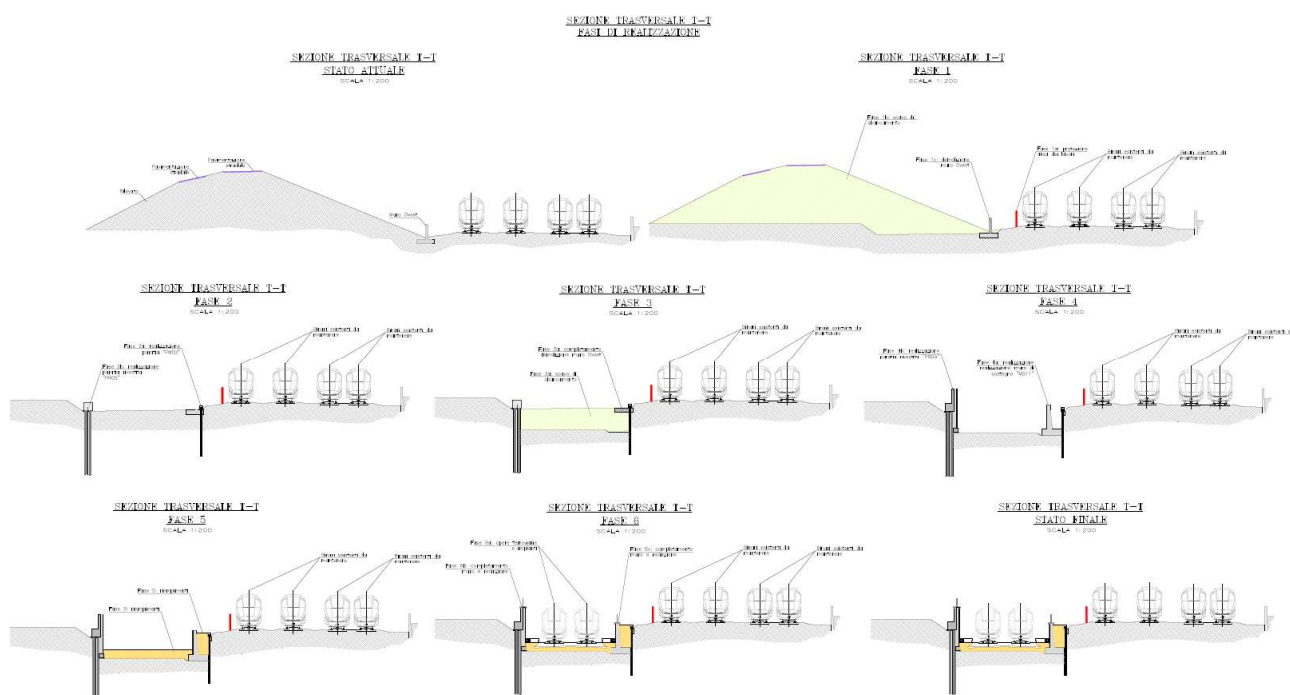
Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta una sezione con binari in trincea da mantenere con muro di sostegno sul lato ovest con barriere FOA.



- Fase 1: Protezione area lavori e istituzione del cantiere. Successivamente è previsto lo scavo di sbancamento ad ovest del muro e la demolizione parziale del muro di sostegno con FOA.
- Fase 2: Completamento demolizione del muro esistente e completamento dello scavo.
- Fase 3: Realizzazione del muro di sostegno “MS09”.
- Fase 4: Riempimenti degli scavi ad est ed ovest del nuovo muro.
- Fase 5: Realizzazione opere ferroviarie e relativi impianti per il nuovo binario (tra muro e binari esistenti). Completamento del muro con rivestimento e installazione della nuova recinzione.
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.

6.3.2. Sezione in corrispondenza della passerella di via Lopez

Lo stato attuale del tratto in oggetto presenta una sezione con binari in trincea da mantenere con muro di sostegno sul lato ovest e rilevato di sostegno delle rampe della passerella pedonale.



- Fase 1: Protezione area lavori e istituzione del cantiere. Successivamente è previsto lo scavo di sbancamento del rilevato ad ovest del muro con demolizione delle pavimentazioni pedonali. In seguito è prevista la demolizione parziale del muro di sostegno esistente.
- Fase 2: Realizzazione della paratia di micropali "PM02" e della paratia "PR05".
- Fase 3: Realizzazione dello scavo di sbancamento tra le due nuove paratie e completamento della demolizione del muro esistente.
- Fase 4: Realizzazione del muro di sostegno "MS11" tra i binari esistenti e la nuova paratia "PR05". Completamento della paratia con rivestimento e muro in c.a.
- Fase 5: Riempimenti degli scavi tra paratie e muro.
- Fase 6: Realizzazione opere ferroviarie e relativi impianti per i 2 nuovi binari (tra muro e paratia). Completamento del muro con rivestimento e installazione della nuova recinzione. Installazione della nuova recinzione sul muro in testa alla nuova paratia.
- Stato finale: Rimozione delle protezioni del cantiere e messa in esercizio dei nuovi binari.