

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

DIREZIONE TECNICA – CENTRO DI PRODUZIONE MILANO

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI

SCALA:

-

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

MDL1 12 D 26 RH OC0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	Costantini	Apr.2011	AS		S. Borelli		ITALFERR dott. ing. Donato LAVACCA Ordine Ingegneri di NOVARA n° 1109	

File: MDL112D26RHOC0000001A.doc

n. Elab.:

## Sommario

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	4
1.2	ITER AUTORIZZATIVO .....	4
1.3	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	10
<b>2.</b>	<b>Inquadramento territoriale dell'intervento .....</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>Geologia e geotecnica .....</b>	<b>13</b>
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....	13
3.2	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE INDAGINI EFFETTUATE .....	13
3.3	PROVE DI LABORATORIO .....	14
3.4	CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI .....	14
3.4.1	<i>Classificazione geotecnica .....</i>	<i>14</i>
3.4.2	<i>Permeabilità .....</i>	<i>14</i>
3.4.3	<i>Modello e caratterizzazione geotecnica .....</i>	<i>15</i>
3.5	CLASSIFICAZIONE SISMICA .....	17
3.6	ASPETTI PARTICOLARI .....	18
<b>4.</b>	<b>Idrologia ed idraulica attraversamenti principali .....</b>	<b>19</b>
4.1	ATTRAVERSAMENTO DEL CANALE VILLORESI, IN LOCALITÀ PARABIAGO .....	20
4.2	DERIVATORE DI PARABIAGO .....	20
4.3	ALTRE INTERFERENZE IDRAULICHE .....	21
<b>5.</b>	<b>Idrologia ed idraulica di sede .....</b>	<b>21</b>
5.1	SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI SEDE .....	22
<b>6.</b>	<b>Progetto dell'infrastruttura ferroviaria .....</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>Corpo stradale ferroviario .....</b>	<b>25</b>
7.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE DEL CORPO STRADALE FERROVIARIO .....	25
7.2	L'ORGANIZZAZIONE DELLA SEZIONE TIPO .....	25
7.3	RILEVATI FERROVIARI .....	29
7.4	TRINCEE .....	31
<b>8.</b>	<b>Opere d'arte .....</b>	<b>32</b>
8.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE D'ARTE PRINCIPALI .....	32
8.2	PONTI E VIADOTTI .....	33
8.2.1	<i>VI05 - Prolungamento ponte su canale rivestito km 0+810,87 .....</i>	<i>33</i>
8.2.2	<i>VI06 - Viadotto Canale Villoresi al km 7+491 .....</i>	<i>36</i>
8.3	GALLERIE ARTIFICIALI .....	38
8.3.1	<i>GA01 - Galleria artificiale di scavalco da km 0+288.35 al km 0+419.77 - Rho .....</i>	<i>38</i>
8.3.2	<i>IV01 - Nuovo cavalcaferrovia su trincea in zona raccordo Y .....</i>	<i>39</i>
8.4	SOTTOPASSI E SOTTOVIA .....	40
8.4.1	<i>SL01 - Prolungamento sottovia Via dei Rovedi al km 1+033.53 .....</i>	<i>43</i>
8.4.2	<i>SL02 - Prolungamento sottovia viale Europa Unita km 2+433,48 .....</i>	<i>45</i>
8.4.3	<i>SL03 - Nuovo sottopasso km 2+067,55 .....</i>	<i>47</i>
8.4.4	<i>SL04 - Prolungamento sottovia via M.Teresa di Calcutta km 3+727,35 .....</i>	<i>48</i>
8.4.5	<i>SL05 - Prolungamento sottovia SP 229 km 3+918,49 .....</i>	<i>50</i>
8.4.6	<i>SL27 - Prolungamento sottopasso via Arluno km 4+223,27 .....</i>	<i>53</i>
8.4.7	<i>SL06 - Ampliamento sottovia strada agricola km 5+580,16 .....</i>	<i>54</i>
8.4.8	<i>SL25 - Nuovo sottovia via Olona km 6+308,73 .....</i>	<i>55</i>
8.4.9	<i>SL07 - Prolungamento sottovia via G. D'Annunzio km 7+212,43 .....</i>	<i>57</i>
8.4.10	<i>SL26 - Nuovo sottopasso ciclopedonale Canale Villoresi al km 7+468 .....</i>	<i>58</i>
8.4.11	<i>SL08 - Nuovo sottopasso via Battisti km 8+389,85 .....</i>	<i>59</i>
8.4.12	<i>SL09 - Nuovo sottovia via Resegone km 9+159,77 .....</i>	<i>60</i>
8.4.13	<i>SL10 - Prolungamento sottovia via Matteotti km 7+921,04 .....</i>	<i>62</i>
8.4.14	<i>SL11 - Ampliamento sottovia via Minghetti km 8+700,81 .....</i>	<i>63</i>
8.4.15	<i>IN03 - Prolungamento sottopasso agricolo km 0+764.99 .....</i>	<i>64</i>
8.4.16	<i>SL21 - Nuovo sottovia di via Benedetto croce - San Giovanni a Castellanza .....</i>	<i>65</i>
8.4.17	<i>SLX1 - Nuovo sottovia in via Arluno al km 4+251.47 .....</i>	<i>67</i>
8.4.18	<i>SLZ1 - Nuovo sottovia lungo V.le Lombardia .....</i>	<i>69</i>

<b>9.</b>	<b>Interventi di viabilità.....</b>	<b>72</b>
9.1	NUOVE VIABILITÀ E ADEGUAMENTO DI VIABILITÀ ESISTENTI .....	73
9.1.1	NR30 - Nuova viabilità ciclopedonale zona raccordo Y.....	73
9.1.2	NR05 - Adeguamento via Vanzago - Pregnana Milanese .....	74
9.1.3	NR06 - Viabilità strada agricola km 5+580,16 - Nerviano .....	76
9.1.4	NRK3 - Collegamento carrabile Via V.Veneto e Isola Maddalena - Vanzago .....	78
9.1.5	NRK4 - Nuova viabilità Via Allende - Via Don Corti - Pogliano Milanese.....	79
9.1.6	NRX1 - Ricollocazione collegamento stradale tra sottopasso via Olona e via Lombardia – Nerviano.....	81
9.1.7	NRX7 - Compatibilizzazione viabilità collegamento Via I Maggio e rotonda a provinciale – Vanzago.....	83
9.1.8	NRZ1 - Rampa sud sottovia di innesto su V.le Lombardia e rampa di ingresso da Comparto Produttivo .....	85
9.1.9	NRZ2 - Rampa di ingresso al Comparto Produttivo da SP172.....	87
9.2	NUOVI PERCORSI CICLOPEDONALI.....	89
9.2.1	NR16 - Intervento viabilità ciclo-pedonale da km 3+184.93 a km 3+559.89 - Vanzago .....	89
9.2.2	NRX8 - Pista ciclabile lungo canale Villorosi – Parabiago.....	90
9.2.3	NRX9 - Collegamento ciclopedonale tra via Matteotti e via Zanella – Parabiago .....	91
9.2.4	NRX4 – Pista ciclabile Villa del Castellazzo - Vanzago, Pregnana, Rho .....	92
9.2.5	NRP1 - Pista ciclabile Pregnana-Rho .....	94
9.2.6	NRP2 - Pista ciclabile via dell'Industria - Pregnana Milanese .....	96
9.3	PIAZZALI DI PARCHEGGIO.....	98
9.3.1	NRX5 – Fermata Vanzago – Piazzale di parcheggio Nord.....	98
9.3.2	FVY1 - Fermata Vanzago – Piazzale di parcheggio Sud.....	101
9.4	FVY2 - FERMATA PARABIAGO– PIAZZALE DI PARCHEGGIO SUD .....	102
9.5	FVY3- FERMATA PARABIAGO – ACCESSO PARCHEGGIO S.ANNA .....	103
9.6	FVY4- FERMATA NERVIANO – PIAZZALE DI PARCHEGGIO E VIABILITÀ DI ACCESSO.....	105
<b>10.</b>	<b>Fabbricati tecnologici.....</b>	<b>107</b>
10.1	FA01- AMPLIAMENTO DELLA SSE ESISTENTE .....	107
10.2	FA02- NUOVA SSE DI LEGNANO .....	108
10.3	FA03 - NUOVA CABINE TE RACCORDO Y .....	109
10.4	FA05 – FABBRICATO RHO BIVIO NOVARA .....	110
10.5	FA06 – FABBRICATO PARABIAGO.....	111
10.6	FA07 – FABBRICATO BIVIO Y.....	112
<b>11.</b>	<b>Accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle opere.....</b>	<b>114</b>
11.1	OPERE PER LA VIGILANZA E LA MANUTENZIONE .....	114
11.1.1	Rilevati .....	114
11.1.2	Trincee .....	114
11.1.3	Cancelli pedonali e carrabili .....	114
11.2	OPERE ACCESSORIE.....	114
11.2.1	Cunetta di piattaforma a fianco del sentiero pedonale.....	114
11.2.2	Pozzetti.....	114
11.2.3	Parapetto di sicurezza per il rischio di caduta dall'alto.....	114
11.2.4	Ostacoli per il rischio di folgorazione .....	114

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

## 1. PREMESSA

### 1.1 Scopo del documento

Nel presente documento vengono riportate le principali caratteristiche e la descrizione delle opere relative al primo lotto funzionale del progetto di potenziamento dell'attuale linea a doppio binario Rho-Gallarate. Tale primo lotto prevede, nel tratto tra la stazione di Rho (esclusa dall'appalto) e Parabiago (inclusa), la realizzazione dell'allargamento della sede ferroviaria esistente così fino ad avere una linea a 4 binari (i due binari esterni del fascio saranno dedicati alle relazioni dirette tra le stazioni di Rho Fiera e Malpensa, mentre i due binari centrali saranno dedicati al servizio delle linee sub-urbane). In questo primo lotto funzionale, il collegamento, denominato Raccordo Y, tra le linee RFI e la stazione a servizio dell'aeroporto di Malpensa verrà realizzato attraverso un collegamento a semplice binario tra la linea RFI Rho-Gallarate e la linea FerrovieNord Cadorna - Malpensa. Tale collegamento sarà realizzato in prossimità della stazione di Busto Arsizio.

Nell'ambito della realizzazione del fascio di 4 binari, è previsto l'adeguamento dell'attuale stazione di Parabiago e della fermata di Vanzago. Sarà invece realizzata una nuova fermata a Nerviano.

Il progetto definitivo prevede infine la realizzazione di uno scavalco ferroviario propedeutico alla sistemazione definitiva a PRG di Rho e la realizzazione delle sole barriere antirumore in corrispondenza del PRG di Rho.

### 1.2 Iter autorizzativo

Il progetto in oggetto è stato approvato dalla Conferenza di Servizi istruttoria convocata, con nota in data 22 Settembre 2009. prot. n. 0037103 dal Capo della Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 168 del D.Lgs. 163/2006 per il giorno 8 ottobre 2009.

A valle di tale approvazione il progetto è stato modificato per accogliere le *prescrizioni da ottemperare nella fase di progettazione esecutiva ed in quella realizzativa* allegate alla delibera n. 33/2010 del CIPE del 13 maggio 2010 pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 21-2-2011.

Nell'ambito dei tavoli tecnici con le amministrazioni comunali effettuati nel corso dello sviluppo della progettazione definitiva per appalto (novembre 2010-gennaio 2011), peraltro richiesti proprio dal CIPE con le prescrizioni di approvazione del progetto, sono state condivise le soluzioni progettuali relative alle suddette prescrizioni. In esito a questi confronti la Regione Lombardia ha redatto appositi verbali di riepilogo e condivisione delle soluzioni di approfondimento individuate, trasmessi alle stesse amministrazioni.

Tali verbali sono allegati alla relazione tecnica generale (*MDL112D05RGMD0000001A*).

In conclusione di questa lunga attività di concertazione, si è tenuto un tavolo istituzionale in data 28 febbraio 2011 presso la Regione Lombardia ed alla presenza del Ministero delle Infrastrutture, durante il quale sono state decretate le modifiche/interpretazioni alle prescrizioni CIPE condivise con le amministrazioni comunali.



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

Le modifiche al progetto del tracciato del potenziamento della linea Rho-Arona, intervenute a seguito delle osservazioni formulate in sede di Conferenza dei Servizi e recepite dal CIPE, sono:

- a) nell'ambito del comune di Pregnana, la realizzazione dei quattro binari è avvenuta mantenendo il solo binario nord della linea attuale e realizzando un fascio di 3 binari a nord dal lato della zona industriale, tale variazione del tracciato viene indicata come "Variante planimetrica di Pregnana", rintracciabile nella delibera n. 33/2010 del CIPE al punto "a" delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale;
- b) nell'ambito del comune di Vanzago è stata sviluppata una diversa soluzione planimetrica traslando la sede ferroviaria al fine di minimizzare l'interferenza e il numero di demolizioni, specialmente in relazione all'intero fronte nord della linea ed alla tratta centrale lungo la quale è localizzata l'attuale stazione, valutando come limiti di ingombro dal km 2+850 al km 3+000 il binario sud esistente e dal km 3+000 al km 3+900 il binario nord esistente ed arretrando la banchina verso il confine comunale di Pregnana Milanese, , tale variazione del tracciato viene indicata come "Variante planimetrica di Vanzago", rintracciabile nella delibera n. 33/2010 del CIPE al punto "b" delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale;

I progetti delle opere d'arte e degli interventi viabilistici parte del progetto in oggetto sono stati modificati sia a seguito delle modifiche imposte dalle variazioni di tracciato sopra indicate che a seguito di specifiche prescrizioni formulate in sede di Conferenza dei Servizi e recepite dal CIPE.

Vengono modificate 29 WBS rispetto alla CDS e si sono venute a creare 17 nuove WBS a seguito dell'approvazione CIPE del 13 maggio 2010 pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 21-2-2011.

Di seguito vengono indicate le WBS modificate con la relativa motivazione e le WBS nuove.

WBS modificate	Modifiche dovute a:
<b>Rilevati di linea/ Trincee di linea</b>	
<b>RI05</b> Rilevato ferroviario da km 0+400 a km 0+800	"Variante planimetrica di Pregnana", punto "a", delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE
<b>RI06</b> Rilevato ferroviario da km 0+800 a km 2+880	"Variante planimetrica di Pregnana", punto "a", delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE
<b>RI07</b> Rilevato ferroviario da km 2+880 a km 5+625	"Variante planimetrica di Vanzago" punto "b", delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE
<b>Ponti ferroviari</b>	
<b>VI05</b> Prolungamento ponte su canale rivestito km 0+810,87	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Variante planimetrica di Pregnana" punto "a", delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE; che impone diversa geometria dell'intervento del prolungamento del ponte esistente</li> </ul>
<b>Sottovia e rampe</b>	
<b>SL01</b> Prolungamento sottovia Via dei Rovedi al km 1+033.53 - Pregnana Milanese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Variante planimetrica di Pregnana" punto "a", delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Pregnana che impone diversa geometria del prolungamento del sottopasso esistente. La soluzione adottata è stata confermata nell'incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale</li> </ul>

<p><b>SL02-NRK3</b> Prolungamento sottovia viale Europa Unità km 2+433,48 e relativo collegamento carrabile Via V.Veneto e Is.Maddalena – Vanzago</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Variante planimetrica di Pregnana” punto “a”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Pregnana che impone diversa geometria del prolungamento del sottopasso esistente</li> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Pregnana e Vanzago che chiede maggiore prolungamento a Nord per mantenimento del collegamento viario tra Via Vittorio Veneto e la località Isola Maddalena La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 9/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL03-IT03A-IT03B</b> Nuovo sottopasso ciclopedonale km 2+067,55 - Pregnana Milanese</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Pregnana richiesta del Comune di Pregnana per nuovo sottopasso ciclopedonale La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL04</b> Prolungamento sottovia via M.Teresa di Calcutta km 3+727,35</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Vanzago che impone diversa geometria dell’intervento del prolungamento del sottovia esistente La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 9/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL05-NRK4</b> Prolungamento sottovia SP 229 al km 3+918,49 e nuova viabilità Via Allende - Via Don Corti a Pogliano Milanese</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Vanzago che impone diversa geometria del prolungamento del sottopasso esistente</li> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Pogliano che determina un’allargamento della sede stradale in corrispondenza del sottopasso La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL07</b> Prolungamento sottovia via G.D’Annunzio km 7+212,43</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago per lo smaltimento acque meteoriche avvenga in pozzi perdenti La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL08-IT08A-IT08B</b> Nuovo sottopasso via Battisti km 8+389,85</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago di inserimento di rampe ciclabili a servizio del sottopasso pedonale La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL09-IT09A-IT09B</b> Nuovo sottovia via Resegone km 9+159,77 <b>NRX2</b> Sistemazione incrocio tra via Resegone e via Legnano <b>NRX3</b> Sistemazione incrocio tra via Resegone e via Galilei</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago di inserire due rotonde a nord e a sud del sottopasso per la connessione con la viabilità esistente; di inserire all’interno del sottopasso una pista ciclabile; smaltire le acque meteoriche tramite pozzi perdenti La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>

<p><b>SL10</b> Prolungamento sottovia via Matteotti km 7+921,04</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago per lo smaltimento acque meteoriche tramite pozzi perdenti La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL11</b> Ampliamento sottovia via Minghetti km 8+700,81</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago per lo smaltimento acque meteoriche tramite pozzi perdenti La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL25-IT25A-IT25B</b> Nuovo sottovia via Olona km 6+308,73 <b>NRX1</b> Ricollocazione collegamento stradale tra sottopasso via Olona e via Lombardia - Nerviano</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago e Nerviano per nuovo sottopasso completo di pista ciclabile</li> <li>punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago che ha imposto una ricollocazione del collegamento stradale e ciclopedonale tra il sottopasso e viale Lombardia La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL26-IT26A-IT26B</b> Nuovo sottopasso ciclopedonale Canale Villoresi km 7+468.72 <b>NRX8</b> Indicazione Ente della pista ciclabile lungo canale Villoresi - Parabiago</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago per la realizzazione della pista ciclabile fino a via Sansovino La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>SL27-IT27A-IT27B</b> Prolungamento sottopasso via Arluno km 4+223.27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE che impone diversa geometria del prolungamento del sottopasso esistente La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>Viabilità extralinea</b>	
<p><b>NR05-</b> Adeguamento via Vanzago - Pregnana Milanese</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Pregnana”, punto “a”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<p><b>NR16-</b>Intervento viabilità ciclo-pedonale da km 3+184.93 a km 3+559.89 - Vanzago</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 9/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>Opere Idrauliche</b>	
<p><b>IN04-</b>Deviazione canale secondario Villoresi al km 1+033.53 - Pregnana Milanese</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Pregnana”, punto “a”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE</li> </ul>
<p><b>IN07-</b>Deviazione canale secondario Villoresi da km 2+592,66 a km 2+744,64</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE</li> </ul>
<p><b>IN17-</b>Deviazione canale secondario Villoresi da km 3+184,93 a km 3+902.49</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE</li> </ul>
<p><b>IN18-</b>Deviazione canale secondario Villoresi da km 3+959.47 a km 4+108.39</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Variante planimetrica di Vanzago” punto “b”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE</li> </ul>

WBS nuove	Nuove opere dovute a:
<b>Sottovia e rampe</b>	
<b>SLZ1-NRZ1-NRZ2</b> Nuovo sottovia V.le Lombardia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Variante planimetrica di Pregnana”, punto “a”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE. Per il cavalca-ferrovia esistente di V.le Lombardia, in demolizione perché interferente con il nuovo tracciato, viene richiesta dal CIPE la sostituzione con un nuovo cavalca-ferrovia; a seguito del tavolo tecnico con il comune di Pregnana Milanese, indetto dalla Regione Lombardia, si è deciso, come da verbale, di prevedere un nuovo sottovia in sostituzione dell’attuale cavalcaferrovia in demolizione, in luogo del nuovo cavalca-ferrovia di V.le Lombardia approvato dal CIPE. A chiusura di questo processo, l’amministrazione comunale ha formalizzato per email la condivisione di tale soluzione;</li> <li>• Le rampe NRZ1 ed NRZ2 danno soluzione all’accessibilità da e per il comparto produttivo di via dei Rovedi a Pregnana.</li> </ul>
<b>SLX1-NRX1A-NRX1B</b> Nuovo sottovia via Arluno-Pogliano M.se al km 4+251.47	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Pogliano per nuovo sottopasso viario e relativa viabilità La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>Viabilità extralinea</b>	
<b>NR06</b> -Nuova Viabilità Agricola - Parcheggio Nerviano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifiche dovute a compatibilizzazione con nuovo parcheggio a servizio della fermata di Nerviano La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>NRP1</b> -Pista ciclabile Pregnana-Rho <b>NRP2</b> -Pista ciclabile via dell’Industria - Pregnana Milanese <b>NRX4</b> -Pista ciclabile Villa del Castellazzo - Vanzago, Pregnana, Rho <b>NRX6</b> -Pista ciclabile Fermata Vanzago-Bosco Vanzago <b>VIX4</b> - Passerella ciclabile Villa del Castellazzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “d”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE che ha imposto la progettazione di una nuova pista ciclabile tra la linea ferroviaria e la Villa del Castellazzo consentendo il collegamento di alcune aree di pregio dei comuni coinvolti (Vanzago, Pregnana, Rho)</li> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Vanzago</li> <li>• Per la NRX6 si fa presente che la pista verrà realizzata da un altro soggetto così come da verbale della Regione Lombardia a seguito degli incontri del 9/11/10 con il comune come da verbale</li> </ul>
<b>NRX9</b> -Collegamento ciclopedonale tra via Matteotti e via Zanella - Parabiago	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>INX1</b> -Realizzazione fognatura interferente con sede lungo via d’annuncio a Parabiago	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>NRX7</b> -Nuova viabilità collegamento Via I Maggio e rotonda – Vanzago	<ul style="list-style-type: none"> <li>• punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Vanzago La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 9/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDL1	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

<b>Parcheggi</b>	
<b>FVY1</b> -Fermata Vanzago - Piazzale di parcheggio sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “e”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 9/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>FVY2</b> -Fermata di Parabiago - Piazzale di parcheggio sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “e”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>FVY3</b> -Accesso parcheggio S.Anna da marciapiede di stazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “f”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE relativo al comune di Parabiago La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 2/11/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>FVY4</b> -Fermata di Nerviano - Piazzale di parcheggio e viabilità di accesso	<ul style="list-style-type: none"> <li>punto “e”, delle prescrizioni puntuali al 1° lotto funzionale in delibera CIPE La soluzione adottata è stata confermata nell’incontro del 28/10/10 indetto da R.L. come da verbale.</li> </ul>
<b>Opere Idrauliche</b>	
<b>INX2</b> -Predisposizione sottoservizi in Comune di Pogliano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Richiesta del comune di Pogliano Milanese durante l’incontro del 2/11/10 con i comuni indetto da Regione Lombardia come da verbale.</li> </ul>
<b>INX3</b> -Nuovi tratti fognatura comunale in Comune di Pogliano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Richiesta del comune di Pogliano Milanese durante l’incontro del 2/11/10 con i comuni indetto da Regione Lombardia come da verbale.</li> </ul>

Per avere evidenza di tutti i documenti citati si rimanda alla Relazione tecnica generale (MDL112D05RGMD0000001A)



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

### 1.3 Documentazione di riferimento

Per lo sviluppo del progetto sono stati presi a riferimento i seguenti documenti:

- Documentazione progettuale relativa al **Progetto Definitivo per Conferenza di Servizi sviluppato da Italferr** (2009).
- **Approvazione di RFI al Progetto Definitivo per Conferenza di Servizi** (Delibera n°54 Direzione Investimenti - Direzione Programmi Investimenti Diretrici Est Ovest Milano, del 30/07/2009).
- **Delibera Regione Lombardia n° VIII/10273 del 07/10/2009.**
- **Approvazione CIPE del 13 maggio 2010** ai sensi e per gli effetti dell'art. 165 e dell'art. 185 comma 6, del D.Lgs. 163/2006 con le prescrizioni e le raccomandazioni proposte dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, del progetto definitivo del potenziamento della tratta Gallarate – Rho della linea Arona - Rho. La Delibera n. 33/2010 è stata pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 21-2-2011 con allegate le Prescrizioni da ottemperare nella fase di progettazione esecutiva ed in quella realizzativa.
- **Legge n. 1086 del 5/11/1971** – “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- **D.M. 14/02/1992** - "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- **D.M. 09/01/1996 e Circ. 252 del 15/10/1996** - “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche” e relative istruzioni.
- **D.M. 16/01/1996 e Circ. 156 del 04/07/1996** - “Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi>>” e relative istruzioni.
- **Legge 2 Febbraio 1974, n°64** – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- **D.M. 16/01/1996 e Circ. 65 del 10/04/1997** - “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” e relative istruzioni.
- **D.M. 11/03/1988** - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- **Circ. Min. 24/09/1988 n. 30483** - "Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative del D.M. 11/03/1988".
- **Circolare Min. LL.PP. 9 Gennaio 1996, n° 218/24/3** – “Istruzioni applicative per la redazione della relazione Geologica e della relazione Geotecnica”.
- **Istruzione FS 44 a** - “Istruzioni tecniche per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle sulla sede ferroviaria”.
- **Istruzione FS 44 b** - "Istruzioni tecniche per i manufatti sotto binario da costruire in zona sismica".
- **Istruzione FS 44 d** – “Istruzione tecnica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo”.
- **Istruzione FS 44 e** – “Istruzioni tecniche per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei copri giunti negli impalcati ferroviari”.
- **Istruzione FS 44 f** – “Verifiche a fatica dei ponti ferroviari metallici”.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

- **Istruzione FS 44 s** – “Istruzione tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate a ponti ferroviari”.
- **Istruzione FS “Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari – Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo”** - Testo aggiornato al 13/01/97 della Istruzione n. I/SC/PS-OM/2298 del 02/06/1995.
- **Rete Ferroviaria Italiana** - Manuale di progettazione.
- **Disciplinare tecnico** – Barriere antirumore per impieghi ferroviari -Edizione 1998 e successive modificazioni e/o integrazioni di cui all’allegato 1.
- **RFI 24.03.04** - “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle barriere antirumore”.
- **Raccomandazioni AICAP Maggio 1993** - Ancoraggi nei terreni e nelle rocce.
- **Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/04/1985** – “Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione” e successive modificazioni ed integrazioni di cui alle CNR 10011-97 del 21/12/1997.
- **Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984** - Istruzioni per il progetto, l’esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- **Ministero lavori pubblici – norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade** – g.u. n° 3 del 04/01/2002.
- **Disciplinare tecnico** relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo (Suppl. Straord. G.U.n. 226 del 26-9-2002).
- **EC8 - UNI ENV 1998-5** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- **EC7 - UNI ENV 1997-1** - Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- **EC2 – UNI ENV 1992 -1-1**- Progettazione delle strutture in calcestruzzo.
- **Regione Lombardia – D.C.R. 15/01/2002 n. VII/0402** - Piano regionale di risanamento delle acque settori funzionali pubblici servizi acquedotto, fognatura, collettamento e depurazione.
- **Regione Lombardia - “Programma di tutela ed uso delle acque”**, ai sensi della L.R. 12 dicembre 2003, art.45, comma 3 e del D.Lgs. 11 maggio 1999, n.152, art.44, Titolo IV, Capo I.

Altre specifiche e norme di riferimento sono citate nelle relazioni specifiche del progetto definitivo.

In accordo a quanto definito con la Legge 31/08 di conversione del D.Lgs. 248 del 31.12.07 (art. 20), che disciplina l'applicazione della revisione delle norme tecniche per le costruzioni, ed alle disposizioni sulla durata del regime transitorio stabilite dalla Legge 77/09 di conversione del D.Lgs. 39 del 28.04.09 (art. 1bis), si prevede che per le opere per le quali sia stata già avviata la progettazione definitiva al 30.06.2009 continua ad applicarsi fino a collaudo avvenuto la norma utilizzata per redigere il progetto definitivo.

Nello specifico del presente intervento la progettazione definitiva è stata avviata il 26.11.2008 a seguito della nota d’incarico RFI\_DIN\_DPI.EO\A0011\P\2008\0000447 ed è stata sviluppata in accordo alla normativa antecedente l’emanazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008, non risultando la linea Rho-Arona ricompresa fra le linee ferroviarie strategiche ai sensi della OPCM

3274 del 20.03.2003. Nella presente fase progettuale, pertanto, si è fatto ancora riferimento ai Decreti Ministeriali del 1996 sulle azioni, sui criteri di verifica e sulle azioni sismiche, nonché alle istruzioni FS antecedenti l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008.

Per il corpo completo delle norme di riferimento si faccia riferimento all'elenco sopra riportato.

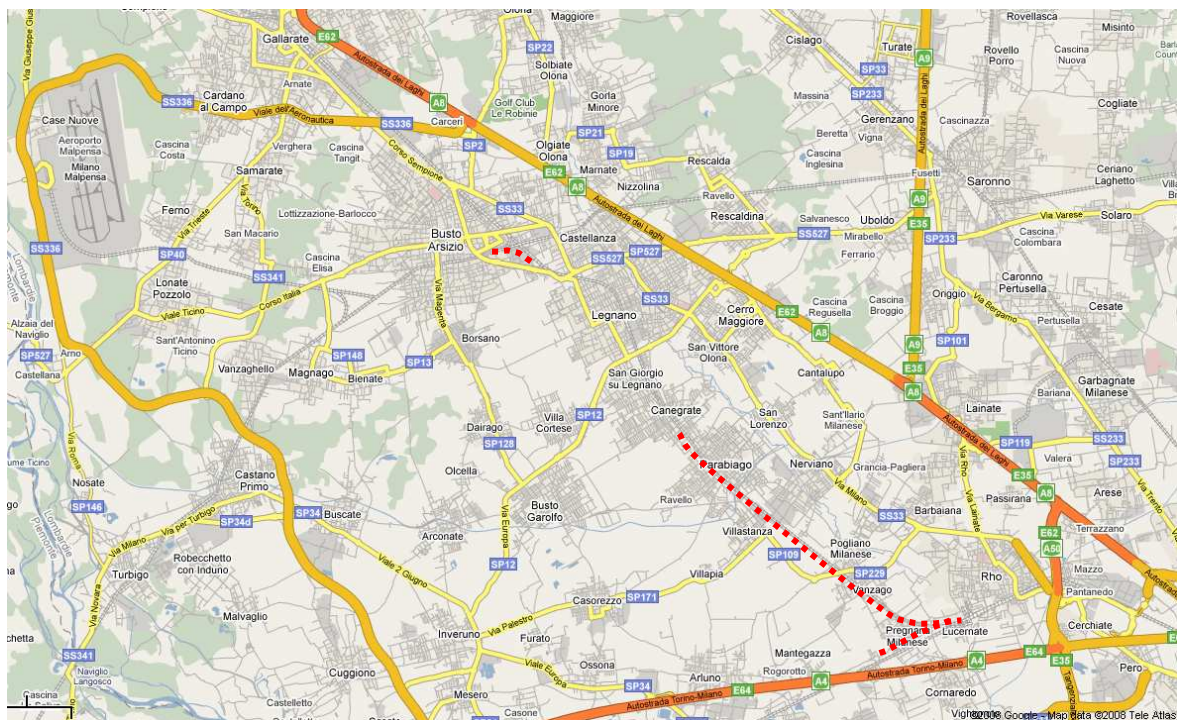
## 2. Inquadramento territoriale dell'intervento

L'intervento in oggetto si colloca all'interno della Regione Lombardia ed interessa le province di Milano e Varese.

I Comuni interessati risultano essere:

PROVINCIA	COMUNE	Da prog. A prog.
MILANO	Rho	Da inizio int. – 0+770
	Pregnana Milanese	0+770 – 2+425
	Vanzago	2+425 – 3+908
	Pogliano Milanese	3+908 – 4+879
	Nerviano	4+879 – 6+104
	Parabiago	6+104 – 9+161
	Canegrate	9+161 – 9+817
VARESE	Castellanza	16+119 – 16+700
	Busto Arsizio	16+700 – fine int.

*Tabella - Comuni interessati dall'intervento*



*Figura 2-1 – Corografia dell'intervento in progetto*

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDL1	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

### 3. Geologia e geotecnica

#### 3.1 Inquadramento geologico ed idrogeologico

Il tracciato ferroviario di progetto si sviluppa all'interno dell'area nord-occidentale della Pianura Padana e corrisponde al settore centrale del margine settentrionale sud-alpino.

In particolare, la zona interessata dal tracciato si estende in un'area caratterizzata da una morfologia pianeggiante e da bassa sismicità, con riferimento agli eventi sismici registrati nel passato (cfr. relazione sismica – elaborato MDL112D26RBGE0005002A).

I rilievi e le indagini geologiche e geomorfologiche evidenziano che l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di una formazione ghiaiosa – sabbiosa, fino ad una profondità di 20 ÷ 25 m circa dal piano di campagna, cui segue, fino alla massima profondità indagata, una formazione prevalentemente sabbiosa.

Dalla Relazione Geologica di progetto risulta, inoltre, che dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata da più falde idriche sotterranee sovrapposte, separate tra loro da orizzonti argilloso-limosi non sempre continui, la cui presenza tende ad aumentare con la profondità. In particolare, si osserva una progressiva diminuzione della granulometria dei terreni in senso verticale, riferibile a diverse fasi di deposizione, che comporta la formazione di tre acquiferi distinti. Il primo acquifero, che interagisce con le opere in progetto, è caratterizzato dalla netta prevalenza di litotipi grossolani che presentano spessore maggiore di 35 m, con lenti limoso-argillose di limitato spessore ed estensione areale.

#### 3.2 Quadro riepilogativo delle indagini effettuate

Per lo sviluppo della progettazione delle opere civili relative alla tratta in esame e dell'allargamento dei rilevati, sono state eseguite indagini di carattere geologico e geotecnico finalizzate:

- al riconoscimento geologico e geotecnico dei terreni di fondazione;
- alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, finalizzata alla definizione dei parametri per l'esecuzione dei calcoli geotecnici e strutturali;
- alla ricostruzione dei rapporti opere-terreni.

Nel periodo settembre – dicembre 2008 sono stati eseguiti 25 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, spinti fino ad una profondità massima di 30 m. All'interno dei fori sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche (SPT) e prove di permeabilità tipo Lefranc.

Al fine di rilevare la profondità della superficie piezometrica della falda freatica, dodici sondaggi sono stati strumentati con piezometri a tubo aperto (diametro di 2 pollici).

In dettaglio, nel corso dei sondaggi sono state sviluppate le seguenti attività:

- prelievo di campioni indisturbati (n. 3) e rimaneggiati (n. 160), successivamente sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- n. 165 prove SPT (Standard Penetration Test);
- n. 14 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc;
- rilievo del livello dell'acqua all'interno dei fori di sondaggio, durante le operazioni di perforazione;
- misure speditive della resistenza alla punta con penetrometro tascabile, limitatamente ai termini LS, presenti nei sondaggi S25 – S26 – S27;
- stratigrafie dei terreni.

Le operazioni di perforazione sono state eseguite utilizzando un carotiere semplice con valvola in testa a sfera e calice per perforazione a secco, con un diametro nominale  $\phi_{est}$  pari a 101 mm e lunghezza utile  $l = 150 \div 300$  cm.



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

I sondaggi di interesse per il tratto oggetto del presente progetto sono quelli che vanno dal sondaggio S14 al sondaggio S27 ed in aggiunta il sondaggio S5 utile nella progettazione delle opere ricadenti nel tratto denominato "Raccordo Y".

In sito sono state eseguite anche tre prove di carico su piastra, al fine di determinare le caratteristiche di portanza dei terreni del piano di posa, in corrispondenza di alcuni punti significativi. Tali prove sono state ubicate in corrispondenza dei tratti in cui è prevista la realizzazione di nuovi sottopassi viari (nella zona di Castellanza, nei pressi del raccordo Y - in via Olona a Nerviano).

### 3.3 Prove di laboratorio

Sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati con i sondaggi, sono state eseguite prove di laboratorio di identificazione e meccaniche. In particolare, sono state effettuate determinazioni del contenuto naturale d'acqua  $w$ , del peso dell'unità di volume  $\gamma$ , del peso specifico dei grani  $\gamma_s$ , dei limiti di consistenza  $w_p$  e  $w_L$  e della composizione granulometrica.

Sono state eseguite anche n. 8 prove di taglio diretto CD e n. 1 prova di compressione triassiale consolidata non drenata (CU).

### 3.4 Caratterizzazione dei terreni

#### 3.4.1 Classificazione geotecnica

I terreni che ricadono nel volume di terreno significativo ai fini geotecnici, sono stati raggruppati in 5 classi, per ciascuna delle quali possono distinguersi i termini principali indicati nella tabella seguente.

<b>Terreni di copertura</b>	Ghiaia con sabbia e sabbia limosa di colore marrone, sciolta o poco addensata ( <b>S</b> ). Localmente materiale di riporto costituito di ghiaia sabbiosa, di colore grigio, con frammenti di laterizi e calcestruzzo ( <b>R</b> ).
<b>LS</b>	Limo sabbioso, a tratti limo argilloso debolmente sabbioso, di colore marrone.
<b>SL</b>	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa, di colore giallastro, con qualche elemento lapideo di dimensioni centimetriche.
<b>SG</b>	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa di colore marrone.
<b>GS - G</b>	Ghiaia sabbiosa di colore marrone (GS), con presenza di clasti integri da arrotondati a sub angolari. Localmente si rinvencono lenti di sabbia ghiaiosa SG. A tratti è intercalata a ghiaia in matrice sabbiosa ( <b>G</b> ). Locale presenza di elementi di dimensioni maggiori di 60 mm.

Tabella – Classificazione geotecnica dei terreni

I terreni GS sono stati ulteriormente suddivisi in due classi (GS' – GS'') in funzione della profondità dal piano di campagna. In particolare, alla classe GS' appartengono i campioni prelevati entro i primi 5 m dal p.c., mentre alla classe GS'' appartengono i campioni più profondi. Gli stessi terreni GS includono anche livelli di ghiaia in matrice sabbiosa (indicati con la sigla G). Tali livelli, che derivano essenzialmente da considerazioni di carattere stratigrafico, vengono distinti solo negli elaborati relativi ai rapporti opere-terreni ed alla caratterizzazione geotecnica.

#### 3.4.2 Permeabilità

I valori del coefficiente di permeabilità  $k$  sono stati desunti dalle prove di permeabilità Lefranc a carico costante.



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

Le ghiaie sabbiose GS'' e le sabbie limose SL mostrano valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di 10-3 cm/s. Valori di un ordine di grandezza inferiore si ottengono per le sabbie ghiaiose SG ( $k \cong 10^{-4}$  cm/s). Valori ancora più bassi si deducono per i terreni LS ( $k \cong 10^{-5}$  cm/s).

### 3.4.3 *Modello e caratterizzazione geotecnica*

Ai fini di caratterizzare i litotipi presenti nei confronti delle opere in progetto, sono stati predisposti dei profili geotecnici dove si riportano la posizione dei sondaggi, l'indicazione dei sondaggi attrezzati con piezometro a tubo aperto, l'ubicazione delle prove SPT ed i relativi risultati, la posizione dei campioni prelevati durante le perforazioni.

E' indicata, inoltre, con simbologia diversa la profondità della falda rilevata durante le perforazioni e quella misurata con i piezometri agli inizi del 2009.

Nei profili sono riportati inoltre alcuni sondaggi realizzati durante precedenti campagne di indagine.

In generale, lungo l'intera tratta si osserva una sequenza stratigrafica abbastanza omogenea. In particolare, partendo dall'alto si distinguono:

- **Terreni di copertura** costituiti di riporto R e sabbie limose e sabbie ghiaiose S, per spessori di 2 ÷ 3 m, localmente anche maggiori di 4 m. A partire dalla stazione di Busto Arsizio, spostandosi in direzione Gallarate, gli spessori risultano più contenuti (1 ÷ 2 m). Tali terreni risultano assenti nel tratto compreso tra il km 8+389.85 fino al km 9+817.33.
- Un **banco di ghiaia sabbiosa GS** che assume uno spessore medio di 20 m. Nella zona di Rho si rinviene, all'interno dei terreni GS, un livello di limo sabbioso LS, a partire da una profondità di 8 ÷ 10 m dal p.c. e per uno spessore medio di 1 m circa. All'interno dei terreni GS si rinvencono, inoltre, lenti di ghiaia G:
  - in corrispondenza del sondaggio S23;
  - nell'area compresa tra il nuovo sottopasso ciclopedonale canale Villoresi al km 7+468 ed il sottovia di via Minghetti al km 8+700, a partire da una profondità di circa 8 m e per spessori di circa 3 m;
  - più superficialmente (da circa 2 m dal p.c.) a partire dall'ultimo sottovia citato, fino al km 9+817.33, per spessori che possono essere compresi tra 2.5 e 3 m.

Più in generale su tutta la tratta si ha:

- nella zona della fermata di Legnano, a partire da profondità maggiori (12 ÷ 20 m);
- nell'area del sondaggio S8, a partire da 4 m dal p.c. e per spessori di circa 4 m;
- tra i sondaggio S3 ed S4 a partire da una profondità media di 9 m e per spessori di circa 6 m;
- in corrispondenza del sondaggio S1, in due livelli distinti, a partire, rispettivamente, da profondità di 1,3 m e 10 m e per spessori di circa 4 m e 8 m circa.

- **Sabbie ghiaiose SG** a profondità maggiori di 20 m. Tali terreni costituiscono i termini rinvenuti alla base di quasi tutti i sondaggi.

Più in generale per tutta la tratta, si ha:

- Livelli di circa 2 m di sabbia limosa SL si rinvencono nell'area del sondaggio S28, al tetto del banco, ed in corrispondenza del sondaggio S1, da circa 26 m di profondità.
- Una lente di limo sabbioso LS è presente nel sondaggio S5 a fondo foro.

Per una puntuale individuazione delle caratteristiche stratigrafiche dei terreni in corrispondenza dell'intervento di progetto si rimanda ai profili geotecnici ed alla relazione geotecnica generale.

Con riferimento ai terreni che costituiscono il volume significativo ai fini del dimensionamento geotecnico delle opere in progetto, in Tabella 15 si riportano gli intervalli assunti per i principali

parametri geotecnici. Il valore del peso dell'unità di volume dei terreni superficiali R ed S è stato dedotto da dati di letteratura.

I parametri di resistenza al taglio sono stati ridotti, cautelativamente, rispetto a quanto risulta dalle elaborazioni effettuate, in considerazione dell'ampia dispersione dei valori ottenuti nel corso delle indagini. I parametri sono in linea, comunque, con i valori medi attribuibili ai terreni in esame.

In considerazione dei pochi dati disponibili, per i terreni LS, presenti prevalentemente nella zona di Rho, è stato considerato cautelativamente un intervallo di variazione di  $c_u$  tra 30 e 100 kPa. Per la caratterizzazione degli stessi terreni in termini di deformabilità, sono stati utilizzati i risultati di indagini eseguite in zone limitrofe, riportati nella Relazione Geotecnica del progetto costruttivo delle pile del viadotto di Rho.

Per quanto riguarda gli intervalli di variazione del modulo di Young per fondazioni ed opere di sostegno, sono stati assunti i valori ricavati con le correlazioni di  $N_{55}$  e quelli ottenuti con la formula di Jamiołkowski.

Per il calcolo dei cedimenti di fondazione dei rilevati, cautelativamente, sono stati adottati valori del modulo di Young operativo inferiori rispetto a quelli sopra citati.

Per la velocità delle onde di taglio e per il modulo dinamico sono stati adottati i valori ricavati dalla correlazione di Ohta e Goto.

I valori di  $N_{SPT}$  della ghiaia sabbiosa GS'' sono da ritenersi cautelativi, dal momento che molte prove SPT sono andate a rifiuto.

Parametri	TERRENI						
	G	GS'	GS''	SG	SL	LS	S/R
Profondità dal p.c. [m]	intercalate a GS	0 ÷ 5	5 ÷ 25	20 ÷ 25	20 ÷ 25	6 ÷ 12	0 ÷ 5
Peso di volume $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	19 ÷ 20.5	19 ÷ 20.5	20 ÷ 21	20 ÷ 21.5	20	18
Densità relativa $D_r$ [%]	30 ÷ 80	40 ÷ 80	40 ÷ 80	40 ÷ 65	30 ÷ 60		
Angolo d'attrito operativo $\phi'$ [°]	38	35 ÷ 37	36 ÷ 38	32 ÷ 35	30 ÷ 32	25 ÷ 30	30
Coesione efficace $c'$ [kPa]						10 ÷ 30	
Coesione non drenata $c_u$ [kPa]						30 ÷ 100	
Velocità delle onde di taglio $V_s$ [m/s]		200 ÷ 350	250 ÷ 450	300 ÷ 400			
Modulo di taglio a piccole deformazioni $G_0$ [MPa]		70 ÷ 250	150 ÷ 400	200 ÷ 350			
Modulo di Young operativo per fondazioni [MPa]	40 ÷ 50	15 ÷ 40	30 ÷ 50	20 ÷ 40	18 ÷ 20	10 ÷ 20	
Modulo di Young operativi per opere di sostegno flessibili [MPa]	40 ÷ 50	15 ÷ 40	30 ÷ 50	20 ÷ 40	18 ÷ 20	10 ÷ 20	
Modulo di Young operativo per il calcolo dei cedimenti di fondazioni di rilevati [MPa]	30 ÷ 40	10 ÷ 30	20 ÷ 40	15 ÷ 35	10 ÷ 15	10 ÷ 15	10 ÷ 20
Modulo edometrico [MPa]		15 ÷ 40	20 ÷ 50	20 ÷ 40	10 ÷ 30	10 ÷ 15	
Valore di $N_{SPT}$ di riferimento nel calcolo dei pali di fondazione [colpi/30cm]		4 ÷ 35	25 ÷ 60	30 ÷ 60			
Coefficiente di consolidazione primaria $C_v$ [cm <sup>2</sup> /s]						$3 \times 10^{-3}^{(1)}$ $5 \times 10^{-3}^{(2)}$	
Coefficiente di consolidazione secondaria $c_\alpha$ [%]						-	
Coefficiente di permeabilità $k$ [cm/s]			$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-5}$	

**Tabella - Parametri geotecnici di riferimento**

### 3.5 Classificazione sismica

Il tracciato di progetto si sviluppa all'interno dell'area nord-occidentale della Pianura Padana e corrisponde alla parte centrale del margine settentrionale sud-alpino.

In particolare, la zona interessata dal tracciato si estende in un'area caratterizzata da una morfologia pianeggiante, caratterizzata da bassa sismicità con riferimento agli eventi sismici registrati nel passato.

La storia sismica dei comuni attraversati dal tracciato di progetto, ricostruita attraverso la consultazione del "database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani" a cura dell'INGV, è caratterizzata da pochi eventi sismici rilevati, con intensità al sito Is (MCS) generalmente compresa tra il III ed il IV grado. Il terremoto storico più significativo è quello che ha interessato il Comune di Gallarate nel 1901 (Is=6) con area epicentrale Salò (BS).

Nelle seguenti tabelle (2.A÷2.D) si riportano tutte le osservazioni macrosismiche in corrispondenza dei principali comuni attraversati dalla linea ferroviaria di progetto, estratte dal sito <http://emidius.mi.ingv.it/>.

Effetti		In occasione del terremoto:							
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
5	1914	10	27	09	22		GARFAGNANA	7	5.79
3	1960	03	23	23	08	49	Vallese	6-7	5.36
NF	1905	04	29	01	46	45	Alta Savoia	7-8	5.79
NF	1909	01	13	45			BASSA PADANA	6-7	5.53
NF	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	5.10

**Tab. 4.A - Storia Sismica di Rho (MI)**

Effetti		In occasione del terremoto:							
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
4	1968	06	18	05	27		BARD	6	5.18
3	1972	10	25	21	56		PASSO CISA	5	4.95
2	1960	03	23	23	08	49	Vallese	6-7	5.36

**Tab. 4.B - Storia Sismica di Parabiago (MI)**

Effetti		In occasione del terremoto:							
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	6-7	5.10
F	1976	05	06	20			FRIULI	9-10	6.43
2-3	1960	03	23	23	08	49	Vallese	6-7	5.36
2-3	1972	10	25	21	56		PASSO CISA	5	4.95
2	1898	03	04				CALESTANO	6-7	5.07
NF	1913	11	25	20	55		VAL DI TARO	5	4.85

**Tab. 4.C - Storia Sismica di Busto Arsizio (VA)**

Sulla base dei dati storici di cui sopra si evince che il territorio in esame è stato interessato negli anni

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

da scarsi eventi sismici e che la massima intensità macrosimica  $I_s$  rilevata è pari a 6. La zona in esame può quindi essere considerata a basso grado di sismicità.

Con riferimento all'Ord. P.C.M 3274 del 20-03-2003, che suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche, si è verificato che tutti i comuni interessati dal tracciato di progetto ricadono nella zona 4.

### 3.6 Aspetti particolari

Durante le fasi progettuali più avanzate sarà necessario verificare ed analizzare alcuni aspetti con maggiore dettaglio, al fine di analizzare nel dettaglio le problematiche di seguito accennate.

In linea generale la tratta Rho - Gallarate della linea Rho - Arona si sviluppa in un contesto geologico caratterizzato da terreni a grana grossa di origine alluvionale.

L'ampliamento del corpo ferroviario richiede la realizzazione, principalmente, di rilevati in affiancamento a quelli esistenti.

Si rileva a partire dal piano di campagna e con continuità la presenza di materiali di riporto e/o di terreni di mediocri caratteristiche geotecniche. La presenza di tali materiali potrà richiedere interventi di bonifica, con asportazione dello strato superficiale per spessori dipendenti dall'altezza dei rilevati e sostituzione con materiali di buone caratteristiche meccaniche e drenanti.

Durante la fase di progettazione esecutiva dovranno pertanto essere condotte le prove e prospezioni di dettaglio finalizzate ad individuare puntualmente la presenza di eventuali condizioni non ottimali del piano di posa del corpo stradale ferroviario.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

#### 4. Idrologia ed idraulica attraversamenti principali

Le interferenze idrauliche principali incontrate nella realizzazione delle opere in progetto, sono quelle dovute all'attraversamento del canale Villoresi (sui quali è previsto l'adeguamento delle strutture di attraversamento esistenti) ed all'affiancamento del derivatore di Parabiago, detto anche Canale secondario Villoresi, che prevede lo spostamento del canale e l'adeguamento della sezione di deflusso, necessario per consentire l'inserimento della nuova sede in affiancamento.

Questi corsi d'acqua, costituiscono collettori artificiali. Il loro regime idrologico dipende pertanto dalle modalità di gestione dei manufatti di regolazione idraulica presenti lungo il tracciato.

Il territorio interessato dal progetto rientra interamente all'interno del bacino idrografico del **fiume Olona** che si estende nel territorio delle province di Varese, Milano e marginalmente quella di Como, oltre ad interessare marginalmente anche il territorio svizzero. L'origine del corso d'acqua trova ubicazione presso le pendici dei monti a nord di Varese ad una quota di circa 1000 m s.m.m. e, dopo un tragitto di circa 60 km, entra nell'abitato di Milano da cui esce con il nome di Lambro Meridionale. Lungo il suo percorso, lambisce la città di Varese, riceve, in sinistra, il contributo del Torrente Bevera e, in destra, le acque del Rio Velone; poco più a sud, in località Valle Folla, raccoglie le acque del Rio Ranza, il cui corso ha origine dalle pendici del Monte San Giorgio, in territorio svizzero.

Il bacino dell'Olona, chiuso in corrispondenza dell'immissione nel tombino appena a monte di Milano ha un'estensione complessiva di circa 475 km<sup>2</sup>, che include sia il bacino del **torrente Bozzente** avente un'estensione di 79 km<sup>2</sup>, sia il bacino del torrente Lura con superficie di 150 km<sup>2</sup>, che si immettono nell'Olona poco a monte della sezione di chiusura del bacino complessivo.

I caratteri morfologici del bacino idrografico si differenziano in maniera netta in una parte montana e quella pianeggiante. La prima si chiude in corrispondenza di Ponte Gurone, in comune di Malnate, e presenta una superficie di 95 km<sup>2</sup>. La seconda si estende dalla sezione di Ponte Gurone fino alla chiusura.

Al confine del territorio del Comune di Rho è posta l'opera di scolmo delle piene denominata "Presa Olona 1", la quale è stata progettata per deviare verso il canale scolmatore di Nord-Ovest una portata pari a 25 m<sup>3</sup>/s mediante il Ramo Olona. Poco a monte della "Presa Olona 1" viene immessa la portata di scolmo delle piene del Bozzente (circa 13 m<sup>3</sup>/s) mediante uno scolmatore tombinato che devia le portate del Bozzente stesso a nord dell'abitato di Rho, in località Biringhello. La seconda presa dell'Olona, denominata "Presa Olona 2", a sud dell'abitato di Rho, è dimensionata per poter scaricare direttamente nel CSNO (Canale Scolmatore di Nord Ovest) sino a 15 m<sup>3</sup>/s.

Tra le due prese vi sono le confluenze di Bozzente e Lura, i cui bacini idrografici delimitano ad est il bacino dell'Olona: il primo immette la portata di magra (3 m<sup>3</sup>/s) e il secondo circa 18 m<sup>3</sup>/s.

Per alleggerire i carichi idraulici sul reticolo idrografico che entra in Milano, all'inizio degli anni '80 fu realizzato il **Canale Scolmatore di Nord Ovest (CSNO)**, che scolma i contributi di piena a nord di Milano, intercettando i corsi d'acqua a partire dal Seveso, per sversarli nel Ticino all'altezza di Abbiategrasso. Lungo il percorso intercetta le portate eccedenti dell'Olona, derivate alle prese denominate Olona1 e Olona2; le portate provenienti da quest'ultima sversano nel canale scolmatore al nodo di Cornaredo, da dove parte il Deviatore Olona, realizzato recentemente per convogliare le portate in eccesso dell'Olona, che non possono essere scaricate nel CSNO. Il Deviatore aggira a ovest la città e si collega, presso Gratosoglio, al Lambro meridionale.

Il **canale irriguo Villoresi** rappresenta uno dei principali canali artificiali interferenti con il reticolo idrografico naturale, oltre ai navigli della Martesana, Grande e di Pavia, tutt'oggi utilizzati anche come vie navigabili.



	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

#### 4.1 Attraversamento del canale Villorresi, in località Parabiago

La linea ferroviaria oggetto di intervento, giunta nel territorio comunale di Parabiago, attraversa il canale irriguo Villorresi, circa 450 m a valle del manufatto di derivazione che alimenta il derivatore di Parabiago (canale secondario Villorresi). La direzione della corrente procede da Sud – Ovest verso Nord - Est. Il canale Villorresi è un collettore gestito dal Consorzio Est Ticino – Villorresi.

Allo stato attuale la linea ferroviaria supera il canale Villorresi mediante una struttura a tre campate, ad arco, che produce il restringimento della vena liquida.

L'intervento prevede l'ampliamento della sede ferroviaria affiancando, sul lato di monte, un ulteriore impalcato. La nuova struttura presenta un'unica campata di ampiezza tale da realizzare una luce libera al deflusso pari alla distanza tra le pile esistenti.

Rispetto alla struttura esistente, il nuovo manufatto non comporta un ulteriore restringimento della vena liquida ed è pertanto possibile escludere che l'intervento in progetto possa produrre la perdita di efficienza nella capacità di deflusso del canale irriguo.

#### 4.2 Derivatore di Parabiago

Il derivatore di Parabiago, detto anche canale secondario Villorresi, affianca la linea ferroviaria nel tratto che dal territorio comunale di Parabiago giunge fino a Rho. L'ampliamento della larghezza della sede ferroviaria implica la riduzione degli spazi esistenti lungo la sponda sinistra del derivatore, ponendo un problema di interferenza idraulica.

Il derivatore di Parabiago ha origine, in comune di Parabiago, dal canale Villorresi, presso lo sfioratore di presa che lo alimenta, posto sulla sponda destra dello stesso Villorresi. Il canale assume inizialmente una sezione di deflusso rettangolare in calcestruzzo. In questo primo tratto è stato anche realizzato un misuratore di portata a risalto. Subito a valle la sezione assume una conformazione in terreno naturale mantenendo una forma trapezoidale larga di larghezza pari a circa 7.00÷7.50 m.

Dopo circa 500 m dalla sua origine, il derivatore affianca la linea ferroviaria e si mantiene ad essa adiacente, quasi costantemente, fino a Rho.

In questo primo tratto, gli spazi disponibili sono risultati sufficienti per l'ampliamento della sede ferroviaria e non è stato necessario prevedere alcun intervento.

Proseguendo verso valle il derivatore di Parabiago incontra una serie di sfioratori laterali che alimentando altrettanti canali secondari, distribuendo le sue acque al territorio limitrofo. La sottrazione di portata nel canale produce anche il restringimento della sua sezione che viene ben presto ad assumere una forma trapezoidale, con rivestimento in calcestruzzo e larghezza alla base di 3.00 m o anche inferiore.

Il primo punto di derivazione viene incontrato a circa 1300 m dalla sua origine, ovvero dopo 800 m di affiancamento alla linea ferroviaria, dove il canale incontra un manufatto partitore, costituito da un doppio sostegno, che preleva una parte della portata facendola defluire lungo una diramazione laterale, ortogonale all'asse del derivatore. A valle del partitore, la sezione del canale presenta un restringimento segno di una diminuzione della sua capacità di portata, conformazione giustificata con la sottrazione localizzata proprio in questo punto.

Al fine di risolvere l'interferenza tra il derivatore di Parabiago e la linea ferroviaria, è stata adottata una soluzione che prevede lo spostamento del canale irriguo, in coerenza con gli spazi richiesti per la costruzione del nuovo rilevato, ed il suo rifacimento in sezione in calcestruzzo rettangolare.

Il progetto della deviazione del canale secondario Villorresi, è stato sviluppato sulla base cartografica aerofotogrammetrica, in coerenza al progetto piano altimetrico, della linea ferroviaria, studiato anch'esso partendo dal rilievo aerofotogrammetrico.

Si rimanda ad una fase di progettazione successiva l'adeguamento del progetto ad un rilievo celerimetrico di dettaglio.

Il progetto prevede il completo rifacimento del collettore irriguo per circa metà dell'intero suo percorso. Per il nuovo canale, è stata adottata una sezione rettangolare, in calcestruzzo.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

Per maggiori dettagli si rimandano agli elaborati specifici di progetto.

### 4.3 Altre interferenze idrauliche

Le altre interferenze idrauliche incontrate nella realizzazione del progetto di ampliamento della sede ferroviaria sono costituite dall'attraversamento di collettori di drenaggio appartenenti al reticolo secondario, sui quali già esistono strutture di attraversamento mediante tombinatura e che il progetto prevede di adeguare mantenendo la stessa sezione di deflusso.

## 5. Idrologia ed idraulica di sede

La curva di possibilità pluviometrica adottata per il dimensionamento dei manufatti destinati alla raccolta ed all'allontanamento delle acque di piattaforma fa riferimento ad un periodo di ritorno pari 100 anni. L'analisi idrologica è stata condotta a partire dai risultati di alcuni studi, mirati all'elaborazione statistica dei dati idrologici disponibili, condotti con diversi approcci metodologici. Gli studi considerati sono stati, con riferimento all'intero territorio padano, il "Rapporto sulla valutazione delle piene per l'Italia nord occidentale", svolto dal CNR-GNDICI (Brath e Rosso 1994) ed il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po", redatto all'Autorità di Bacino del fiume Po (2001, 2003). Per quanto riguarda l'area comunale milanese, di particolare interesse sono risultati gli studi "Il regime delle piogge intense a Milano" di Moisello (1976) e "Modello regionale per la stima delle piogge di breve durata ed elevato tempo di ritorno" (Maione et al. 2000) in quanto basati su registrazione pluviometriche relative anche a precipitazioni di breve durata.

Il confronto tra le altezze di pioggia ricavabili da ciascuno di su citati studi ha mostrato che i risultati presentano scostamenti sempre contenuti entro un campo di variazione modesto, nonostante gli studi siano stati condotti a partire da una base statistica differente, con dati di diversa provenienza, ed elaborati con metodologie differenti. Anche dal confronto tra elaborazioni condotte su dati relativi a precipitazioni di diversa durata (superiori ed inferiori a 1 ora) non sono stati ottenuti scostamenti evidenti. La principale variazione del regime pluviometrico è risultata essere conseguente alla naturale variazione spaziale dei fenomeni meteorici che risultano essere più intensi nella zona a Nord rispetto a quella a Sud.

Tali osservazioni hanno consigliato di utilizzare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica monomie ricavate dalla mappatura del PAI (del tipo  $h=at^n$ ) per la zona di Gallarate, e di considerarle valide per l'intera tratta ferroviaria.

I coefficienti che definiscono le LPP sono riportati nella Tabella 1, con riferimento a diversi periodi di ritorno, mentre nella Figura 1 se ne fornisce una rappresentazione grafica, con riferimento ai periodi di ritorno di interesse della presente relazione.

<b>T (anni)</b>	5	10	20	25	50	100	200
<b>a (mm/h<sup>n</sup>)</b>	51.34	58.63	65.35	67.43	73.67	79.64	85.36
<b>n (-)</b>	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22

Tabella 5: Parametri della legge di possibilità pluviometrica

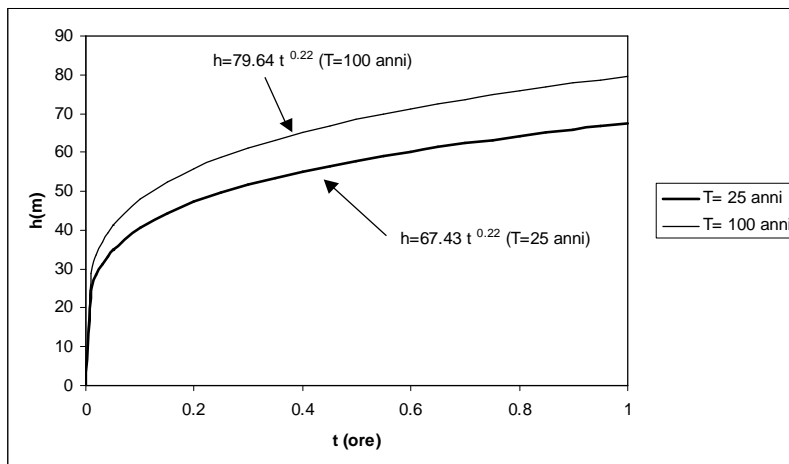


Figura 5 - Curve di possibilità pluviometrica

## 5.1 Smaltimento delle acque di sede

Il drenaggio superficiale delle acque di piattaforma si realizza mediante canalette di scolo che intercettano le acque meteoriche precipitate sulla piattaforma ferroviaria e che, ad intervalli regolari, scaricano le acque raccolte ai fossi di guardia, preposti all'allontanamento delle acque dal corpo ferroviario, o direttamente nei recapiti finali.

Trattandosi di un ampliamento di una linea esistente, lo studio dello smaltimento di piattaforma interesserà il lato del rilevato sul quale verrà realizzato l'ampliamento, ovvero l'adeguamento dell'esistente sistema di smaltimento dove anche la linea attuale subisce variazioni.

Il territorio attraverso il quale si sviluppa la linea ferroviaria in oggetto è caratterizzato da una forte urbanizzazione e, fatto salvo il tratto in affiancamento al derivatore di Parabiago, non sono presenti canali e scoli esistenti entro cui recapitare.

L'individuazione e tipologia dei recapiti finali scelta è risultata essere (in ordine di priorità):

*recapiti entro corsi d'acqua superficiali esistenti:* ove possibile è stato privilegiato lo smaltimento all'interno dei corpi idrici esistenti. Nello specifico sono stati individuati i recapiti nel canale Villoresi, nel derivatore di Parabiago ed in alcuni canali superficiali.

*smaltimento con trincee drenanti:* nelle tratte in cui non esistono recapiti naturale ma esistono zone esterne all'urbanizzato è stata individuata la modalità di smaltimento mediante trincee drenanti.

*smaltimento in collettori fognari esistenti:* solo nel caso in cui non vi siano possibilità di smaltimento con i metodi sopra citati si è ricorso, in ambito fortemente urbanizzato, a recapitare le acque di piattaforma all'interno del sistema fognario esistente.

Le tipologie costruttive previste per la rete di drenaggio a servizio del tratto di ferrovia "Rho-Gallarate" si distinguono in base alle opere previste per il collettamento delle acque zenitali pertinenti alle porzioni centrali e laterali della piattaforma ferroviaria, così come definite dalle inclinazioni delle superfici del sub-ballast. A seconda dei casi, il drenaggio della sede ferroviaria è effettuato con un numero di canalette rettangolari variabile da uno a quattro. I manufatti impiegati presentano dimensioni  $B \times H = 0.4 \times 0.7$  m (nel seguito indicata come "tipo 1"),  $B \times H = 0.5 \times 0.8$  m ("tipo 2") e  $B \times H = 0.5 \times 0.7$  m ("tipo 3"). E' previsto che tali canalette scarichino nei fossi drenanti posti esternamente a protezione della sede ferroviaria, oppure nel reticolo idrografico superficiale (principalmente nel canale Villoresi), o infine nella fognatura cittadina esistente.

Il drenaggio delle acque zenitali pertinenti alle porzioni esterne della sede ferroviaria è invece deputato a canalette rettangolari di dimensioni più ridotte  $B \times H = 0.5 \times 0.15$ , che scaricano a mezzo di embrici, disposti con idoneo interasse, nei fossi drenanti esterni. Nelle zone in cui tali fossi non sono previsti, vengono impiegate canalette analoghe a quelle illustrate in precedenza, e lo scarico avviene con le

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

medesime tipologie esaminate in precedenza per il drenaggio dell'area centrale della piattaforma ferroviaria.

Laddove necessario, al di sotto dei fossi drenanti si è realizzata, per una determinata lunghezza, una trincea drenante, allo scopo di incrementare la capacità di infiltrazione del manufatto. L'immissione puntuale nei fossi drenanti è prevista avvenire a valle di un collettore forato adagiato sul fondo del fosso, con la funzione di favorire la distribuzione della portata nella direzione longitudinale.

Per la descrizione della metodologia nonché i risultati della verifiche idrauliche per tali manufatti (fossi di guardia in presenza o meno di trincea drenante) si rimanda alle specifiche relazioni idrauliche.

## 6. Progetto dell'infrastruttura ferroviaria

Il progetto prevede il potenziamento dell'attuale linea a doppio binario RHO-Gallarate, nel tratto tra la stazione di Rho (esclusa dall'appalto) e Parabiago (inclusa) in cui verrà realizzato un complesso a 4 binari.

I binari esterni a tale fascio saranno dedicati alle relazioni dirette tra le stazioni di Rho Fiera e Malpensa, mentre i binari centrali saranno dedicati al servizio delle linee sub-urbane.

Il collegamento, denominato Raccordo Y, tra le linee RFI e la stazione a servizio dell'aeroporto di Malpensa verrà realizzato attraverso un collegamento a semplice binario tra la linea RFI Rho-Gallarate e la linea FerrovieNord che conduce alla stazione Malpensa. Tale collegamento sarà realizzato in prossimità della stazione di Busto Arsizio.

Nell'ambito della realizzazione del fascio di 4 binari, è previsto l'adeguamento dell'attuale stazione di Parabiago e della fermata di Vanzago. Sarà invece realizzata una nuova fermata a Nerviano.

Il progetto definitivo prevede infine la realizzazione di uno scavalco ferroviario propedeutico alla sistemazione definitiva a PRG di Rho.

Di seguito si riporta una sintesi delle principali caratteristiche della linea in progetto.

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

Pendenza massima	6.394% in linea
Velocità di tracciato	<b>Singolo binario Nord</b> V=130 km/h (da km -0+993,43 inizio intervento a km -1+215) V=150 km/h (da km -1+215 a fine intervento)  <b>Singolo binario Sud</b> V=150 km/h (da Km 0+901,70 inizio intervento a fine intervento)  <b>Linea Rho-Arona</b> Binari Pari e Dispari V=150 km/h (da Km 0+901,70 inizio intervento a fine intervento)  <b>Binario del Raccordo Y</b> V=60 km/h
Raggio minimo planimetrico	1 350 m per V=130 km/h di tracciato 1 768 m per V=150 km/h di tracciato binari nuovi 1 665 m per V=150 km/h di tracciato binari nuovi 300 m per V=60 km/h
Raggio minimo altimetrico	10 000 m quadruplicamento Rho(e)-Parabiago(i) 3 000 m Raccordo Y

Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m) - Massima categoria
Codifica traffico combinato	P/C 50
Profilo minimo degli ostacoli	P.M.O. 5
Sagoma cinematica	C
Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast a scartamento 1 435 mm Traverse in C.A.P. 240 con attacco indiretto
Interasse binari di corsa	Interasse della linea esistente nei tratti in cui vengono mantenuti gli attuali binari. Interasse 4 m tra binari linea L.L. Rho-Arona dove si interviene sull'attuale sede Normalmente 6,50 m nel tratto quadruplicato tra i due nuovi binari singoli nord e sud ed i binari della linea esistente.
Interasse binari di stazione	Come per la linea. Per binari secondari come da normativa
Tensione di alimentazione	3 000 V cc
Rango di velocità	A, B, C, P
Accelerazione max non compensata	0,6 m/sec <sup>2</sup>
Massima sopraelevazione in curva	160 mm
Pendenza max long. delle stazioni	2,773 ‰ a Parabiago (situazione esistente)
Altezza marciapiedi	Normalmente 0,55 m; 0,25 m per il marciapiede afferente i fabbricati di stazione
Larghezza marciapiedi	7,46 m a Vanzago 7,46 m a Nerviano Larghezza esistente a Parabiago
Lunghezza marciapiede	278 m a Vanzago 250 m a Nerviano 260 m a Parabiago

*Tabella 6 - Principali caratteristiche della linea in progetto*

L'intervento infrastrutturale è caratterizzato essenzialmente dalla realizzazione di rilevati in affiancamento all'attuale sede esistente con altezze variabili (circa 2.50 m massimo) a raggiungere il piano campagna.

Sono previsti anche dei tratti in trincea nella zona iniziale dell'intervento, per un'altezza massima delle scarpate di circa 7 m.



	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

## 7. Corpo stradale ferroviario

### 7.1 Criteri di progettazione del corpo stradale ferroviario

I criteri di progetto del corpo stradale ferroviario risultano fortemente vincolati dalla presenza della linea ferroviaria esistente. La realizzazione dei nuovi binari, senza prevedere l'interruzione od il sostanziale spostamento dell'attuale linea, ha condizionato le scelte progettuali legate essenzialmente a:

- definizione delle altezze minime del corpo stradale ferroviario;
- caratteristiche della piattaforma ferroviaria;
- sistema di smaltimento delle acque meteoriche;
- risoluzione delle interferenze viarie e con il reticolo idraulico esistente;
- organizzazione della sezione tipo.

Si riportano di seguito alcune considerazioni sulle principali caratteristiche del corpo stradale ferroviario, demandando alle relazioni specifiche un maggior approfondimento sui temi esposti.

### 7.2 L'organizzazione della sezione tipo

Nell'ambito del progetto la sede ferroviaria viene sviluppata essenzialmente:

- in affiancamento alla sede esistente
- adeguando la sede esistente con spostamenti di binari mantenendo in parte il sedime attuale
- brevi tratti di nuova sede (zona raccordo Y)

La distanza fra l'asse dei due binari è variabile a seconda della zona di intervento. In generale l'interasse esistente dei due binari in esercizio non viene modificato mentre i nuovi binari vengono posizionati a 6.50 m dall'asse dell'esistente (da entrambi i lati nella tratta in quadruplicamento e da un solo lato nella zona in triplicamento).

Tale situazione non è ovviamente costante su tutta la linea in quanto in alcuni tratti è previsto anche lo spostamento dei binari esistenti al fine di consentire l'inserimento dell'infrastruttura nel rispetto dei vincoli territoriali.

La larghezza della piattaforma ferroviaria è stata fissata quindi pari a:

- 26.25 m, per la sezione quadruplicata
- 8.35 m (valore minimo), per la sezione a singolo binario in trincea

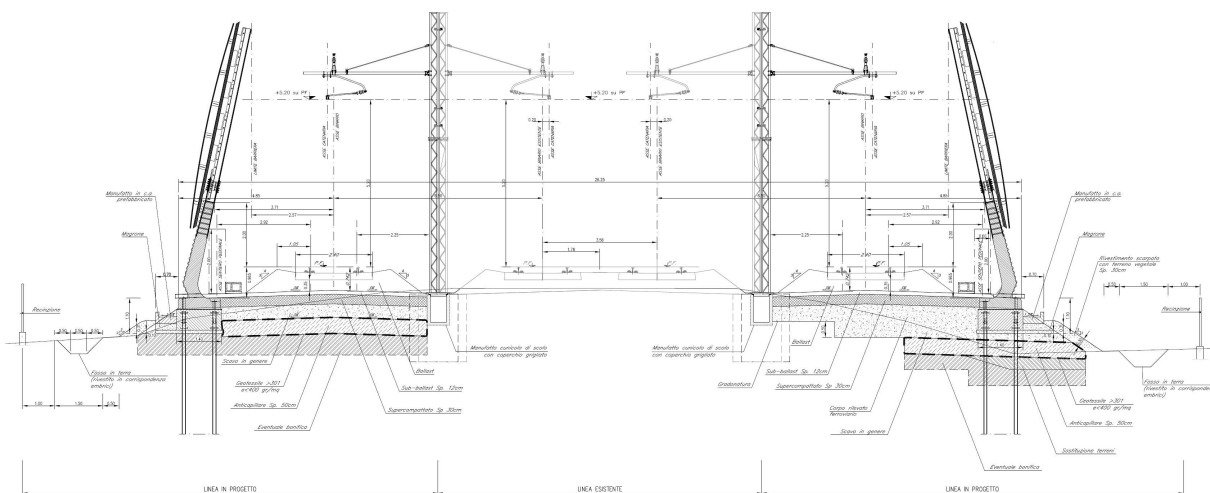
La sede esistente attualmente presenta larghezze variabili, ed in alcuni tratti, negli ambiti di stazioni esistenti, già parzialmente idonea per l'inserimento dei binari in progetto. Inoltre l'attuale sede non risulta predisposta con sub-ballast; la massiciata ferroviaria fonda direttamente sul supercompattato.

Tale situazione, in particolare, ha condizionato l'organizzazione della sezione tipo in affiancamento. L'assenza del sub-ballast sulla linea storica implica il mantenimento, per omogeneità di comportamento, della medesima tipologia di piattaforma anche per la nuova sede realizzata in affiancamento in quei tratti in cui la distanza fra le linee non consente di realizzare una nuova sede completamente indipendente.

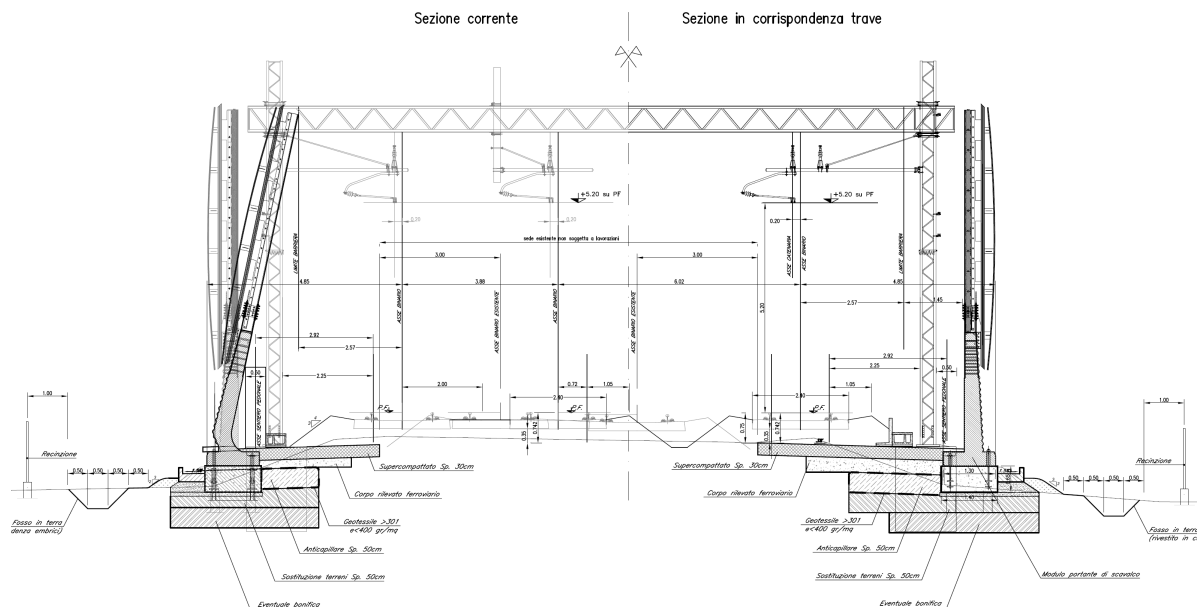
La situazione di indipendenza fra le sedi, e quindi la possibilità di realizzare una sede con sub-ballast, si verifica nei tratti di quadruplicamento con distanza 6.50 e nei tratti con triplicamento a 6.50 m su nuova sede.

La monta interna è prevista con pendenza del 3% con colmo posizionato in corrispondenza dell'asse della linea, opportunamente sfalsato nelle zone in curva.

Al piede del rilevato (solo dal lato dove sono previsti gli interventi di ampliamento della sede) è previsto un fosso di guardia non rivestito di forma trapezia.



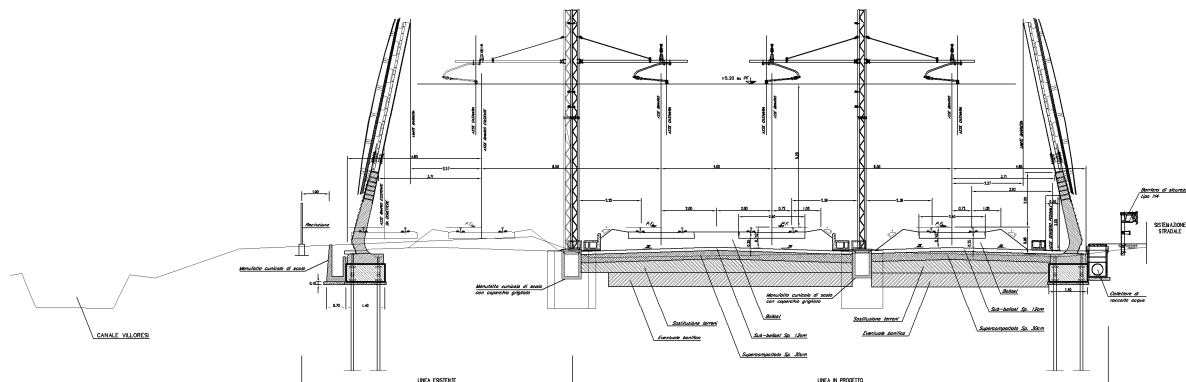
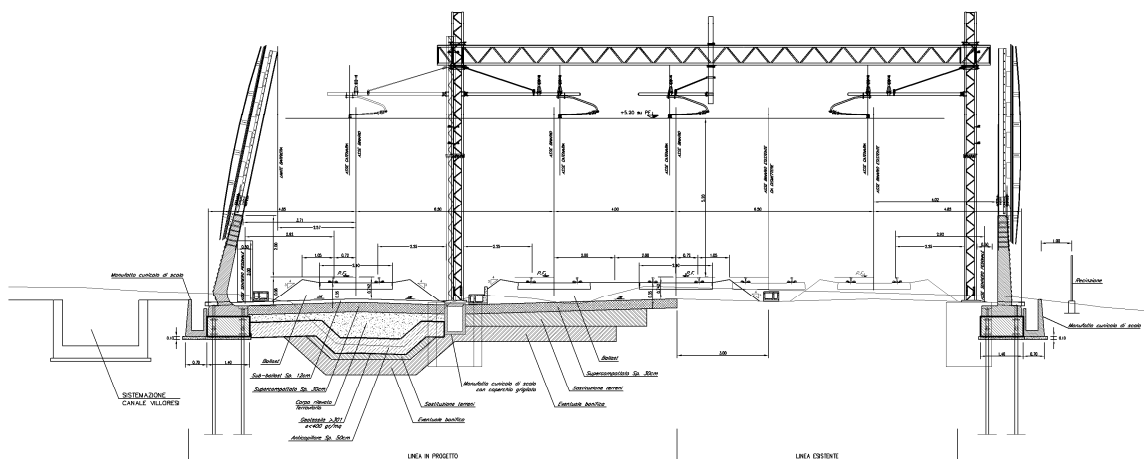
*Figura 7-1 Sezione tipo in quadruplicamento*



*Figura 7-2 Sezione con adeguamento del binario esistente*

Nella zona interessata dalla variante di tracciato si sono utilizzate altre due sezioni tipo di caratteristiche simili alle precedenti, ma con una disposizione dei binari che vede:

- nella zona di Pregnana Milanese il binario esistente a sud e il quadruplicamento verso nord;
- nella zona di Vanzago la conformazione è opposta, il binario esistente a nord e il quadruplicamento verso sud, con un parziale interrimento del canale Villoresi

**SEZIONE TIPO A QUATTRO BINARI  
 VARIANTE PLANIMETRICA IN PREGNANA M.S.E.**

*Figura 7-3 Sezione tipo in Pregana Milanese*
**SEZIONE TIPO A QUATTRO BINARI  
 VARIANTE PLANIMETRICA IN VANZAGO**

*Figura 7-4 Sezione tipo in Vanzago*

Le barriere antirumore previste sono secondo la nuova tipologia standard di RFI. La sezione tipo in rilevato è stata studiata in modo tale da mantenere invariato l'ingombro al piede del rilevato rispetto alla situazione senza barriere. Le barriere stesse, inoltre, non interferiscono con la canaletta portacavi né con lo stradello di servizio ordinari.

All'esterno della barriera è prevista la realizzazione di uno stradello di servizio col duplice scopo di consentire l'ispezione e la manutenzione dall'esterno delle barriere stesse e di consentire lo smaltimento delle acque di piattaforma. Le acque meteoriche, infatti, scorrendo sul piano inclinato del sub-ballast, e sullo stradello interno, vengono incanalate nei tubi quadri 10x10 inseriti nei fori predisposti in tutte le basi prefabbricate; attraverso tali tubi, posti ad interasse 3.00 m, vengono espulse all'esterno della piattaforma ferroviaria ed incanalate sullo stradello esterno verso gli embrici posti ad interasse 30.00 m.

In corrispondenza dei muri di sostegno è prevista la realizzazione di un cordolo di testa che consente l'appoggio e l'ancoraggio delle barriere. Anche in questo caso non ci sono variazioni per la canaletta portacavi e per lo stradello interno. Lo smaltimento delle acque dalla piattaforma avviene attraverso delle lesene realizzate nel muro ogni 15.00 m, che consentono l'allontanamento dell'acqua che, scorrendo lungo lo stradello interno, si raccoglie in un pozzetto.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

Le fondazioni delle barriere antirumore sono del tipo nastriforme con cordolo fondato su micropali  $\phi 225$  posti a coppia ad interasse longitudinale di 1.50m.

Le dimensioni del cordolo, e l'interasse trasversale dei pali variano in funzione della tipologia di barriera che devono sostenere.

A tal proposito si fa presente che la tipologia di micropalo e la lunghezza dello stesso sono state determinate in accordo a quanto riportato negli elaborati :

- RFI DTC ICI AM ST 01 2010 – Barriere di rumore standard per impieghi ferroviari tipo “HS” per velocità  $V \leq 200$  km/h – Relazione di calcolo base BM130 – barriera H10
- RFI DTC ICI AM ST 01 2010 – Barriere di rumore standard per impieghi ferroviari tipo “HS” per velocità  $V \leq 200$  km/h – Relazione di calcolo base BM110 – barriera H7
- RFI DTC ICI AM ST 01 2010 – Barriere di rumore standard per impieghi ferroviari tipo “HS” per velocità  $V \leq 200$  km/h – Relazione di calcolo base BM95 – barriera H2

Nei quali vengono dimensionati dei micropali in funzione degli scarichi ottenuti dal modello di calcolo della barriera e per quanto riguarda l'aspetto geotecnico dal valore di  $N_{spt}$ . In base a quest'ultimo valore sono stati dimensionati dei pali per diverse stratigrafie uniformi caratterizzate da valori di  $N_{spt}$  pari a 15 - 20 - 30, in modo tale da simulare il comportamento dei micropali immersi rispettivamente in terreni di tipo sciolto, medio o consistente.

I risultati ottenuti sono :

Tipologia	Micropali				
	Diametro	Spessore	Lunghezza		
	(mm)	(mm)		(m)	
			NSPT		
			15	20	30
H0 - H2	177.8	6.3	7.00	7.00	7.00
H3 - H7	177.8	8.0	11.00	9.50	7.50
H8 - H10	177.8	10.0	12.00	10.00	8.00

*Tabella micropali a sostegno delle barriere antirumore*

I suddetti risultati sono stati estesi a quasi tutte le barriere del lotto 2, mentre per ciò che concerne le barriere site nel lotto 1 ovvero nel comune di Rho, e nella zona di “transito” tra lotto 1 e lotto 2 fino al comune di Vanzago, hanno richiesto un calcolo apposito a causa della presenza di una stratigrafia di progetto non uniforme e della presenza di una falda sospesa.

Nel caso in cui si inseriscono le barriere antirumore su rilevato, dal lato del binario esistente si è reso necessario utilizzare delle palancole tipo “Larssen 600” come opere provvisorie, per realizzare il cordolo di fondazione, in maniera tale da poter lavorare a meno di 3,00 m dall'asse del binario esistente e quindi assicurandone l'esercizio.

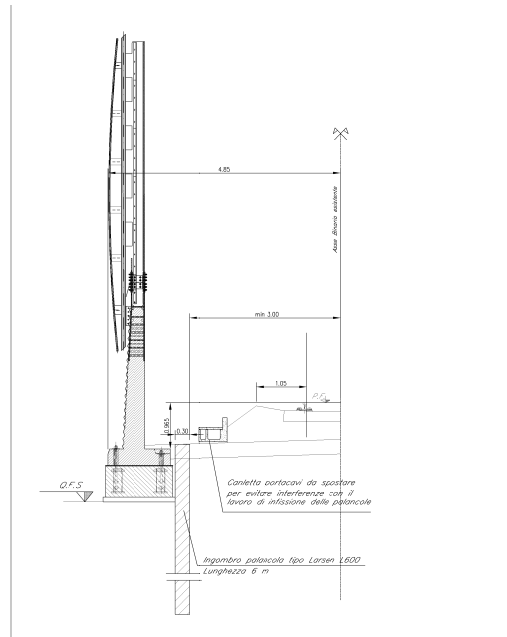


Figura 7-5 Sezione tipo barriera antirumore per rilevato esistente

La delimitazione dei nuovi limiti della proprietà ferroviaria è individuata mediante le seguenti tipologie di recinzione:

- recinzione tipo FS su muretto continuo in c.a.;
- recinzione metallica su muretto continuo in c.a.;
- recinzione metallica con fondazione puntuale.

La tipologia metallica è adottata in ambito extraurbano mentre la tipologia FS è prevista in prossimità dei centri abitati, quale segno identificativo dell'infrastruttura.

### 7.3 Rilevati ferroviari

Per la realizzazione del corpo del rilevato è prevista l'adozione dei materiali ordinari previsti nel capitolato di costruzione delle opere civili. Non sono state individuate particolari situazioni critiche lungo il tracciato in progetto.

I rilevati presentano in sintesi le seguenti caratteristiche:

- pendenza massima delle scarpe due in verticale su tre in orizzontale;
- materiale del rilevato costituito da terre secondo CNR-UNI 10006;
- scotico variabile in funzione delle caratteristiche del terreno e comunque con uno spessore minimo di 50 cm;
- strato anticapillare di spessore non inferiore ai 50 cm, steso su uno strato di geotessile non tessuto;
- eventuale bonifica dei terreni con caratteristiche meccaniche non idonee a sostenere i rilevati, mediante sostituzione di terre;

Per i rilevati ordinari sono previste le seguenti lavorazioni:

#### Scotico

Prima della formazione del rilevato, il terreno al di sotto del piano di campagna, andrà asportato per uno spessore minimo di 50 cm (scotico) e comunque per tutto lo strato di terreno vegetale; il riempimento verrà effettuato con materiale di classe A1.



Il piano di posa è previsto con una pendenza del 3% e dovrà essere costipato mediante rullatura in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69).

Il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra non dovrà essere inferiore a 20 MPa.

***Strato granulare anticapillare***

Dato l'uso agricolo con irrigazione artificiale delle zone adiacenti la sede ferroviaria è stato previsto l'inserimento di uno strato anticapillare alla base del rilevato. Il primo strato di rilevato o strato anticapillare, posto al di sopra del piano di posa, dovrà avere uno spessore di 50 cm (materiale compattato) e dovrà essere costituito da pietrischetto e/o ghiaietto con dimensioni comprese tra 2 e 25 mm.

Lo strato sarà costipato mediante rullatura in modo da avere permeabilità sufficiente ad impedire che la risalita capillare sia superiore all'altezza di metà strato e in modo che il modulo di deformazione sia:

$M_d \geq 20$  MPa al centro e  $\geq 15$  MPa ai bordi (ovvero a distanza inferiore a 1 m dai bordi del rilevato) per rilevati di altezza superiore a 2,35 m,

$M_d \geq 20$  MPa per rilevati di altezza compresa tra 1,80 m e 2,35 m,

$M_d \geq 40$  MPa per rilevati di altezza inferiore a 1,80 m.

Per rilevati di altezza inferiore a 1,80 m lo strato anticapillare sarà costituito da materiale di classe A1 e dovrà avere un modulo di deformazione  $\geq 40$  MPa.

L'anticapillare andrà inoltre posizionato con una conformazione a schiena d'asino avente una pendenza finale pari al 3%.

***Geotessile non tessuto***

Tra lo strato anticapillare e il sottofondo dovrà essere interposto un filtro in tessuto non tessuto di peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> e di resistenza a trazione maggiore di 18 kN/m, risvoltato per almeno 3 metri da entrambi i lati sulla superficie superiore a condizione che lo strato che sormonta l'anticapillare abbia contenuto di fino (passante al setaccio UNI 0.075) < 35%; in caso contrario o se i terreni sovrastanti appartengono alle classi A2 e A4 il geotessile dovrà ricoprire completamente lo strato anticapillare.

***Rilevato***

Il rilevato è costituito da un materiale tipo A1, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A3 e A4, di cui alla norma CNR-UNI 10006; non dovranno essere impiegate terre del gruppo A3 con coefficiente di disuniformità inferiore a 7.

Le caratteristiche di tale materiale sono riassunte nella seguente tabella:

Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	20
Angolo di attrito (°)	40
Coesione (kPa)	0
Densità	> 95% AASHTO mod. (CNR-BU n. 69)
$M_d$ (MPa)	40 (per le zone centrali del rilevato)
	20 (per le zone a distanza <1 m dai bordi del rilevato)

Le scarpate verranno ricoperte da uno strato di spessore 50 cm di terreno vegetale, per consentirne l'inerbimento e quindi diminuire l'impatto ambientale dell'opera; in accordo con le normative si assumono pendenze di progetto per le scarpate pari a 2/3.

Nei tratti di rilevato che si affiancano al rilevato ferroviario esistente, al fine di garantire un migliore ammorsamento tra le due strutture, è da prevedere una riprofilatura del rilevato esistente tramite uno scotico di 50 cm e la formazione di gradoni dell'altezza massima di 50 cm con una pendenza del 3%.

### *Supercompattato*

L'ultimo strato del rilevato, caratterizzato da un elevato grado di costipamento (supercompattato), costituisce il piano posa del sub-ballast ed ha uno spessore non inferiore a 30 cm.

Il modulo di deformazione  $M_d$ , misurato in condizioni di umidità prossime a quella ottima di costipamento, mediante prova di carico su piastra non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

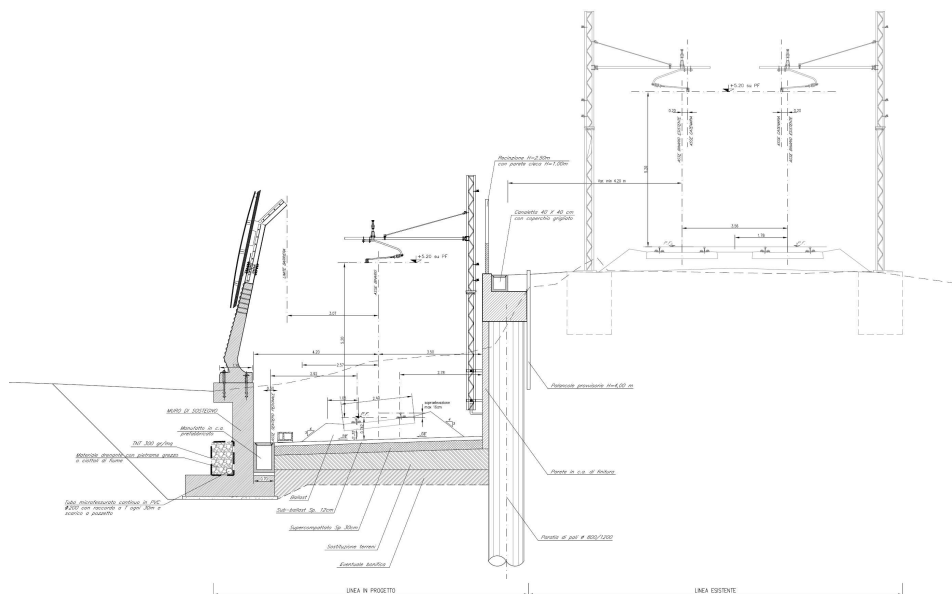
Sopra questo strato è da prevedere, per le sole sezioni di completa nuova realizzazione, uno strato di conglomerato bituminoso (sub-ballast) di spessore pari a 12 cm.

## 7.4 Trincee

Le trincee previste nell'ambito del progetto si differenziano in trincee con scarpate sostenute (fra muri di contropipa o paratie di pali) o in trincea con scavo a sezione aperta.

Le principali caratteristiche delle trincee risultano essere:

- pendenza massima delle scarpate due in verticale su tre in orizzontale (da verificare in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni),
- presenza di un fosso di guardia a monte del ciglio superiore della scarpata;
- sistemazione a verde delle scarpate mediante idrosemina su terreno vegetale.



	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

## 8. Opere d'arte

### 8.1 Criteri di progettazione delle opere d'arte principali

L'impostazione progettuale ha cercato di favorire, per quanto possibile, la ripetitività di esecuzione delle opere e l'individuazione di interventi che arrechino il minor disturbo alla linea ferroviaria esistente.

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti tipologie di opere d'arte:

- gallerie artificiali
- ponti di attraversamento idraulico
- sottopassi stradali
- sottopassi pedonali
- sottopassi ciclopedonali (dotati di accesso per disabili e rampe dedicate a percorso ciclabile)
- ponticelli nuovi o in prolungamento ad opere esistenti
- muri di sostegno della sede ferroviaria

Relativamente all'opera di scavalco nella zona di Rho sono state utilizzate tipologie strutturali e metodologie realizzative analoghe a quanto realizzato nella tratta AV Milano-Torino. Tale scelta è motivata anche da una prossimità territoriale delle due infrastrutture che proprio nella zona di Rho/Pregnana si avvicinano, interessando gli stessi comuni.

L'**opera di scavalco** è realizzata con una struttura interamente in c.a. gettato in opera e la realizzazione è prevista per fasi in relazione alle fasi di esercizio previste.

Relativamente alle opere da realizzare sottobinario, quali sottovia e sottopassi, sono previste le seguenti tipologie:

- realizzazione di nuovi sottopassi
- ampliamento e prolungamento di sottopassi esistenti

Per la realizzazione dei **nuovi sottopassi**, sia essi viari che pedonali o ciclopedonali, sono state adottate soluzioni tecniche per l'infissione dei manufatti con mantenimento della circolazione dei treni, in relazione alle loro dimensioni geometriche:

Ponti provvisori "ESSEN" standard – adottato a sostegno del binario per l'infissione di piccoli manufatti scatolari per la risoluzione di attraversamenti pedonali e ciclopedonali. Le velocità di transito massime previste durante l'infissione variano da 60 Km/h a 80 Km/h a seconda delle dimensioni.

Sistema "ESSEN" con travi di manovra – adottato a sostegno del binario per l'infissione di manufatti scatolari viari. Le velocità di transito massime previste durante l'infissione sono pari a 80 Km/h; la velocità effettiva di transito è però legata alla stabilità, durante l'infissione, del monolite a seconda degli spostamenti registrati.

In corrispondenza dei **sottopassi viari o pedonali esistenti**, l'ampliamento della sede richiede l'adeguamento delle opere esistenti.

Le tipologie di adeguamento individuate sono due:

- **ampliamento** dell'opera esistente: la nuova sede ferroviaria può essere realizzata su un'opera che risulta staticamente indipendente dall'esistente.
- **prolungamento** di opere esistenti: la posizione del binario in progetto risulta essere interferente con la posizione del giunto. E' quindi necessario prevedere la solidarizzazione fra opera nuova ed in progetto al fine di garantire un comportamento omogeneo dell'opera sotto binario.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

La posizione del binario in corrispondenza delle opere d'arte esistenti è stata studiata in modo tale da privilegiare la prima tipologia di intervento che consente di realizzare strutture indipendenti e con comportamento statico determinato.

Il ricorso al prolungamento delle opere esistenti è stato limitato prevalentemente a strutture esistenti in c.a. (scatolari o monilite a spinta);

Tutte le opere d'arte sono state verificate, secondo il D.M. 16.01.96 e l'istruzione 44b, adottando un grado di sismicità S=6.

Per una breve descrizione delle singole opere si rimanda ai paragrafi seguenti mentre, per la definizione degli standard costruttivi ed i criteri di dimensionamento si rimanda agli elaborati di progetto.

## 8.2 Ponti e viadotti

I ponti e viadotti previsti in progetto sono riportati nella tabella seguente:

WBS	Comune	Descrizione	Caratteristiche	Tipologia
VI05	Pregnana	Prolungamento ponte su canale rivestito km 0+811	Scavalco canale	Travi incorporate
VI06	Parabiago	Viadotto Canale Villoresi al km 7+488	Scavalco canale Villoresi	Ponte a telaio

### 8.2.1 VI05 - Prolungamento ponte su canale rivestito km 0+810,87

L'attuale linea Rho-Gallarate sovrappassa un canale rivestito in corrispondenza della progressiva 0+810.87 del tracciato di progetto. Il canale ha una sezione idraulica larga circa 4 m ed è corredato da strade di servizio laterali. Il canale è ubicato al confine fra i comuni di Rho e Pregnana Milanese.

L'opera in questione è funzionale alla sostituzione di un ponte a travi incorporate esistente sul quale transita la linea storica, che non è possibile mantenere prevedendo allargamenti, per motivi legati alla nuova conformazioni dei binari di progetto definita in sede di Conferenza dei Servizi..

Nello specifico a fronte dei due 2 binari attualmente presenti, in progetto è previsto che ne transiteranno 4; il singolo binario Nord, i due binari della linea Rho-Arona e il singolo binario Sud. Per la coppia di binari centrale della linea Rho-Arona, è previsto in progetto un tracciato rettificato rispetto all'attuale, talchè un'eventuale allargamento dell'opera esistente avrebbe visto i nuovi binari sovrapposti con il giunto. Con ciò, la necessità di prolungare strutturalmente l'impalcato da entrambi i lati, a parte le difficoltà esecutive, presenta alcune criticità:

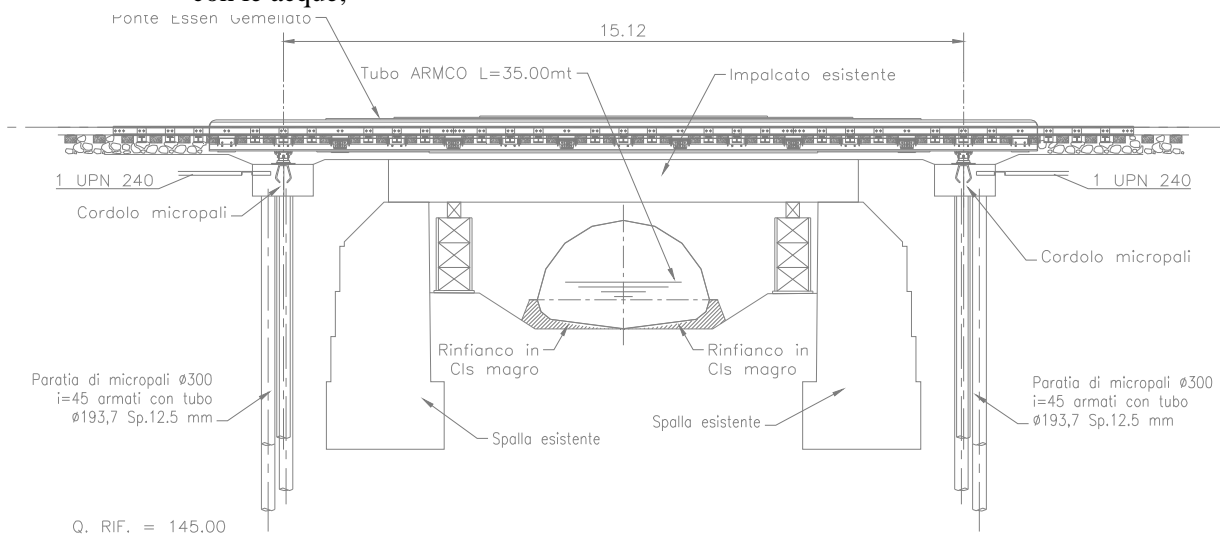
- (i) l'impalcato attuale è poggiato direttamente sul pulvino delle spalle in muratura, e quindi non è conforme alla normativa che per ponti di questo tipo prevede la necessità di appoggi su rotaia o neoprene armato
- (ii) la nuova porzione di impalcato in allargamento avrebbe avuto come appoggio una nuova spalla fondata su pali o micropali che sia che fosse o no collegata alla spalla esistente avrebbe determinato problemi di cedimenti differenziali, che in un modo o nell'altro avrebbe sollecitato l'impalcato proprio nelle sezioni di giunto non ispezionabili.

Tali motivazioni, unitamente ad altre di opportunità legate alla vetustà dell'opera esistente, hanno condotto alla scelta progettuale di realizzare una nuova struttura per l'impalcato e le sottostrutture.

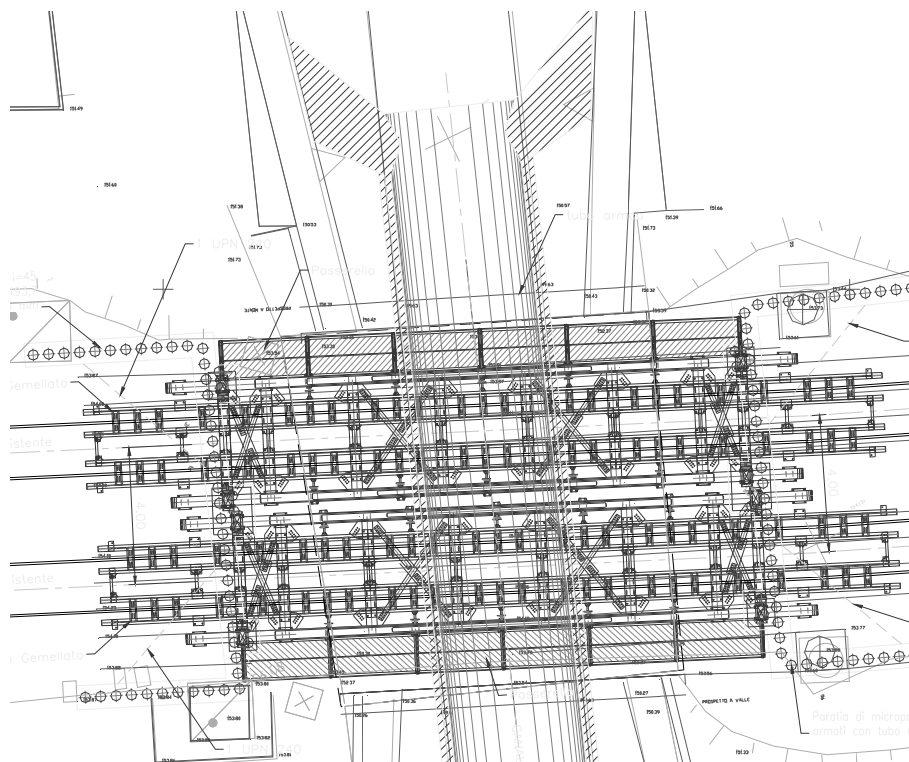
La maggiore difficoltà della scelta operata risiede nelle fasi esecutive. L'intera opera ovviamente dovrà essere realizzata mantenendo l'esercizio ferroviario sulla linea storica, e la funzionalità del canale rivestito sovrappassato.

La soluzione scelta prevede:

- a. l'intubamento provvisorio del canale con tubi tipo ARMCO o similari per una tratto sufficientemente lungo da liberare completamente l'area di lavoro dall'interferenza con le acque;



- b. l'impiego di ponti provvisori ESSEN gemellati su luci di circa 15.0m poggiati su paratie di micropali; per la messa in opera dei quali è necessario una preventiva modesta rettifica dei tracciati della linea storica per aumentarne l'interbinario.





	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

- c. La demolizione prima dell'impalcato esistente e poi delle spalle fino alla quota di imposta delle nuove spalle;
- d. La costruzioni delle nuove spalle fondate su micropali opportunamente inclinati
- e. la realizzazione fuori opera di due impalcati ( quello nord e quello centrale a doppio binario) che saranno poi spinti a vuoto con l'impiego di martinetti

Al completamento delle operazioni si procederà con la rimozione dell'intubamento del canale, alla rimozione dell'ESSEN e al posizionamento dei nuovi binari nella loro posizione definitiva, quindi alla posa dell'armamento delle finiture.



*Figura 8-1 Foto dello stato esistente*

L'opera consiste in 3 viadotti separati, due dei quali successivamente uniti, ad 1 sola campata, realizzati con impalcati in travi in acciaio incorporate nel cls, di luce 9.78, in asse appoggi. Le travi in acciaio hanno un'obliquità rispetto all'asse appoggi di circa 7°. L'andamento planimetrico dell'asse di progetto dei binari è in rettilineo. I viadotti poggiano su spalle comuni fondate su micropali  $\phi 300$ . Il viadotto centrale accoglie una piattaforma a doppio binario, mentre i due laterali hanno un solo binario. Le spalle hanno la medesima carpenteria. Sono spalle tradizionali fondate su micropali  $\Phi 300$ . Lo schema di vincoli prevede lo schema a cerniera – cerniera con l'utilizzo di appoggi fissi in neoprene armato.



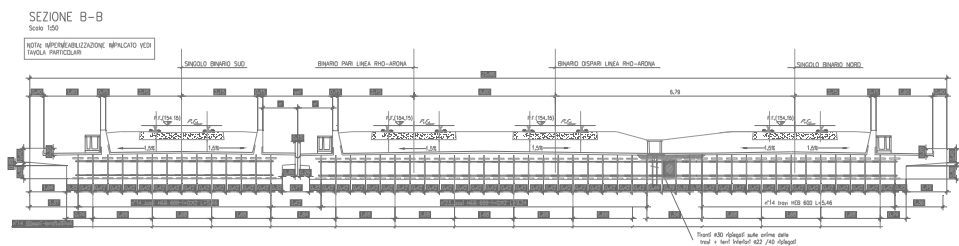


Figura 8-2 Sezione trasversale dell'impalcato

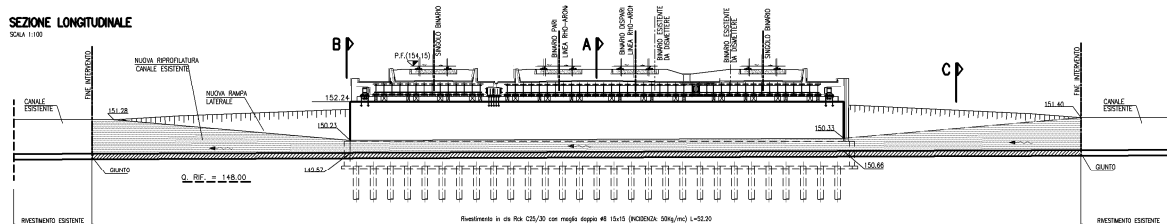


Figura 8-3 Sezione longitudinale tipo dell'attraversamento

### 8.2.2 VI06 - Viadotto Canale Villoresi al km 7+491

L'opera si affianca al ponte esistente della linea storica che sovrappassa il canale con tre arcate in cls di 5.5m di luce.



Figura 8-4 Scavalco del Villoresi - Impalcato esistente

In fase di individuazione della tipologia di opera da eseguire si è scelto di porre particolare attenzione all'inserimento architettonico e paesaggistico della nuova opera nel contesto caratterizzato dall'opera esistente; talché è stata individuata una struttura il più possibile omogenea sia nei riguardi delle forme ( si è cercato di richiamare il concetto dell'arco ) e dei materiali, optando per un parziale rivestimento in mattoni come per il ponte preesistente.

Si tratta di un ponte a luce unica di 18.90m realizzato in cemento armato ordinario con schema statico a telaio, avente impalcato costituito da solettone alleggerito di spessore e larghezza variabile solidale alle

spalle fondate su pali, che sostiene due binari in progetto che presentano una tracciato planimetrico fra loro divergente.

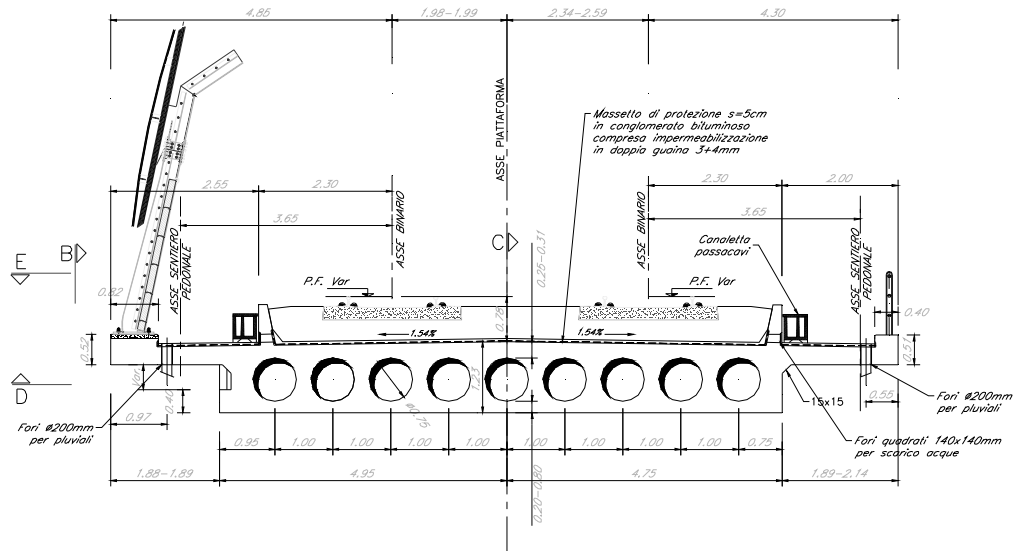


Figura 8-5 Sezione trasversale dell'impalcato

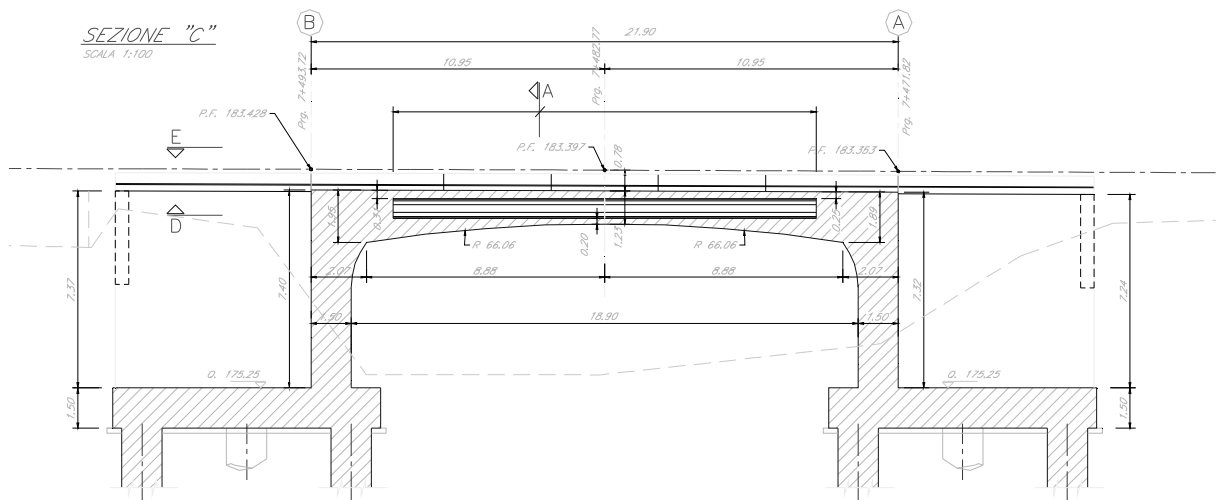


Figura 8-6 Sezione longitudinale

A margine dell'intervento sono inoltre previste opere di sostegno e interventi di riprofilatura degli argini mirati al ripristino della configurazione idraulica preesistente.

La scelta di optare per una luce unica e non ripetere la struttura con pile in alveo è motivata dalla necessità di limitare le ripercussioni di carattere idraulico intervento senza soggezioni a tal riguardo.

### 8.3 Gallerie artificiali

Le gallerie artificiali previste in progetto sono riportati nella tabella seguente:

WBS	Comune	Descrizione	Caratteristiche	Tipologia
GA01	Rho	Galleria artificiale di scavalco da km 0+288.35 al km 0+419.77	Scavalco ferroviario	c.a.
IV01	Busto Arsizio	Nuovo cavalcaferrovia su trincea in zona raccordo Y	Scavalco viario	Solettone su pali

L'opera GA01 è uno scavalco ferroviario, realizzata, per consentire l'intersezione a livello sfalsato fra la linea Arona e la linea Novara.

L'altra opera è una galleria artificiale, che consente il sovrappasso di viabilità sopra la linea in progetto.

#### 8.3.1 GA01 - Galleria artificiale di scavalco da km 0+288.35 al km 0+419.77 - Rho

L'opera su compone di quattro porzioni; le due di testa a canna singola che presentano gli sfocchi per i raccordi ai futuri viadotti di approccio; un tratto a canna singola con due binari sovrappassati e un tratto a doppia canna con 3 binari sovrappassati. Nel tratto in esame il binario servito ha un andamento planimetrico in rettilineo che interseca i binari con angoli variabili da 10 a 15°, mentre la livelletta per un primo tratto è orizzontale a q.ta 161.70 per poi degradare con pendenza del 1.2% verso Novara.

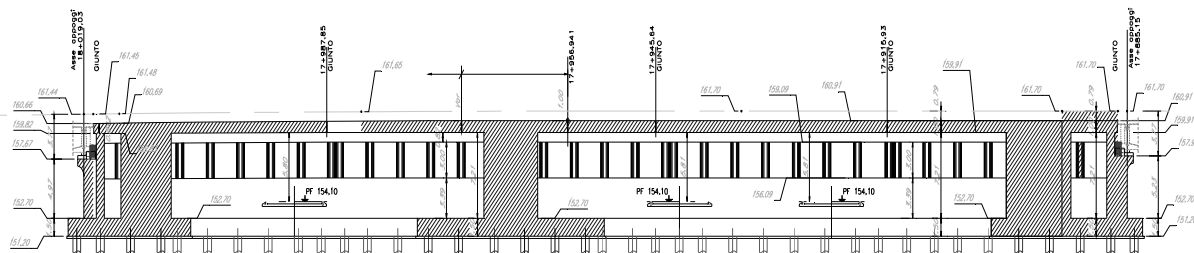
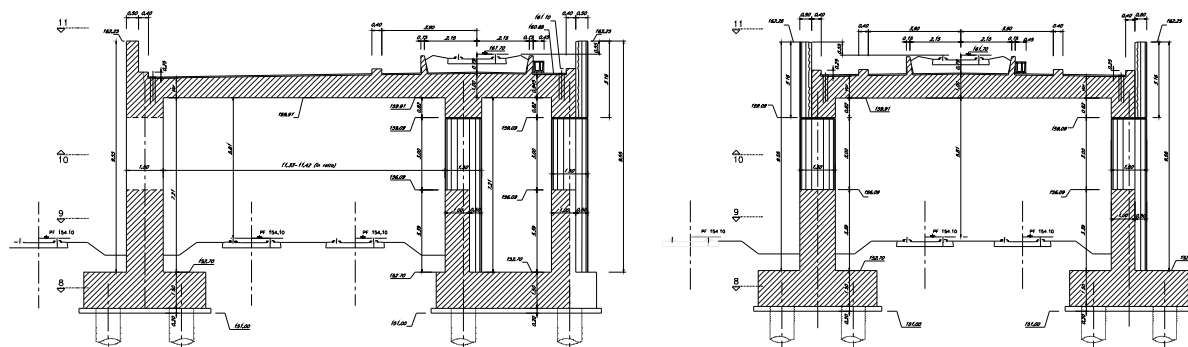


Figura 8-7 Sezioni longitudinali

La struttura è costituita da una successione di pilastri di forma pseudo rettangolare posti ad interasse di 4.0m che supportano con un sistema di travi longitudinali, un solettone a spessore variabile. Allo spiccato, in accordo con le prescrizioni normative per ostacoli posti tra 3.5 e 4.5m, si prevede una parete continua che raccorda i vari pilastri. La struttura è fondata su fondazione a nastro sulla quale si intestano pali  $\phi 1000$  posti a coppia in corrispondenza di ciascun pilastro. Gran parte della galleria artificiale sorge un zona di depressione rispetto al piano del ferro attuale e per questo sarà necessario realizzare dei riempimenti prima della realizzazione dei pali.



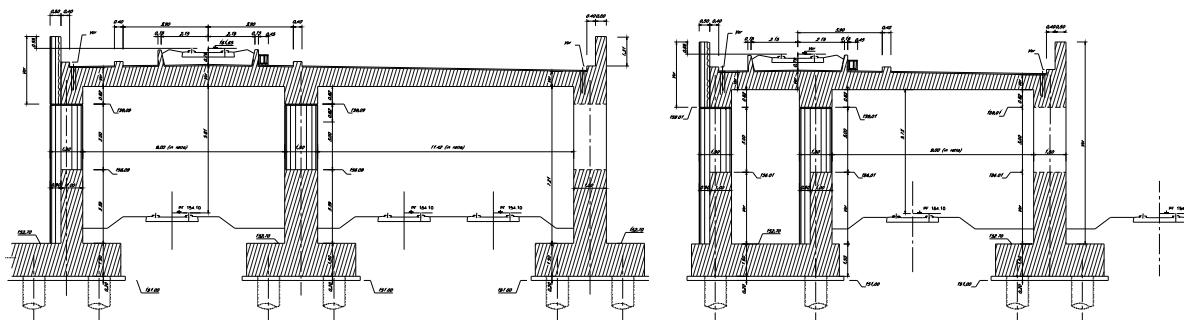


Figura 8-8 Sezioni trasversali

L'opera in esame rientra fra quelle tipologiche presenti in altre tratte ferroviarie di recente realizzazione; se ne differenzia solo per il fatto che, i ridotti franchi di sicurezza orizzontali rispetto ai binari sovrappassati, hanno comportato la necessità di limitare al massimo le dimensioni dei sostegni verticali che hanno dimensione di 1.50m. Inoltre nel caso in esame, il fatto che i binari sovrappassati non sono attualmente in esercizio, permette di prevedere metodologie esecutive più semplici che prevedono ad esempio il getto del solettone su casseri puntellati a terra senza quindi ricorrere alla prefabbricazione di elementi autoportanti.

### 8.3.2 IV01 - Nuovo cavalcaferrovia su trincea in zona raccordo Y

Il progetto prevede che il raccordo Y sottopassi la viabilità esistente: ne deriva la necessità di realizzazione di un'opera per il ripristino del collegamento viario e la riprofilatura della livelletta della viabilità esistente aumentandone la pendenza fino al valore del 10%.

Il tracciato del raccordo Y è a singolo binario; l'opera in c.a. è prevista con una campata unica, realizzata con pali DN=1000 mm posti ad un interasse di 1,10 m, dal solettone di copertura.

A ridosso della palificata sarà realizzata una rifodera in c.a. dello spessore di 20cm.

La quota del piano ferro lungo lo sviluppo dell'opera è variabile e passa da +220.84 a +220.81m.

Al di sopra dello scatolare è presente la viabilità riprofilata con ricoprimento minimo pari a 35cm.

L'altezza interna in corrispondenza dell'asse del binario è pari a 5.67m.

Il solettone di copertura ha uno spessore variabile da 1m in corrispondenza dell'appoggio sui pali a 50cm in mezzzeria. All'uscita dell'opera si prevede la realizzazione di una palificata di sostegno della scarpata stradale.

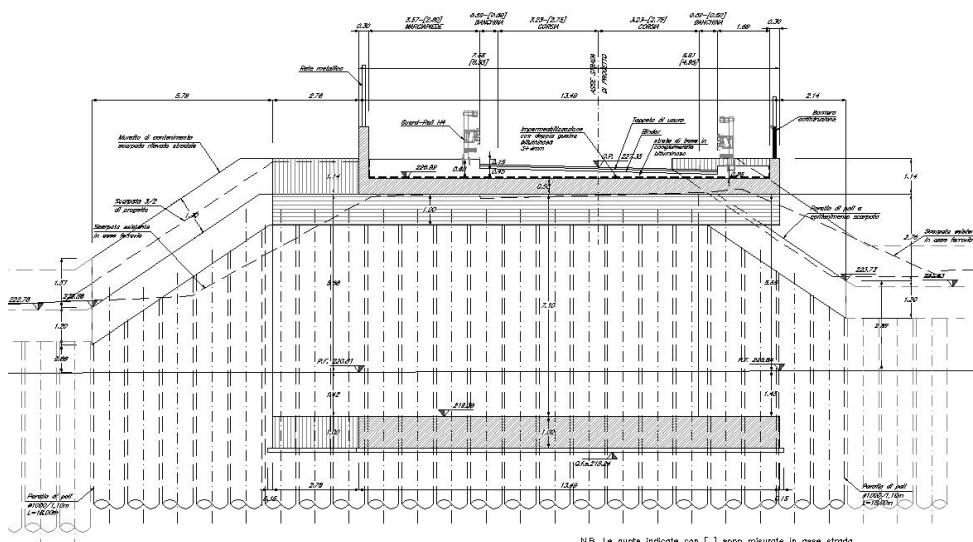


Figura 8-9 Sezione longitudinale

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001

## 8.4 Sottopassi e sottovia

I sottopassi previsti in progetto sono riportati nella tabella seguente:

WBS	Comune	Descrizione	Caratteristiche	Tipologia
SL01	Pregnana	Prolungamento sottovia Via dei Rovedi al km 1+033,53	Viario	c.a.
SL02	Vanzago	Prolungamento sottovia viale Europa Unità km 2+433,48	Viario	c.a.
SL03	Pregnana	Nuovo sottopasso ciclopedonale km 2+067,55	Pedonale	c.a.
SL04	Vanzago	Prolungamento sottovia via M.Teresa di Calcutta km 3+727,35	Viario	c.a.
SL05	Pogliano	Prolungamento sottovia SP 229 km 3+918,49	Viario	c.a.
SL27	Pogliano	Prolungamento sottopasso via Arluno km 4+223,27	Viario	c.a.
SL06	Nerviano	Ampliamento sottovia strada agricola km 5+580,16	Viario	c.a.
SL25	Nerviano	Nuovo sottovia via Olona km 6+308,73	Viario	c.a.
SL07	Parabiago	Prolungamento sottovia via G.D'Annunzio km 7+212,43	Viario	c.a.
SL26	Parabiago	Nuovo sottopasso ciclopedonale Canale Villoresi km 7+468,72	Ciclo-pedonale	c.a.
SL08	Parabiago	Nuovo sottopasso via Battisti km 8+389,85	Viario	c.a.
SL09	Parabiago/Canegrate	Nuovo sottovia via Resegone km 9+159,77	Viario	c.a.
SL10	Parabiago	Prolungamento sottovia via Matteotti km 7+921,04	Viario	c.a.
SL11	Parabiago	Ampliamento sottovia via Minghetti km 8+700,81	Viario	Travi inc.
IN03	Pregnana	Prolungamento sottovia agricolo km 0+771,94	Viario	Travi inc.
SL21	Castellanza	Nuovo sottovia in Castellanza	Viario	c.a.

Tabella - Elenco sottopassi in progetto, già presenti in CDS

WBS	Comune	Descrizione	Caratteristiche	Tipologia
SLX1	Pogliano	Nuovo sottovia via Arluno	Viario	c.a.
SLZ1	Pregnana	Nuovo sottovia viale Lombardia	Pedonale	c.a.

Tabella - Elenco sottopassi in progetto, nuovi rispetto a CDS

Le viabilità connesse con i sottovia sono stati progettati nel rispetto del D.M. 5/11/01 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Nel caso di adeguamento di sottopassi esistenti sono state mantenute le caratteristiche delle viabilità esistenti, garantendo il calibro minimo attuale.

Il prolungamento delle opere ha richiesto, in alcuni casi, la riprofilatura della rampa esistente prevedendo o un aumento della pendenza esistente (nei limiti di norma) o la traslazione della rampa.

La tipologia strutturale prevista si differenzia in due categorie:

manufatti realizzati in opera; in affiancamento ai manufatti esistenti

manufatti realizzate mediante sistema di spinta sotto rotaia; laddove l'opera deve essere realizzata in presenza dell'esercizio ferroviario

Le rampe di accesso ai sottovia sono contenute all'interno di muri ad U nelle zone più profonde o fra muri di sostegno nelle zone con minor profondità ed in assenza di falda.

I sottopassi sono inoltre suddivisi in relazione alla tipologia di utilizzo prevista. In particolare sono previsti:

- Sottopassi di tipo viario;
- Sottopassi di tipo ciclopedonale, dove è previsto il traffico sia pedonale che ciclabile con percorsi su sede propria all'interno del sottopasso e con rampe distinte per pedoni/disabili e ciclisti. In alcuni casi in sostituzione delle rampe sono previsti ascensori per garantire il superamento delle barriere architettoniche;
- Sottopassi di tipo pedonale, dove non è previsto il traffico ciclabile.



Per le opere che ricadono in ambito fortemente urbanizzato, con presenza di ambiti residenziali nei pressi delle opere viarie oggetto di intervento, è stato previsto di dare all'intervento una connotazione di particolare attenzione ambientale.

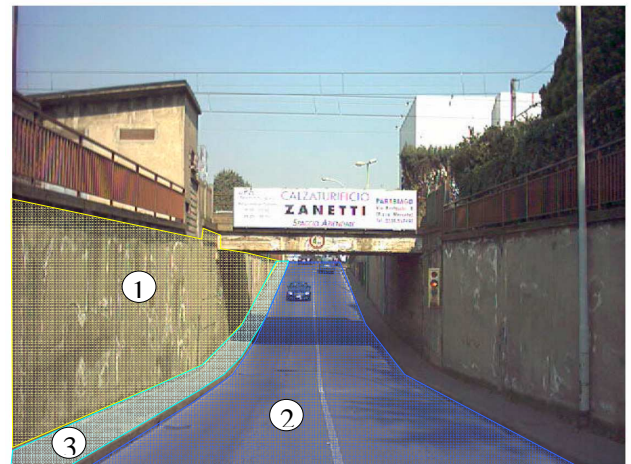
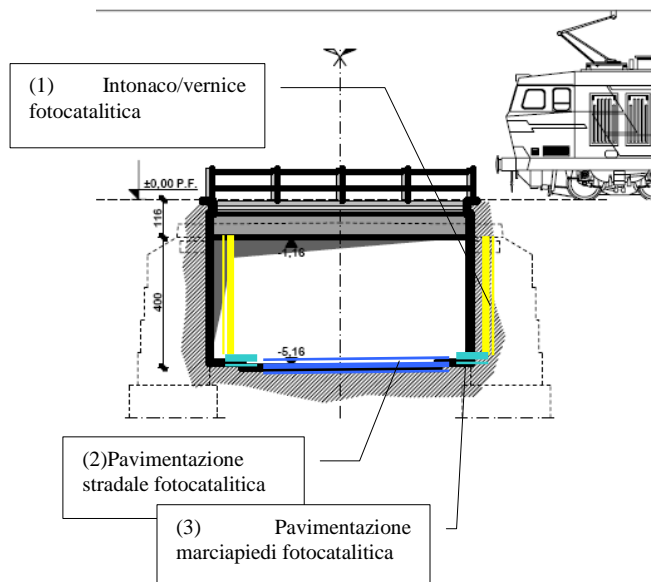
Risultando i comuni interessati dal progetto all'interno della zona "A1 Milano-Como-Sempione-Meratese" di attenzione per il superamento della soglia dei limiti di inquinanti, con periodi di restrizione della circolazione veicolare per l'abbattimento dell'inquinamento atmosferico, sono stati individuati interventi mirati all'abbattimento degli inquinanti prodotti dal transito dei veicoli.

Le tipologie di intervento sulle opere di attraversamento viario riguardano:

la realizzazione di intonaci e/o pitture fotocatalitiche sulle pareti laterali dei muri laterali delle rampe (di nuova realizzazione o per il recupero delle esistenti)

realizzazione di pavimentazione stradale bituminosa con trattamento fotocatalitico

realizzazione dei marciapiedi con pavimentazione o massetti autobloccanti con trattamento fotocatalitico



*Figura 8-10 Esempio di intervento tipologico*

I rivestimenti ecoattivi fotocatalitici abbattano gli inquinanti dell'aria (monossido di carbonio, biossido di azoto, biossido di zolfo, benzene, particolato fine) attraverso il processo della fotocatalisi, che si attiva grazie all'azione combinata della luce (solare o artificiale) e dell'aria.

In particolare, nei sottopassaggi la forte concentrazione di inquinanti costituisce un forte problema per la salute dei pedoni e conducenti che attraversano la struttura, ma anche come centro di produzione e stagnazione di idrocarburi che fuoriescono dal sottovia, invadendo le aree circostanti l'imbocco e la fine della struttura. Le superfici fotocatalitiche garantiscono una forte trasformazione delle concentrazioni totali, arrivando a ridurre l'inquinamento prodotto dal transito di veicoli leggeri e pesanti.

L'applicazione dei materiali eco-attivi può essere prevista anche per la realizzazione di pavimentazione stradale realizzata mediante una malta fotocatalitica, opportunamente formulata per essere utilizzata come rivestimento fluido ad intasamento di conglomerati bituminosi aperti.

I benefici ottenuti con tale trattamento risultano essere:

- durata maggiore della pavimentazione (triplo rispetto asfalto)
- maggiore aderenza rispetto a pavimentazioni in bitume
- maggiore riflessione della pavimentazione, quindi maggiore sicurezza e benefici per l'impianto elettrico



 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

- maggiore resistenza ai sali disgelanti
- minor gradiente termico in periodi estivi
- nessuna emissione di gas in caso di incendio

Gli interventi sopra elencati sono stati previsti nei seguenti sottopassi:

WBS	Comune	Descrizione
SL04	Vanzago	Prolungamento sottovia via M.Teresa di Calcutta km 3+727,35
SL09	Parabiago/Canegrate	Nuovo sottovia via Resegone km 9+159,77
SL10	Parabiago	Prolungamento sottovia via Matteotti km 7+921,04
SL11	Parabiago	Ampliamento sottovia via Minghetti km 8+700,81

#### **8.4.1 SL01 – Prolungamento sottovia Via dei Rovedi al km 1+033.53**

La viabilità della strada denominata “via dei Rovedi” nel comune di Pregnana Milanese interferisce con la linea ferroviaria a progr. 1+033.53 e presenta una larghezza carrabile pari a 7.40 m.

La sede stradale è costituita da due corsie carrabili dotata di banchine laterali. Si tratta di una strada extraurbana a doppia corsia con limite di velocità di 50 km/h che risulta connessa alla rete di accesso al centro urbano. È presente una limitazione di altezza a 4.00 m.

Il passaggio della strada al di sotto della ferrovia avviene mediante rampe d’approccio in trincea e muri di contenimento in continuità con lo scavalco. La luce netta del sottopasso è di 12 m circa. La realizzazione dei due binari del quadruplicamento richiede il prolungamento a nord e a sud di tale manufatto.

Di seguito si riporta una foto illustrativa dello stato di fatto.



*Figura 8-11 Opera esistente*

Il progetto prevede l’aggiunta di ulteriori due binari, uno in affiancamento sul lato pari ed uno in affiancamento sul lato dispari. La nuova configurazione della sede ferroviaria comporta il prolungamento sul lato dispari dell’attraversamento viario sul lato dispari (Lato A) per una lunghezza pari a 5.90 m e sul lato pari (Lato B) per una lunghezza di 10.80 m.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001

Nelle figure che seguono, si riportano la planimetria di progetto e la sezione longitudinale dell'opera.

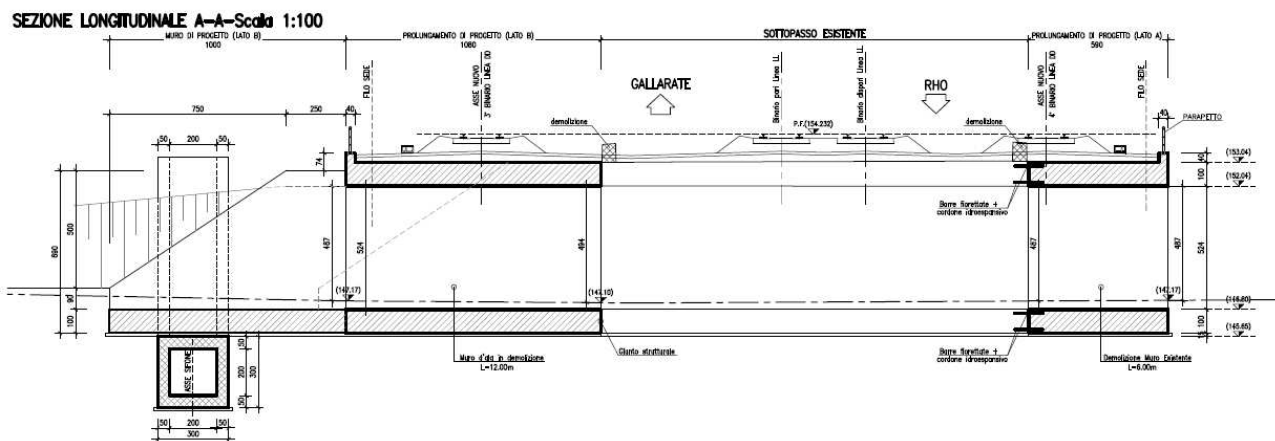


Figura 8-12 Sezione longitudinale

Il sottovia verrà prolungato a nord e a sud della linea, con due tratti realizzati in opera. Il collegamento tra la struttura esistente e la nuova a nord ha la funzione di ripristinare la piena continuità strutturale, le barre hanno quindi funzione di assicurare la continuità delle armature di ripartizione tra le due strutture. Il collegamento a sud è assicurato da un giunto strutturale. Il tratto di prolungamento a sud interferisce con la deviazione del canale Villoresi, si rende necessario quindi un sifone idraulico che assicura la continuità idraulica del canale.

#### 8.4.2 SL02 - Prolungamento sottovia viale Europa Unità km 2+433,48

La viabilità della strada denominata “viale Europa Unità” nel comune di Vanzago interferisce con la linea ferroviaria alla progr. 2+433.48 e presenta una larghezza carrabile pari a 7.40 m.

La sede stradale è costituita da due corsie carrabili con marciapiede pedonale lato Gallarate rialzato di circa 1 m. Si tratta di una strada extraurbana a doppia corsia con limite di velocità di 50 km/h che risulta connessa alla rete di accesso al centro urbano. È presente una limitazione di altezza a 4.00 m.

L’opera è costituita da uno scatolare a spinta in c.a. a luce unica L ~ 10.00 m. La struttura, di lunghezza pari a 34.14 m, sostiene oltre ai due binari anche due viabilità di collegamento.

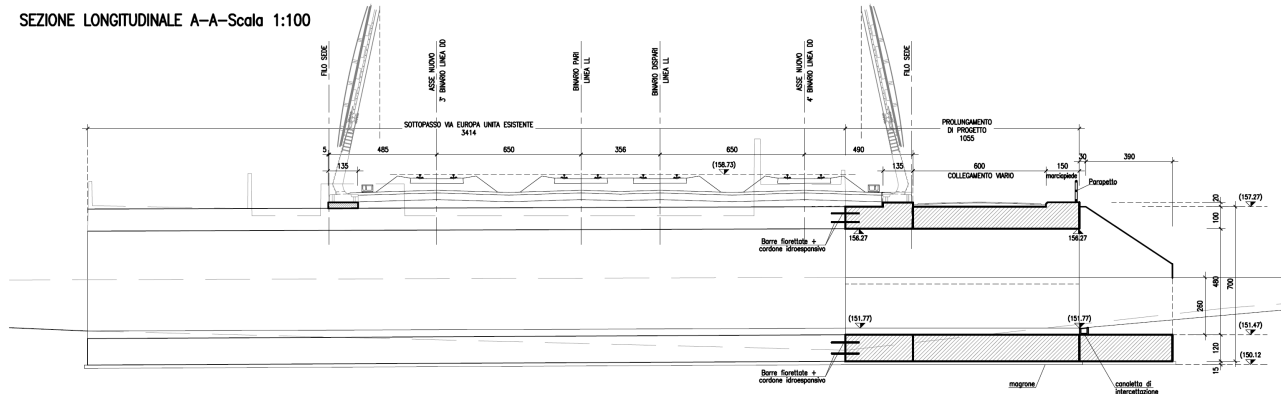
Di seguito si riporta una foto illustrativa dello stato di fatto.



*Figura 8-13 Opera esistente*

Il progetto prevede l’allargamento della sede esistente con l’inserimento di ulteriori due binari, uno in affiancamento sul lato pari ed uno in affiancamento sul lato dispari, con un conseguente prolungamento sul lato dispari dell’attraversamento viario per una lunghezza pari a 10.55 m in asse.

Per quanto riguarda la viabilità (*vedi NRK3*), allo scopo di garantire la congruenza del piano viabile nella sezione di attacco tra l’opera esistente e l’opera in prolungamento, nonché il raccordo alla sede stradale esistente, è stata prevista una riprofilatura attraverso una variazione dell’andamento altimetrico attuale per un tratto di circa 40 m.



*Figura 8-14 Sezione longitudinale*

Lungo il tratto in prolungamento, l'opera presenta una sezione trasversale scatolare di dimensioni nette pari a 9.60 m di base e 4.80 m di altezza con piedritti e soletta superiore di spessore pari ad 1 m e fondazione di spessore pari a 1.20 m.



### 8.4.3 SL03 - Nuovo sottopasso km 2+067,55

Alla prog. 2+038 circa è attualmente presente un sottopasso pedonale con caratteristiche non idonee al rispetto delle vigenti normative per il superamento delle barriere architettoniche. Inoltre la sezione interna del sottopasso presenta una forma circolare che limita la fruibilità dell'attraversamento. L'adeguamento dell'opera esistente alle nuove dimensioni della sede ferroviaria è stato valutato non percorribile e pertanto si è prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale, alla prog. 2+067,55, che collega via Vanzago con via Roma nel comune di Pregnana. Il nuovo collegamento pedonale si sviluppa per circa 48 m e prevede, in corrispondenza dell'opera di attraversamento realizzata con un manufatto a spinta, una sezione netta pari a 4.00 x 2.50 m. Le scale e rampe disabili e hanno una sezione trasversale di larghezza minima pari a 2.40m e pendenza massima del 5% con piazzole di riposo ogni 10 m massimo.

Il collegamento ciclabile è garantito attraverso la rampa disabili con la limitazione della percorribilità delle biciclette a mano.

Di seguito si riporta una foto illustrativa dello stato di fatto e sezione longitudinale dell'opera in progetto.



Figura 8-15 Opera esistente

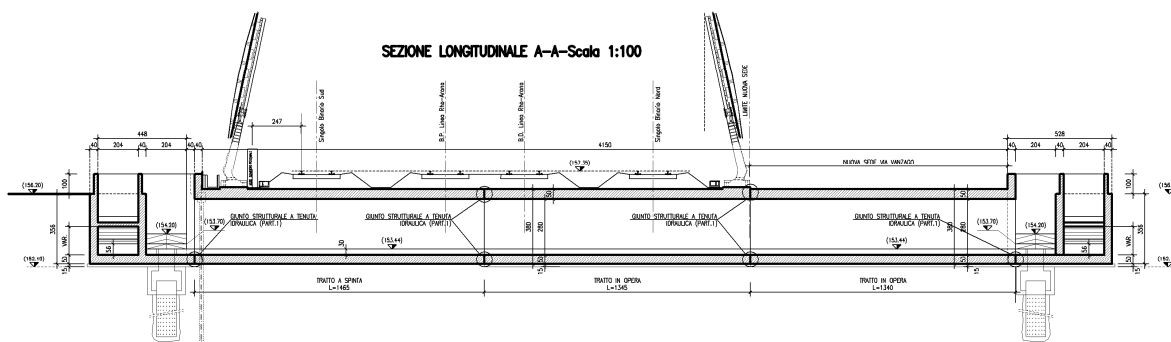


Figura 8-16 Sezione longitudinale

#### 8.4.4 SL04 - Prolungamento sottovia via M.Teresa di Calcutta km 3+727,35

L'opera in questione si trova nel comune di Vanzago, in corrispondenza dell'attraversamento di via M. Teresa di Calcutta.

La sede stradale è costituita da una corsia carrabile con marciapiede pedonale lato Gallarate rialzato di circa 1 m. Si tratta di una strada urbana ad unica corsia con limite di velocità di 50 km/h.

L'opera esistente è costituita da uno scatolare a spinta in c.a. a luce unica L ~ 9.00 m. La struttura, di lunghezza pari a 30 m, sostiene i due binari della linea ferroviaria. Lo spessore dei piedritti è pari a 0.8 m.



*Figura 8-17 Opera esistente*

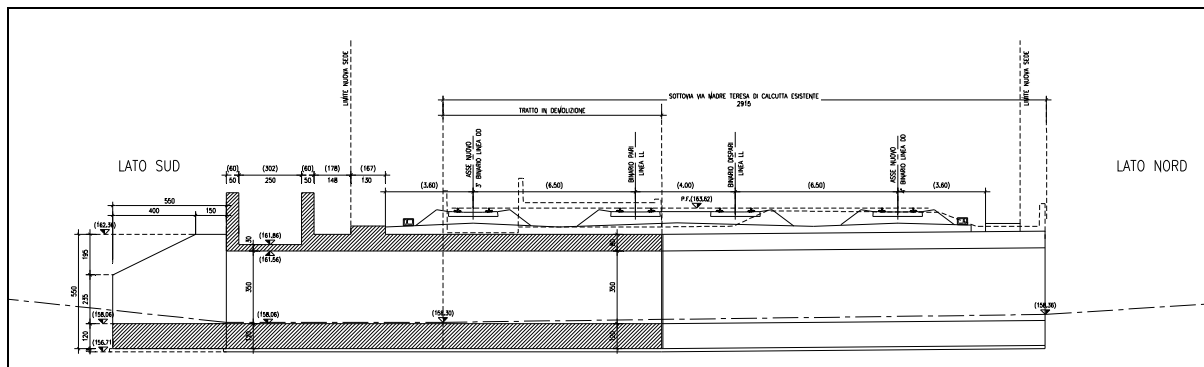
Il progetto prevede l'aggiunta di ulteriori due binari, entrambi in affiancamento sul lato pari ai due binari attuali. La nuova configurazione della sede ferroviaria comporta il prolungamento sul lato pari dell'attraversamento viario per una lunghezza pari a 10.10 m in asse.

I vincoli progettuali che hanno portato alla definizione della tipologia strutturale riguardano, essenzialmente, considerazioni di tipo viario e di tipo idraulico.

Nel caso di via M. Teresa di Calcutta, poiché l'altezza del sottovia esistente è pari a 3.20 m ed avendo la strada una livelletta particolarmente inclinata, è stato necessario abbassare la quota della strada sotto il sottopasso e riprofilare la strada per un tratto di circa 49 m.

Per l'opera di attraversamento attuale, a struttura scatolare e di lunghezza pari a 29.15 m, si prevede il prolungamento per un tratto pari a 20.5 m

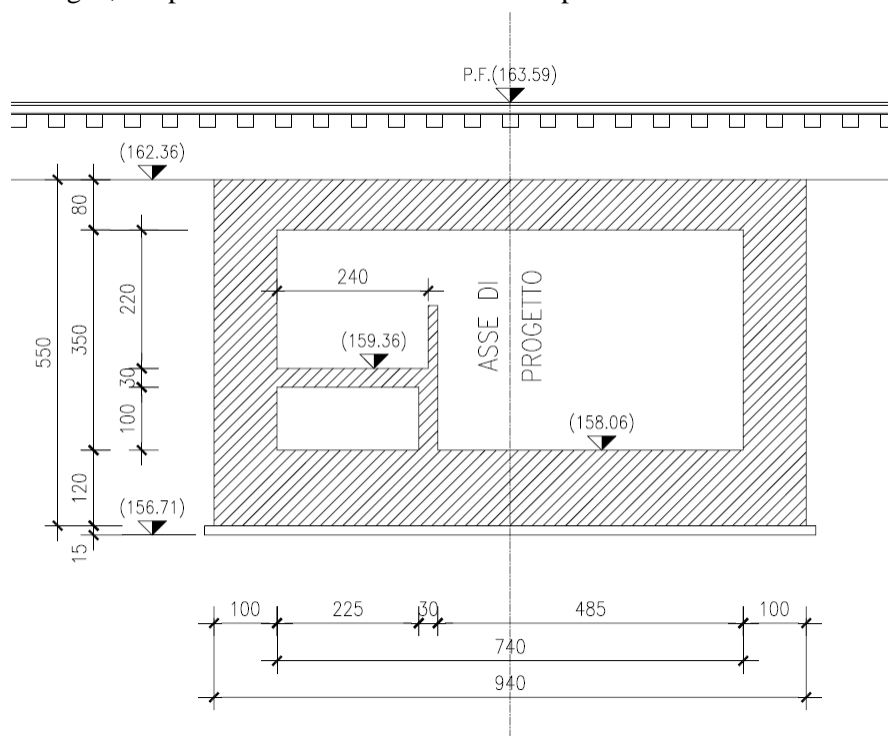
Nella figura che segue, si riporta la sezione longitudinale dell'opera.



*Figura 8-18 Sezione longitudinale*

Lungo il tratto in prolungamento, l'opera presenta una sezione trasversale scatolare di dimensioni nette pari a 7.40 m di base e 3.50 m di altezza con piedritti di spessore pari ad 1.00 m, fondazione di spessore pari a 1.20 m e soletta superiore di spessore pari a 0.80 m. Lungo il margine sinistro in direzione Sud-Nord, è previsto un camminamento di larghezza pari a 2.40 m rialzato di 1.30 m rispetto all'estradosso della fondazione realizzato mediante una soletta ed un piedritto, entrambi di spessore pari a 30 cm, connessi rispettivamente al piedritto ed alla fondazione dello scatolare.

Nella figura che segue, si riporta la sezione trasversale dell'opera.



*Figura 8-19 Sezione trasversale*

### 8.4.5 SL05 - Prolungamento sottovia SP 229 km 3+918,49

La viabilità della SP 229 nel comune di Pogliano Milanese interferisce con la linea ferroviaria a progr. 3+918.49 e presenta una larghezza pari a circa 12 m.

La sede stradale è relativa ad una strada extraurbana a doppia corsia carrabile con due banchine con limite di velocità di 50 km/h.

L'opera esistente è costituita da uno scatolare a spinta in c.a. a luce unica. La struttura, di lunghezza pari a 24.87 m, sostiene i due binari della linea ferroviaria.



Figura 8-20 Opera esistente

Il progetto prevede l'aggiunta di ulteriori due binari, uno in affiancamento sul lato pari ed uno in affiancamento sul lato dispari, ai due binari attuali che vengono sostituiti da due nuovi binari. La nuova configurazione della sede ferroviaria comporta il prolungamento dell'attraversamento viario sul lato dispari (Lato A) per una lunghezza pari a 15.00 m e sul lato pari (Lato B) per una lunghezza di 20.85 m.

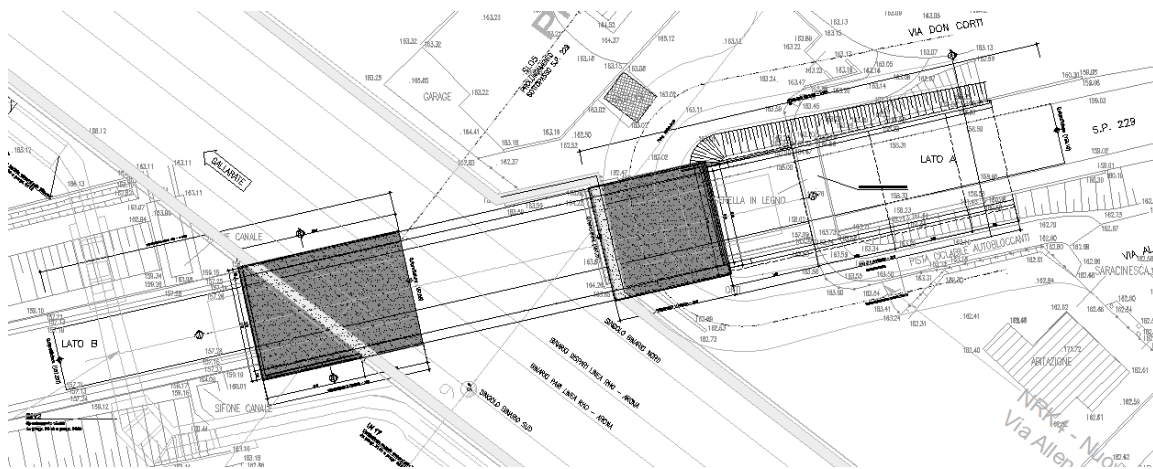


Figura 8-21 Planimetria di progetto

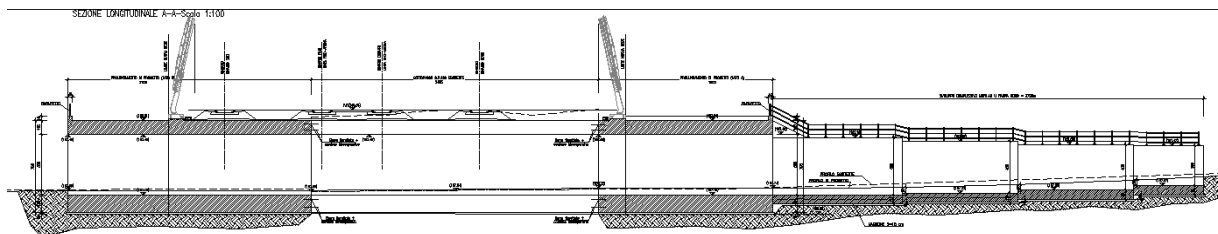
I vincoli progettuali che hanno portato alla definizione della tipologia strutturale riguardano, essenzialmente, considerazioni di tipo viario e di tipo idraulico.



Nel caso della SP 229, poiché in corrispondenza del sottovia esistente è previsto un franco minimo di 4.72 m (come da rilievo dell'opera esistente), ed avendo la strada una livelletta non particolarmente inclinata, è stato necessario variare lievemente la quota della strada sotto il sottopasso e riprofilare la strada per un tratto pari a 45.58 m in corrispondenza del Lato B e per un tratto pari a 59.74 in corrispondenza del Lato A.

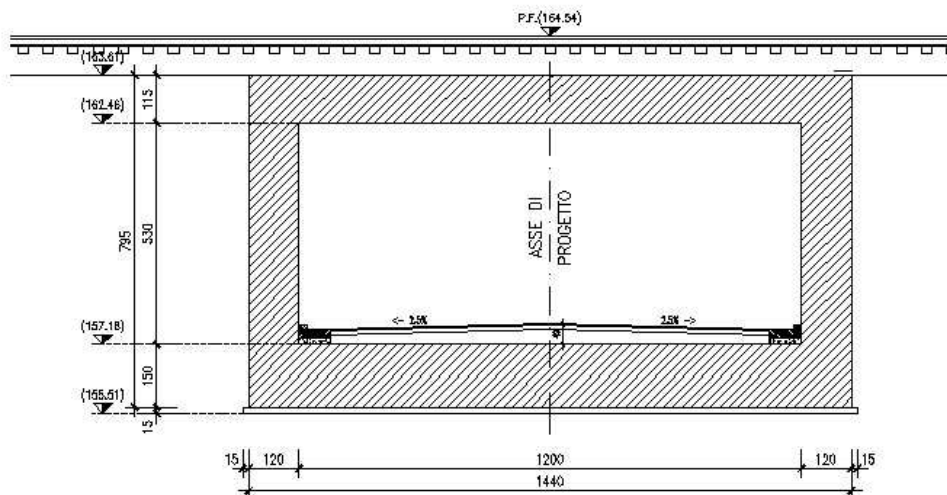
La viabilità della SP 229 interferisce con la linea ferroviaria a progr. 3+918.49, in corrispondenza della quale il piano ferro è a quota 169.54 m, e presenta una larghezza pari a circa 12 m.

Per l'opera di attraversamento attuale, a struttura scatolare e di lunghezza pari a 24.87 m, si prevede il prolungamento per un tratto pari a 15.00 m lungo la direzione Rho (Lato A) e per un tratto pari a 20.85 m lungo la direzione Gallarate (Lato B). L'allungamento Lato A avviene a partire dalla quota del piano viabile nella sezione di attacco, pari a 157.72 m, fino a raggiungere quota 159.10 m. L'allungamento Lato B avviene a partire dalla quota del piano viabile nella sezione di attacco, pari a 157.55 m fino a raggiungere quota 157.257 m.



*Figura 8-22 Sezione longitudinale*

Lungo il tratto in prolungamento, l'opera presenta una sezione trasversale scatolare di dimensioni nette pari a 12.00 m di base e 5.30 m con piedritti di spessore pari ad 1.20 m, fondazione di spessore pari a 1.50 m e soletta superiore di spessore pari a 1.15 m.



*Figura 8-23 Sezione trasversale*

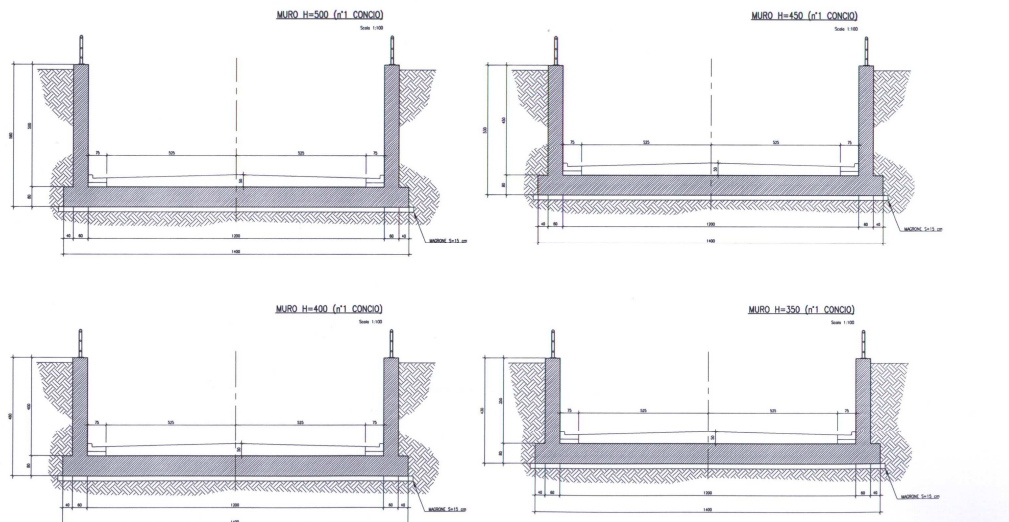
Lungo la rampa nord è stato necessario prevedere la demolizione dei muri esistenti a causa dell'abbassamento del profilo. Si sono quindi progettati muri di sostegno ad U ad altezza variabile tra i 5m ed i 3.5m per uno sviluppo totale di 37m. I muri sono suddivisi in quattro conci di lunghezza variabile.

E' stato necessario prevedere muri ad U per due motivi, il primo è relativo alle fasi realizzative. Infatti prevedere muri a mensola avrebbe costretto a realizzazione fondazioni di monte molto pronunciate che sarebbero andate ad interferire con le viabilità limitrofe, costringendo all'utilizzo di opere provvisionali



di altezza importante. Il secondo è legato all'altezza del paramento e alla presenza della scarpata in testa al muro, che avrebbe comportato una lunghezza della suola di monte tale da renderla compatibile con le dimensioni della fondazione del muro ad U

Si riportano a seguire le sezioni delle quattro tipologie



*Figura 8-24 Sezione trasversale dei muri ad U*

Per quanto riguarda la viabilità (*vedi NRK4*), allo scopo di garantire la congruenza del piano viabile nella sezione di attacco tra opera esistente e opera in prolungamento, nonché il raccordo alla sede stradale esistente, per l'attuale viabilità interessata dall'opera è stata prevista una leggera riprofilatura attraverso una lievissima variazione dell'andamento altimetrico attuale.

In particolare, la variazione altimetrica, di modestissima entità, è stata prevista attraverso una pendenza pari a 0.00846 e lunghezza  $L=24.830$  m che si connette all'andamento altimetrico attuale. La riprofilatura interessa due tratti, di lunghezza pari a 45.58 m lato B e pari a 59.74 lato A, con uno scostamento massimo rispetto all'attuale sede stradale pari a circa 0.10 cm.

Nel tratto riprofilato è stata mantenuta una sede stradale di larghezza pari a quella della viabilità attuale, ovvero pari a 12 m.

Per quanto riguarda la pavimentazione, come riportato nella figura seguente, è stata prevista una sovrastruttura stradale costituita da uno strato di usura pari a 4 cm, uno strato di collegamento pari a 8 cm, uno strato di base variabile di spessore minimo pari a 18 cm.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche, lungo il tratto di sede stradale riprofilata è previsto la connessione all'attuale sistema di smaltimento che non sarà alterato a seguito dell'intervento.

#### 8.4.6 SL27 - Prolungamento sottopasso via Arluno km 4+223,27

In corrispondenza di via Arluno, nel comune di Pogliano, è presente un sottopasso ad uso ciclo-pedonale.

L'intervento in oggetto richiede il prolungamento, da entrambi i lati, dell'opera esistente, che viene garantito a pari sezione e tipologia strutturale.

L'arretramento dell'imbocco del fornice esistente riduce la lunghezza delle rampe che quindi, se riprofilate, non garantirebbero più il rispetto delle pendenze massime a garantire la percorribilità ai disabili. Per tale motivo sono state quindi realizzate due rampe, ad andamento curvilineo, che consentono il mantenimento della percorribilità ai disabili.

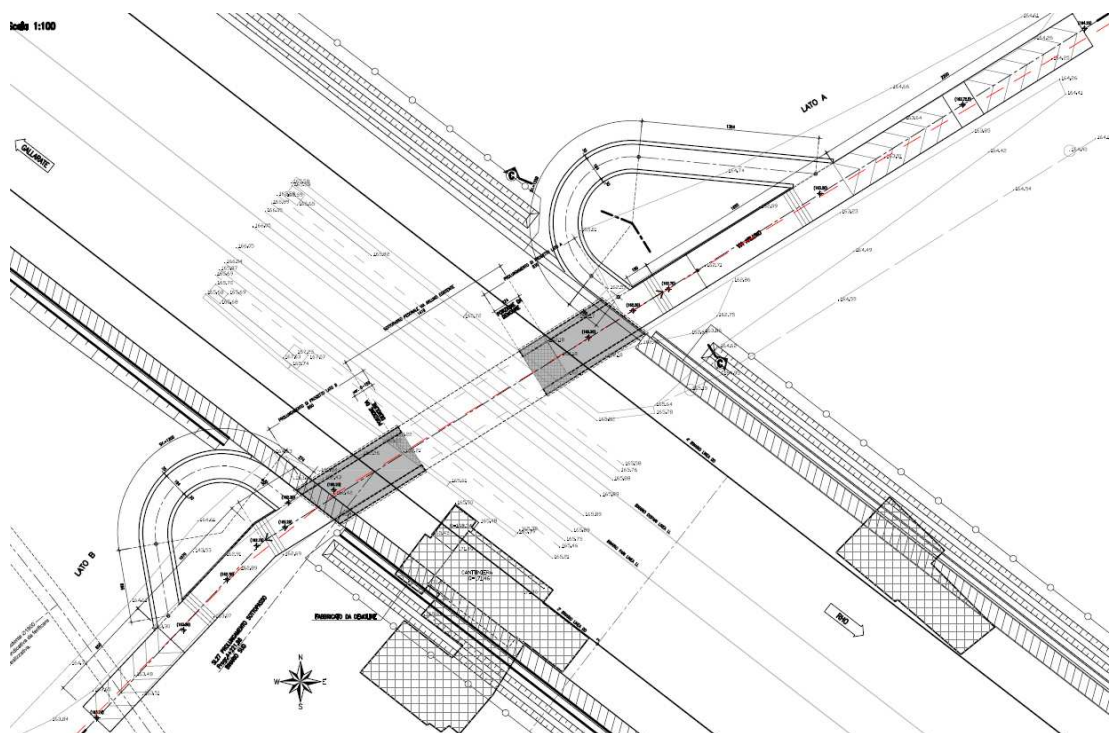


Figura 8-25 Planimetria intervento

### 8.4.7 SL06 - Ampliamento sottovia strada agricola km 5+580,16

Al km 5+580,16 è presente un sottovia per una viabilità agricola realizzato con una struttura in c.a. scatolare a spinta di dimensioni interne pari a 10.40 x 4.60 m.

Il prolungamento dell'opera viene realizzato con una struttura analoga a pari sezione.

Al termine dei lavori è prevista la sistemazione della viabilità campestre (*vedi NR06*) per riportarla alle condizioni originali; compatibilmente con il progetto del parcheggio relativo alla fermata di Nerviano.

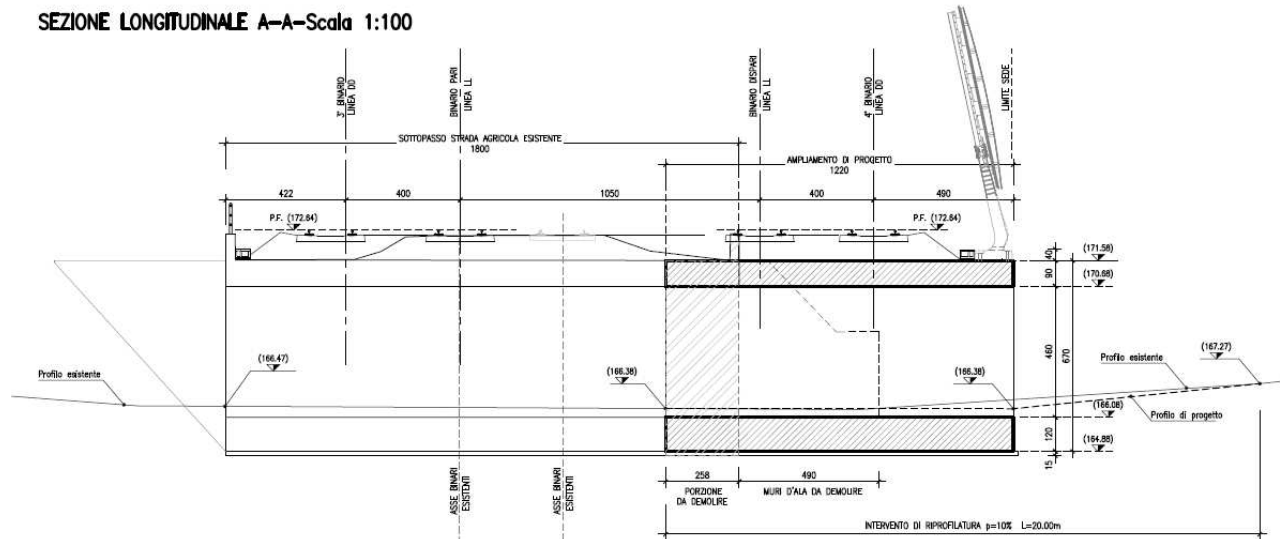


Figura 8-26 Sezione longitudinale

### 8.4.8 SL25 - Nuovo sottovia via Olona km 6+308,73

La viabilità della strada denominata “via Olona” è compresa nel comune di Parabiago e si sviluppa nell’ambito delle due parti di territorio separate dalla linea ferroviaria Rho-Arona secondo un andamento subortogonale alla linea.

La viabilità interferisce con la linea ferroviaria, senza attraversarla, in corrispondenza del km 6+308.73 e presenta una sede stradale a larghezza variabile costituita da due corsie carrabili.

Nell’ambito della zona lato binario pari, la viabilità inizia in corrispondenza di Piazza Indipendenza e prosegue, attraversando il centro abitato, fino all’intersezione con viale Lombardia, dopodichè continua attraversando una zona caratterizzata da prevalente attività industriale per terminare, infine, in corrispondenza dell’infrastruttura ferroviaria.

Di seguito si riporta una foto illustrativa della viabilità, nell’ambito della zona lato binario pari, nelle vicinanze della linea ferroviaria.



Figura 8-27 Stralcio foto aerea

La nuova opera interseca la linea ferroviaria alla progr. 6+308.73 e si rende necessaria per il collegamento, attraverso un nuovo ramo di viabilità, tra le due parti di territorio separate dalla linea ferroviaria in corrispondenza di via Olona.

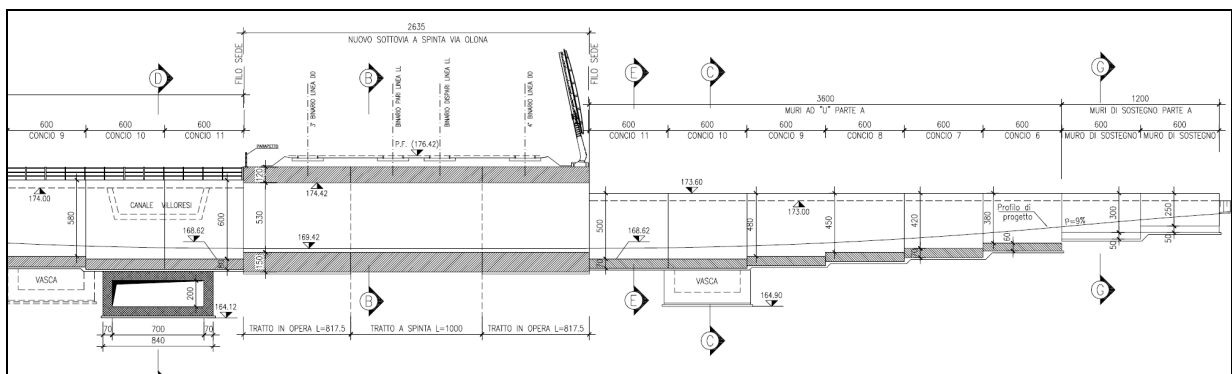
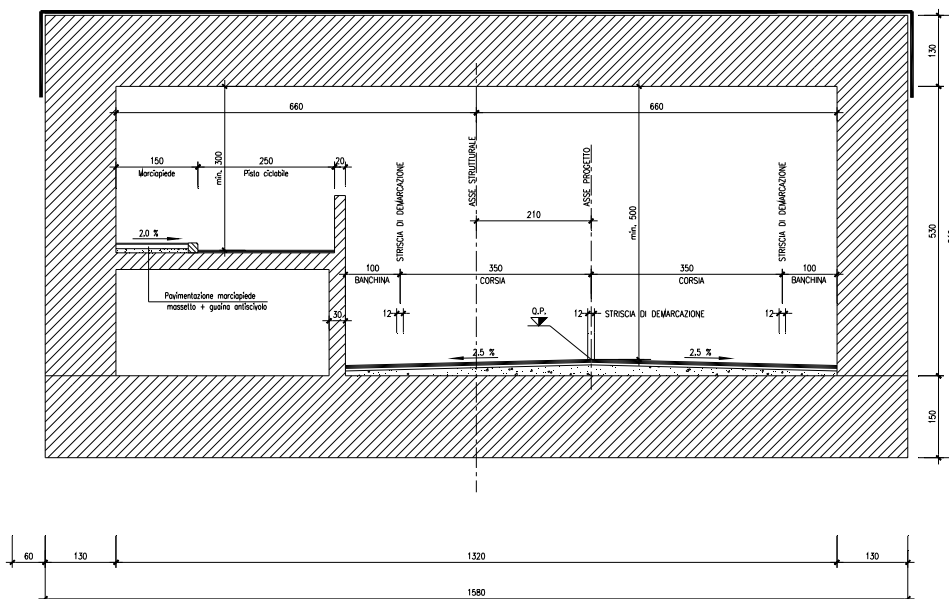


Figura 8-28 Sezione longitudinale



Per quanto riguarda la sezione tipo le dimensioni degli elementi della sezione trasversale sono state definite congruentemente con le caratteristiche funzionali dei tronchi stradali da collegare. Sulla base di tali elementi, è stata adottata una sezione costituita da due corsie di marcia da 3.50, due banchine da 1.0m; la sezione tipo si completa con l'inserimento di una pista ciclopedonale di larghezza complessiva pari a 4.0 di cui 1.5m destinati al marciapiedi. La larghezza complessiva della sezione è pertanto pari a 13.20m tenuto conto del muretto di separazione tra pista ciclopedonale e carreggiata viabile.



*Figura 8-29 Sezione trasversale*

#### 8.4.9 SL07 - Prolungamento sottovia via G. D'Annunzio km 7+212,43

La viabilità della strada denominata “via G. D’Annunzio” nel comune di Parabiago interferisce con la linea ferroviaria a progr. 7+212.43 e presenta una larghezza carrabile pari a 14.40 m.

La sede stradale è costituita da quattro corsie carrabili con marciapiedi ambo i lati sopraelevati rispetto al piano stradale. L’opera esistente è costituita da un manufatto a spinta in c.a di lunghezza pari a 16.39 m con spalle sempre in c.a.



Figura 8-30 Opera esistente

La nuova configurazione della sede ferroviaria comporta il prolungamento sul lato pari dell’attraversamento viario per una lunghezza pari a 11.05 m.

Nella figura che segue, si riporta la sezione longitudinale dell’opera.

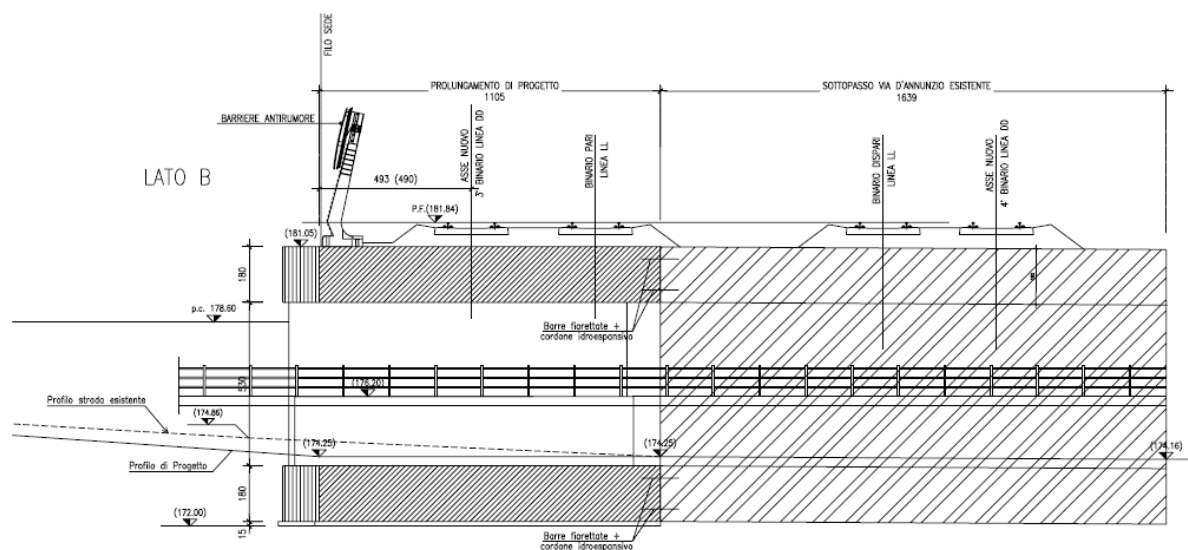


Figura 8-31 Sezione longitudinale

Lungo il tratto in prolungamento, l’opera presenta una sezione trasversale scatolare di dimensioni nette pari a 18.20 m di base e 5.30 m di altezza, con piedritti, fondazione e soletta superiore di spessore pari a 1.80 m. Lungo i margini sono previsti camminamenti di larghezza pari a 2.00 m rialzati di 2.25 m



rispetto all'estradosso della fondazione realizzati mediante una soletta ed un piedritto, entrambi di spessore pari a 30 cm, connessi rispettivamente al piedritto ed alla fondazione dello scatolare.

Per quanto riguarda la viabilità, allo scopo di garantire la congruenza del piano viabile nella sezione di attacco tra l'opera esistente e l'opera in prolungamento, nonché il raccordo alla sede stradale esistente, è stata prevista una riprofilatura attraverso una variazione dell'andamento altimetrico attuale per un tratto di circa 49 m.

#### 8.4.10 SL26 - Nuovo sottopasso ciclopedonale Canale Villoresi al km 7+468

Alla prog. 7+468 è previsto un nuovo sottopasso che consente di realizzare un nuovo percorso ciclopedonale lungo l'alzaia del canale Villoresi, in prosecuzione di un esistente tratto che termina sul lato nord-est nei pressi dell'attuale sede ferroviaria.

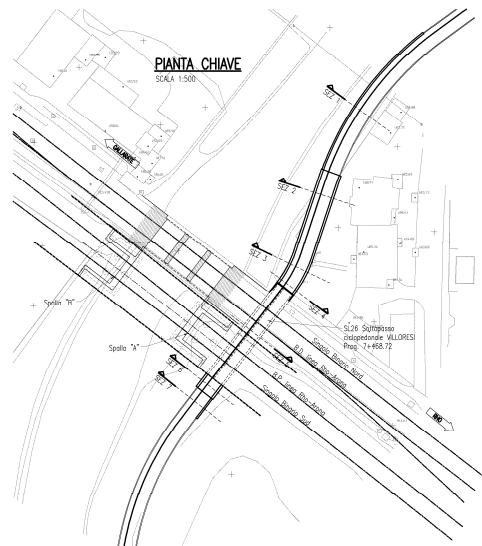


Figura 8-32 Planimetria dell'intervento

L'opera di attraversamento della sede ferroviaria sottopassa 4 binari, due della linea storica e i due nuovi compresi negli interventi di potenziamento. Si tratta di uno scatolare di lunghezza complessiva 27.56m e presenta dimensioni nette 4.0m di larghezza e 3.0m di altezza. All'interno del medesimo verranno alloggiati, in prosecuzione delle rampe di accesso, una pista ciclabile di 2.5m e un percorso pedonale lato Canale Villoresi di 1.50m di larghezza. Le rampe di approccio al sottopasso saranno caratterizzate dalla presenza di muri di sostegno ad altezza variabile in c.a. rivestiti con mattoni faccia a vista. Lo sviluppo delle rampe e del percorso ciclopedonale (vedi NRX8) è pari a 230 m circa e consente il collegamento fra via Aristotele e via Sansovino.

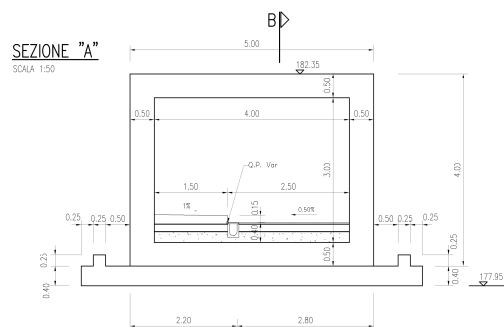


Figura 8-33 Sezione sottopasso

### 8.4.11 SL08 - Nuovo sottopasso via Battisti km 8+389,85

Alla prog. 8+389, in corrispondenza dell'attuale P.L. di viale Battisti nel comune di Parabiago, è prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale di collegamento fra via IV Novembre e via Battisti. Il nuovo collegamento pedonale si sviluppa per circa 41 m e prevede, in corrispondenza dell'opera di attraversamento, realizzata con un manufatto a spinta, una sezione netta pari a 4.80 x 2.50 m.

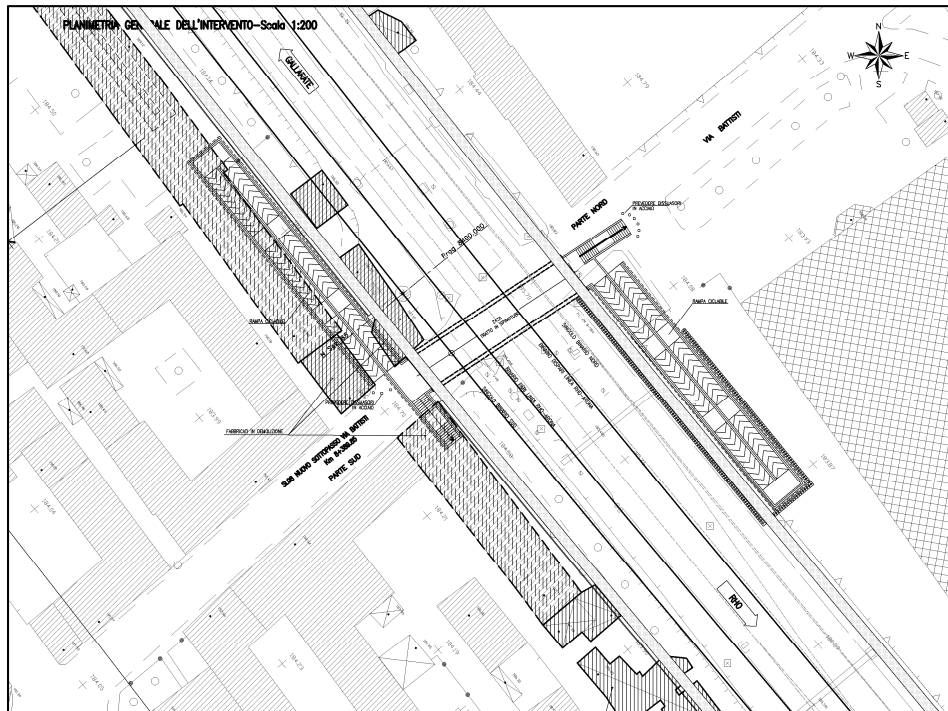


Figura 8-34 Planimetria generale dell'intervento

Le scale e rampe disabili e hanno una sezione trasversale di larghezza minima pari a 2.40m e pendenza massima del 5% con piazzole di riposo ogni 10 m massimo.

Il collegamento ciclabile è garantito attraverso la rampa disabili con la limitazione della percorribilità delle biciclette a mano.

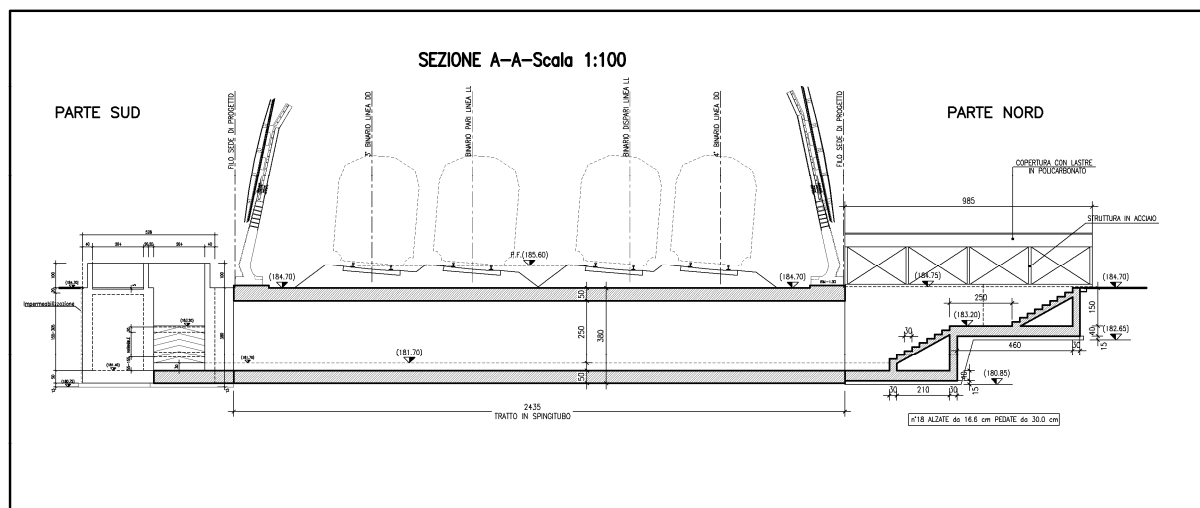


Figura 8-35 Sezione trasversale

#### 8.4.12 SL09 - Nuovo sottovia via Resegone km 9+159,77

La viabilità della strada denominata “via Resegone” è ubicata in corrispondenza del confine comunale tra Parabiago e Canegrate ed ha inizio, ad una distanza pari a circa 100 m dalla linea ferroviaria Rho-Arona, a partire dall’intersezione con via “F.lli Bandiera” e con “via Legnano”.

Nella figura che segue, si riporta uno stralcio planimetrico con l’individuazione della viabilità in oggetto.



Figura 8-36 Stralcio foto aerea

La viabilità, il cui inizio trova corrispondenza con il Km 9+159.77 della linea ferroviaria, non interferisce con la linea.

Nelle vicinanze dell’intersezione con via “F.lli Bandiera” e con “via Legnano”, la viabilità assume caratteristiche urbane ed è caratterizzata da diversi accessi alle zone abitate.

La nuova opera interferisce con la linea ferroviaria a progr. 9+159.75, in corrispondenza della quale il piano ferro è a quota 189.03 m, e si rende necessaria per il collegamento, attraverso un nuovo ramo di viabilità, tra via Resegone, in corrispondenza dell’intersezione con via F.lli Bandiera e con via Legnano, e via Brescia (NRX2 e NRX3). Il nuovo ramo di viabilità si sviluppa per circa 238 m secondo un tracciato che, a partire dall’intersezione tra via Resegone, via F.lli Bandiera e via Legnano, connette, mediante un andamento rettilineo, via Resegone con via Brescia. La connessione del nuovo ramo con la viabilità esistente avverrà per il tramite di due rotatorie disposte rispettivamente a sud e nord della linea

I vincoli progettuali, che hanno portato alla definizione della tipologia strutturale, riguardano, essenzialmente, considerazioni di tipo viario. In particolare, il nuovo attraversamento è stato definito in

modo da garantire, in corrispondenza dell'opera, un'altezza libera (misurata dall'intradosso della copertura al punto più alto del piano viabile) pari almeno a 5 m.

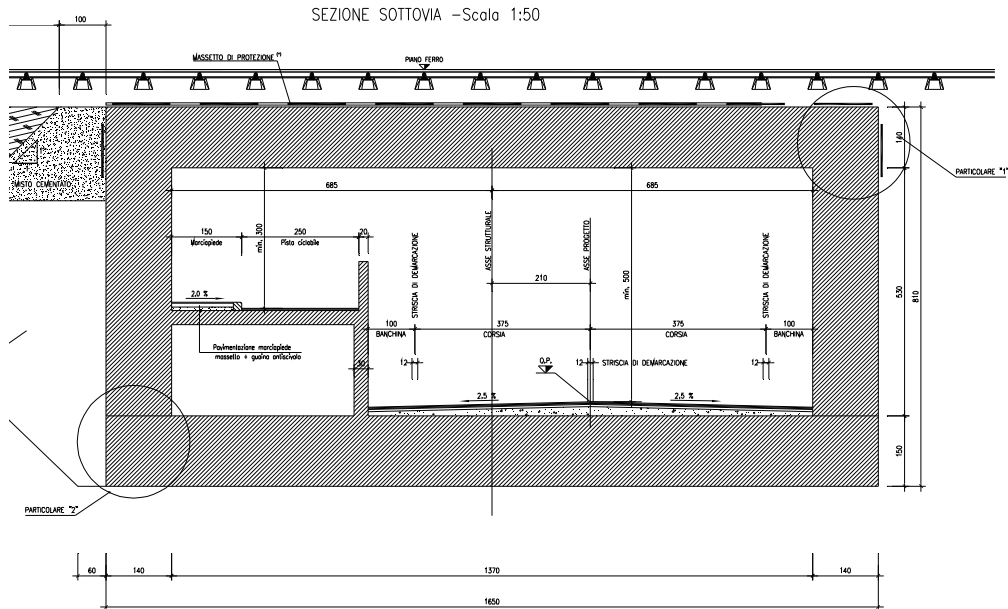


Figura 8-37

Inoltre, le dimensioni degli elementi della sezione trasversale sono state definite congruentemente con le caratteristiche funzionali dei tronchi stradali da collegare. Sulla base di tali elementi, è stata adottata una sezione trasversale costituita da due corsie di marcia da 3.75, due banchine da 1.0m; la sezione tipo si completa con l'inserimento di una pista ciclopedonale di larghezza complessiva pari a 4.0 di cui 1.5m destinati al marciapiedi. La larghezza complessiva della sezione è pertanto pari a 13.70m tenuto conto del muretto di separazione tra pista ciclopedonale e carreggiata viabile.

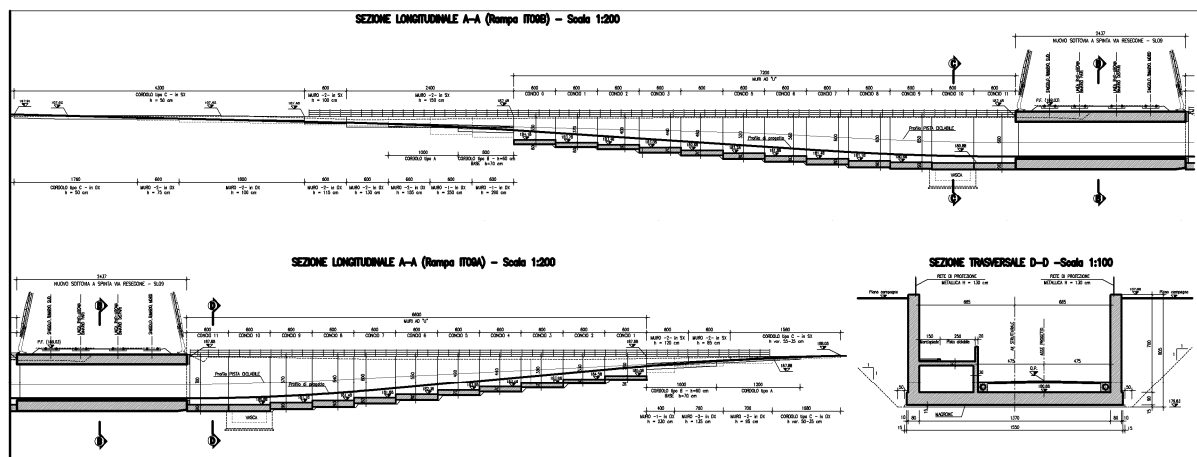


Figura 8-38 Sezione longitudinale

Per entrambe le rampe afferenti al sottovia sono previste delle vasche per la raccolta ed il sollevamento delle acque piovane; il sistema di raccolta e smaltimento delle acque, se correttamente mantenuto, è tale da evitare l'allagamento del sottopasso.



### 8.4.13 SL10 - Prolungamento sottovia via Matteotti km 7+921,04

In corrispondenza di via Matteotti, nel comune di Parabiago, è previsto l'ampliamento dell'opera esistente per consentire l'inserimento del nuovo binario di progetto.

Il prolungamento, realizzato con strutture e sezioni netta identiche all'esistente, ha una larghezza pari a 7,92 m.

La viabilità esistente non richiede riprofilatura in quanto l'altezza del piano viario rispetto alla nuova opera risulta compatibile con l'attuale franco sull'opera esistente.

Dal lato opposto è prevista la realizzazione di un passerella in calcestruzzo a sostegno della barriera antirumore con opera esterna all'esistente.

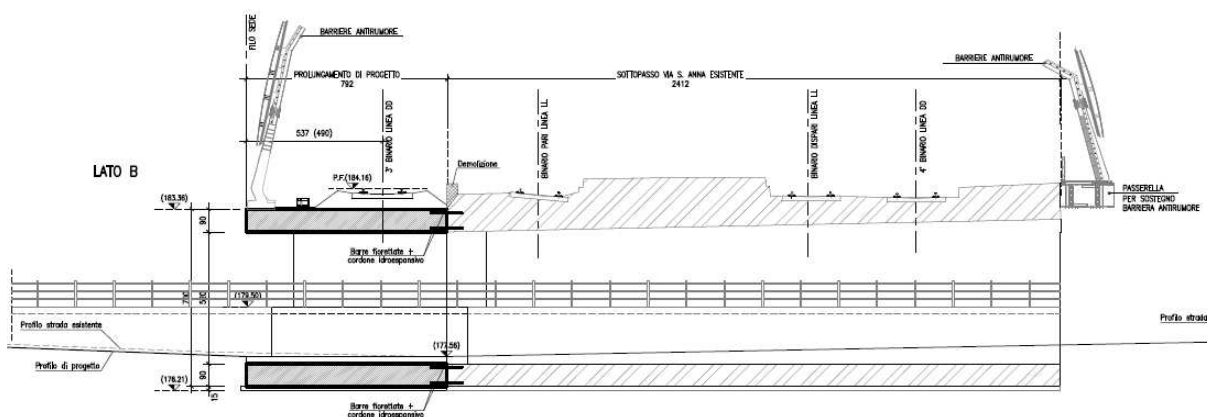
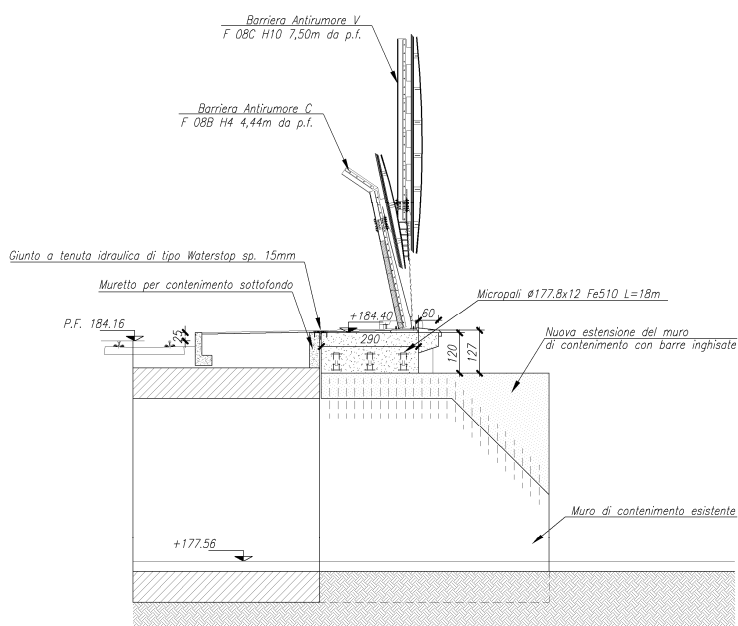


Figura 8-39 Sezione longitudinale



Sezione passerella porta B.A.



#### 8.4.14 SL11 - Ampliamento sottovia via Minghetti km 8+700,81

La viabilità della strada denominata “via Minghetti” nel comune di Parabiago interferisce con la linea ferroviaria a progr. 8+700.81 e presenta una larghezza pari a 8 m al netto di due marciapiedi laterali pari a 2.60 m. La sede stradale è costituita da due corsie carrabili con marciapiedi ambo i lati. Si tratta di una strada urbana a doppia corsia con limite di velocità di 50 km/h che presenta una serie di innesti per l’accesso alle aree abitate.

L’opera è costituita da un ponte a travi incorporate a doppio binario con sviluppo trasversale alla linea pari a 9.08 m con spalle in c.a.



Figura 8-40 Opera esistente

Il progetto prevede l’aggiunta di ulteriori due binari, entrambi in affiancamento sul lato pari. La nuova configurazione della sede ferroviaria comporta il prolungamento sul lato dispari dell’attraversamento viario per una lunghezza pari a 12.54 m in asse.

Nella figura che segue, si riporta la sezione longitudinale dell’opera.

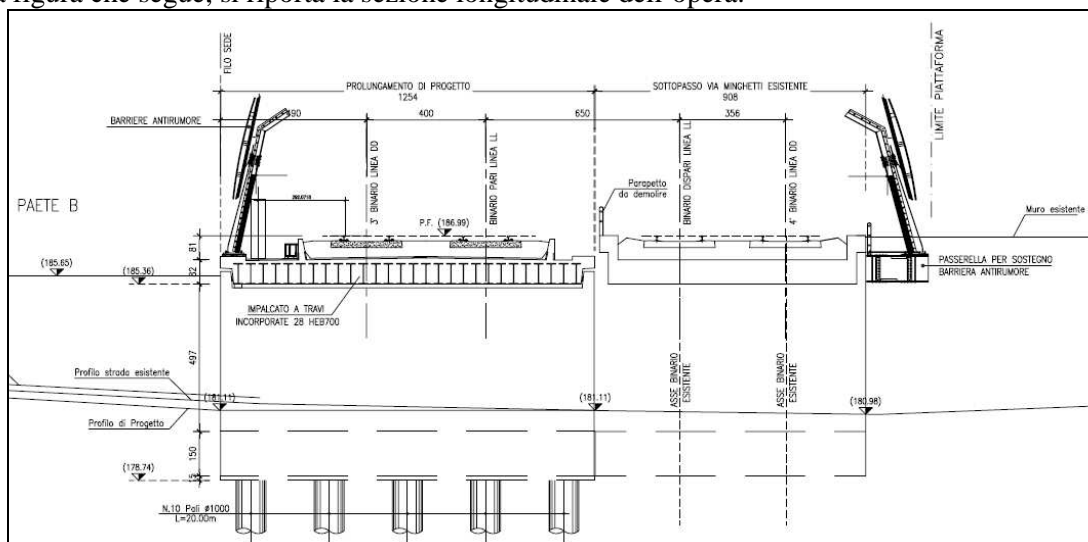


Figura 8-41 Sezione longitudinale

L'opera in prolungamento prevede un impalcato a travi incorporate, per un'altezza pari a 82 cm. In particolare, l'impalcato è costituito da n. 28 HEB 700 ad interasse pari ad  $i=42$  cm di lunghezza pari a  $L=13.80$  m.

Le spalle presentano uno spessore pari a 1.50 e larghezza di 5 m, con fondazioni, di spessore 1.50 m e larghezza pari a 5 m, fondate su n. 10 pali  $\Phi$  1000 di lunghezza pari a  $L=20$  m ad interasse di 3 m.

Per quanto riguarda la viabilità è stata prevista una riprofilatura attraverso una variazione dell'andamento altimetrico attuale per un tratto di circa 52 m..

#### **8.4.15 IN03 - Prolungamento sottopasso agricolo km 0+764.99**

Nel comune di Pregnana è presente un opera di sottopasso della sede ferroviaria realizzata con una struttura a travi incorporate che consente il mantenimento di una viabilità agricola. Nel progetto è previsto l'ampliamento dell'opera lato sud per circa 18,40 m, con analoga tipologia all'opera esistente.



*Figura 8-42 Opera esistente*



#### 8.4.16 SL21 - Nuovo sottovia di via Benedetto croce - San Giovanni a Castellanza

Il progetto prevede la realizzazione di un'opera scatolare che passi al di sotto della ferrovia e che colleghi via Benedetto Croce (sul lato dispari) con via Kennedy e via San Giovanni (sul lato pari).

Il tracciato ferroviario in corrispondenza del sottoattraversamento viario allo stato attuale presenta due binari che saranno mantenuti: il progetto non prevede la realizzazione di un terzo binario verso Nord che sarà però di futura realizzazione.

Per consentire la realizzazione dell'opera si ricorrerà al sostegno dei binari esistenti con il metodo Essen e si procederà alla spinta dal lato pari del monolito, previa la realizzazione della platea di varo e del muro reggi - spinta .

Lo scatolare sarà quindi in parte realizzato a spinta e in parte in opera, facendo in modo di far ricadere il giunto tra i due elementi in posizione centrale tra il binario esistente e quello di progetto. La lunghezza del binario tiene conto della futura realizzazione del binario a Nord.

Si riporta la planimetria di progetto dell'opera:

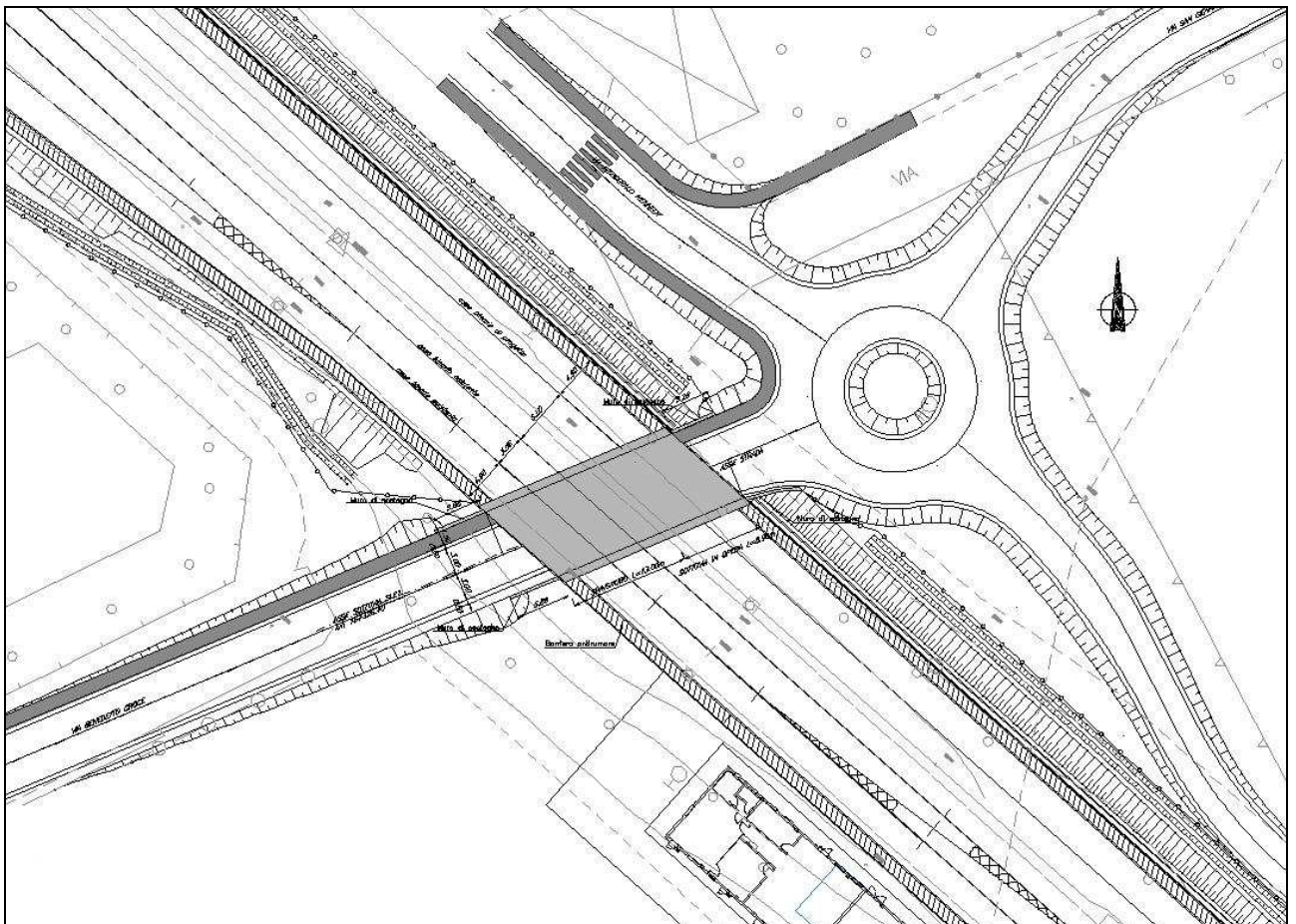


Figura 8-43 Planimetria di progetto

Lo scatolare in c.a. avrà uno sviluppo totale di 22m; la parte realizzata mediante spingitubo sarà lunga 13m, quella realizzata in opera 8.96m. La luce dello scatolare sarà pari a 9.50m, la soletta di base avrà uno spessore di 100cm, quella di copertura di 90cm; l'estradosso dello scatolare sarà posto a 90cm dalla quota del piano ferro; la luce interna al rustico sarà di 4.60; il pacchetto della viabilità avrà uno spessore variabile tra 35 e 50cm, garantendo così un franco minimo di altezza netto di 4.10m.

Al di sopra dello scatolare, su ambo i lati, sarà posta in opera la barriera antirumore.

Si riporta una sezione longitudinale e trasversale dell'opera.

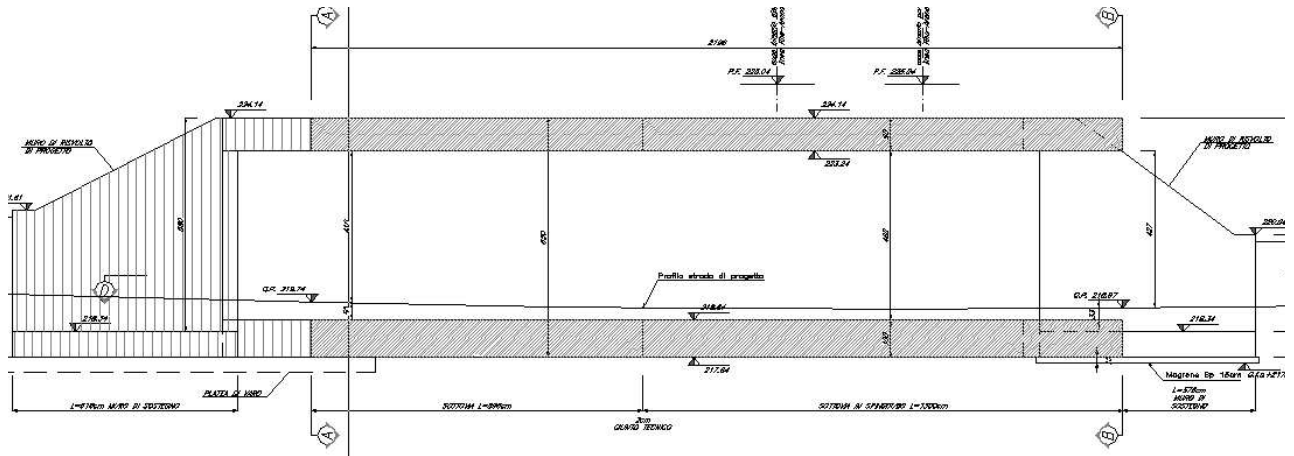


Figura 8-44 Sezione longitudinale

All'uscita dal sottovia per sostenere il rilevato ferroviario sono stati previsti dei muri d'ala che seguono l'andamento della sede stradale ed hanno un'altezza decrescente che segue il profilo del rilevato di progetto.

Si riporta una sezione trasversale all'uscita dal sottovia (lato dispari):

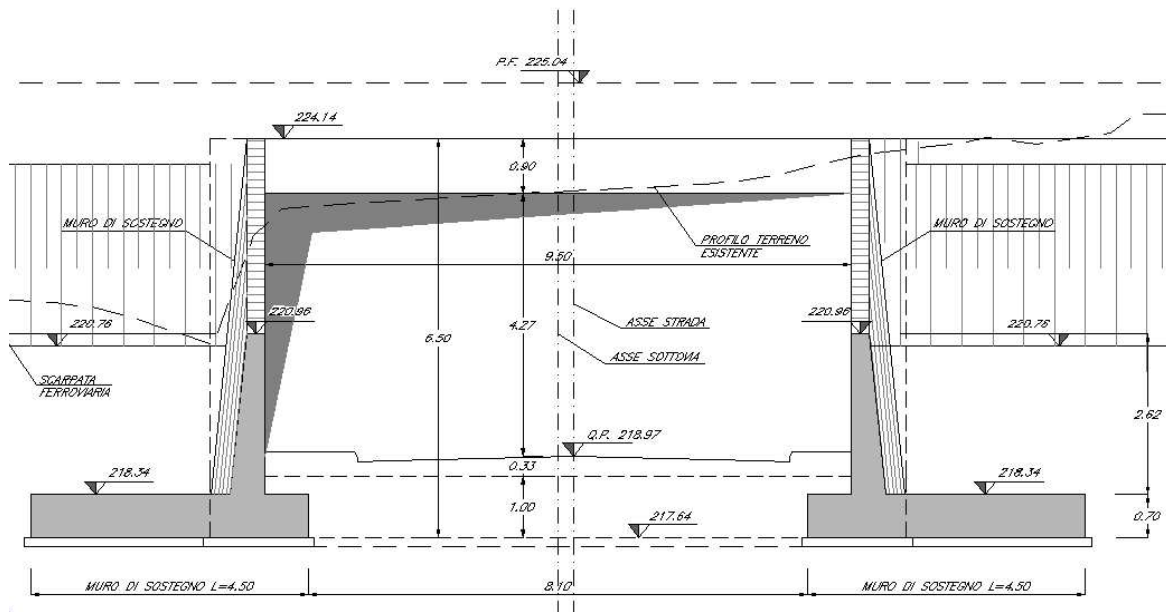


Figura 8-45 Prospetto lato dispari

#### 8.4.17 SLX1 - Nuovo sottovia in via Arluno al km 4+251.47

Il progetto prevede la creazione di un sottopasso veicolare in via Arluno a Pogliano Milanese della lunghezza di 228 m e di due rotonde gemelle denominate (rotonda Nord e rotonda Sud) avente un diametro esterno di 30 m. (misurato sul limite della banchina) con corsia della corona giratoria da 7 metri.

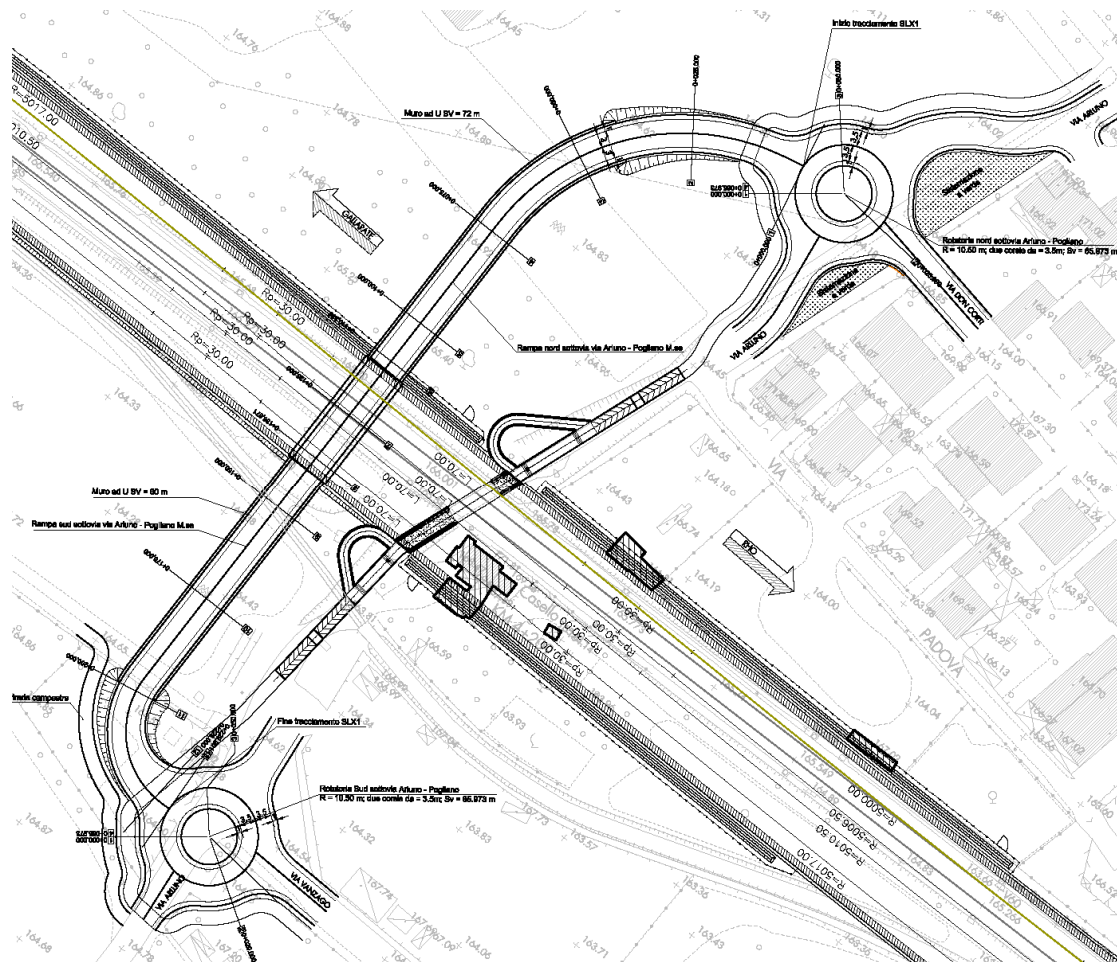


Figura 8-46 Planimetria generale dell'intervento

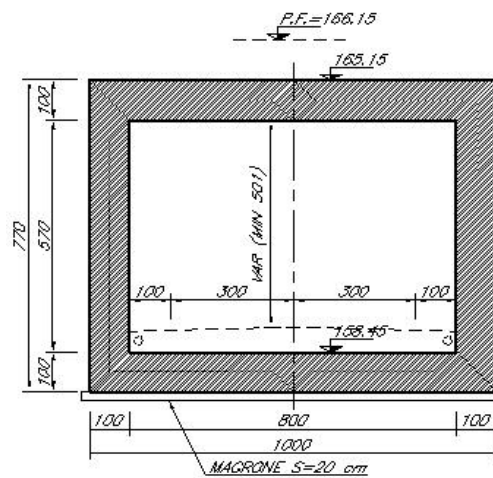
Nell'approccio in rotonda, la nuova sede stradale è configurata con bracci d'ingresso e di uscita di raggio 10 m con 2 corsie da 3.00 m ciascuna e banchina laterale da 0,50 m per tutti gli assi, tranne che per il collegamento che sotto-attraversa la ferrovia dove la banchina è da 1,00 m.

Si prevede inoltre la risistemazione dei rami d'innesto afferenti alla rotonda stessa (via Arluno, via Don Corti, via Vanzago).

Il collegamento stradale tra via Arluno e via Pogliano M.se, sottopassa la sede ferroviaria con un tombino scatolare per poi ricollegarsi alle due rotonde.

Il sottovia è realizzato con un manufatto scatolare in c.a. gettato in opera. Il manufatto ha dimensioni interne 8.00 x 5.70 m, in modo tale da garantire una larghezza pari a quella della strada (2 corsie da 3.00 m e due banchine da 1.00 m) ed un'altezza interna netta variabile con un minimo di 5.01 m. Lo scatolare ha lunghezza 27.20 m; tale lunghezza è dettata dall'ingombro delle barriere antirumore che corrono sull'estradosso del manufatto.





*Figura 8-47 Sezione trasversale*

Lungo quasi tutta la sua estensione, sono stati previsti dei muri ad U per una lunghezza di 60 m. al fine di contenere lo sviluppo delle trincee.

Il progetto prevede anche la realizzazione di una pista ciclabile avente una larghezza totale di 3,00 m. che, partendo da via Arluno in prossimità della rotatoria Nord, si ricollega al sottovia pedonale terminando in via Vanzago in prossimità della rotatoria Sud.

#### 8.4.18 SLZ1 - Nuovo sottovia lungo V.le Lombardia

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione dell'opera di attraversamento della linea ferroviaria, in corrispondenza di Viale Lombardia, attraverso un nuovo sottopasso scatolare, da costruire in sostituzione dell'esistente cavalcaferrovia che verrà demolito per consentire l'ampliamento della sede ferroviaria.

La soluzione individuata è stata richiesta e condivisa dal Comune di Pregnana e della Regione Lombardia nell'ambito degli incontri tecnici nei tavoli di coordinamento indetti da Regione Lombardia stessa. La richiesta di prevedere un sottopasso viario in luogo della richiesta di un cavalca ferrovia presentata in CDS ed accolta dal CIPE, è stata motivata a seguito del mutato assetto urbanistico dell'area che risultava impattante con il progetto dell'opera di scavalco.

In seguito ad un attento esame di diverse ipotesi, in considerazione delle esigenze espresse dal Comune di minimizzare l'occupazione delle aree adiacenti il manufatto esistente, di limitare le pendenze delle rampe di accesso al cavalcaferrovia e di limitare i periodi di interruzione al traffico di V.le Lombardia, è stata individuata la soluzione che prevede:

- la sostituzione del cavalcaferrovia con un sottopasso con rampe di pendenza del 5%, da realizzare a lato della struttura esistente con chiusura al traffico di V.le Lombardia limitata al periodo di realizzazione delle rampe di raccordo

La riorganizzazione della viabilità del comparto mediante:

- una rampa di accesso al comparto dalla SP172 con pendenza del 7% secondo uno schema condiviso anche da Provincia di Milano
- la viabilità di uscita verso il sottopasso con raggio di curvatura massimo possibile (30 m), larghezza di carreggiata di 7 m e corsia di immissione adeguata alle dimensioni di mezzi pesanti e alle velocità di percorrenza dei mezzi provenienti da Pregnana
- la realizzazione di una strada a doppio senso (larghezza 9 m) al limite nord ovest del comparto produttivo parallelamente a Via dei Rovedi
- la garanzia del mantenimento degli accessi alle attività produttive esistenti
- la chiusura della strada al limite est del comparto esistente
- l'ampliamento della curva di immissione nel tratto da chiudere, con minime o nulle occupazione di aree private

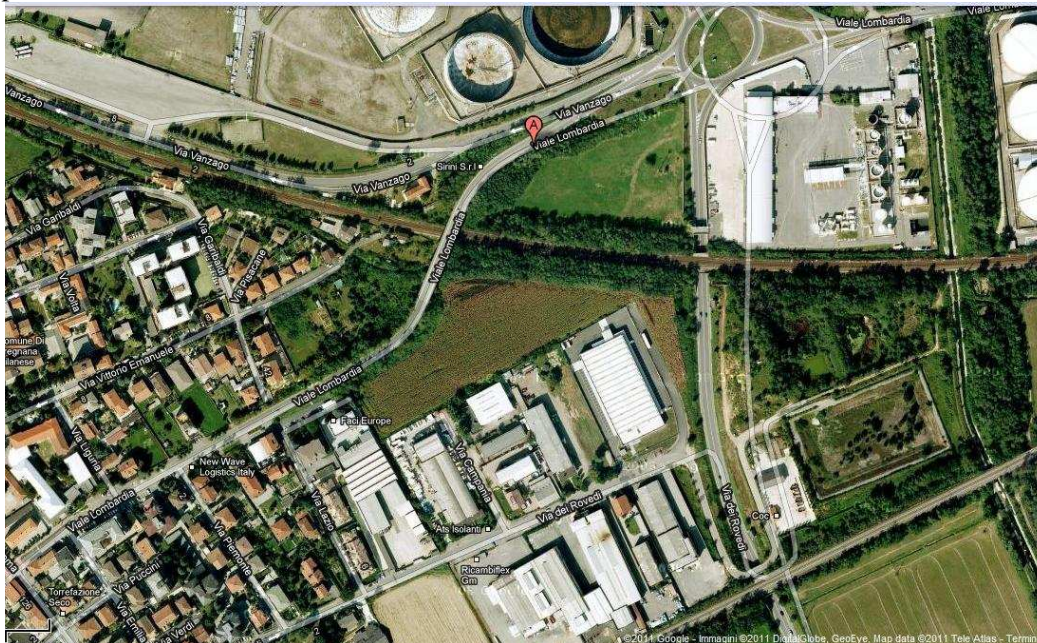
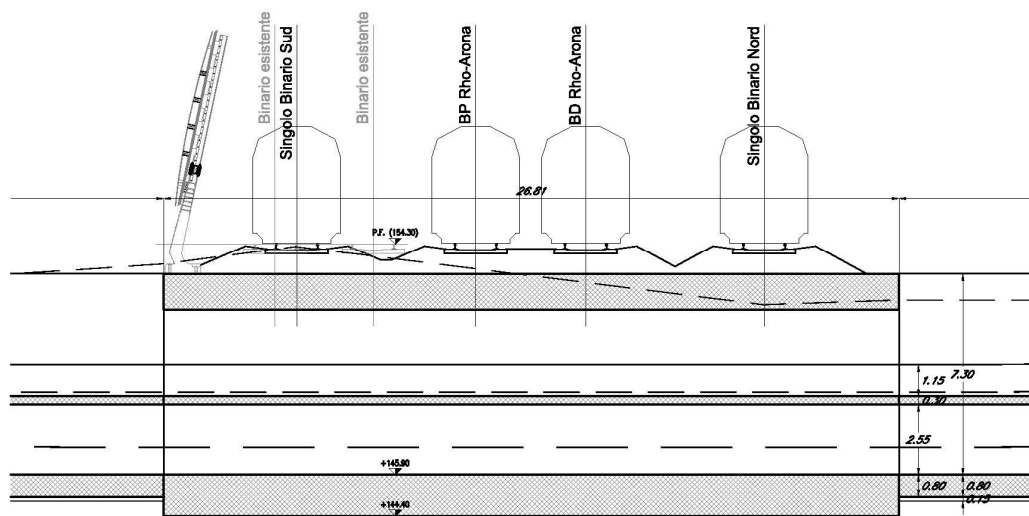


Figura 8-48 Stralcio foto aerea

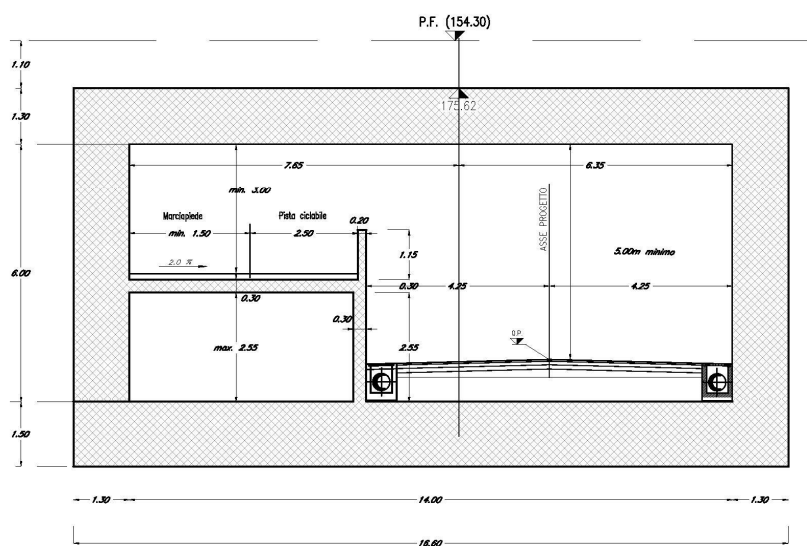
Lo scatolare in c.a. avrà uno sviluppo totale di 26.81m e sarà realizzato interamente mediante spingitubo. La larghezza interna dello scatolare sarà pari a 6.00m, la soletta di base avrà uno spessore di 150cm, quella di copertura di 130cm; l'estradosso dello scatolare sarà posto a 110cm dalla quota del piano ferro; l'altezza interna al rustico sarà di 6.00, in maniera tale da garantire sempre un franco minimo di altezza libera pari a 5.00m al centro della carreggiata.

Parallelamente alla strada che attraversa il sottopasso si sviluppa la pista ciclabile. Tale pista viaggia ad una quota più alta rispetto a quella della strada e tale da garantire sempre, all'interno dello scatolare, un'altezza libera di almeno 3 metri.

Al di sopra dello scatolare, solo sul lato sud della ferrovia, sarà posta in opera la barriera antirumore. Si riporta una sezione longitudinale e trasversale dell'opera.



*Figura 8-49 Sezione longitudinale*



*Figura 8-50 Sezione trasversale*

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A	FOGLIO 71 DI 114

Dopo aver realizzato lo scatolare a spinta, si procederà alla costruzione della strada e dei muri ad ‘U’ per il sostegno del terreno ai lati delle rampe di ingresso e di uscita dal sottopasso.

I muri saranno realizzati con conci di altezza variabile, che seguano il profilo della strada.

La strada in progetto intercetta, lungo il suo tracciato, il corso d’acqua del Canale Villoresi, che si sviluppa parallelamente alla sede ferroviaria per quasi l’intera lunghezza della linea Gallarate – Rho.

Per consentire l’attraversamento della strada e garantire il regolare deflusso delle acque nel canale, in corrispondenza del sottopasso in progetto sarà necessario costruire un sifone al di sotto della sede stradale.

Nell’ambito della sistemazione del comparto produttivo di Via dei Rovedi a Pregnana Milanese sono state oggetto dell’intervento anche due viabilità:

- Viabilità interna al Comparto Produttivo e di ingresso da viale Lombardia (NRZ1)
- Viabilità di ingresso al Comparto Produttivo da SP172 (NRZ2)

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

## 9. Interventi di viabilità

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di nuove viabilità e l'adeguamento di viabilità esistenti che risultano interferite dall'infrastruttura in progetto.

Le principali risultano essere:

WBS	Comune	Descrizione
NR30	Busto Arsizio	Busto A. Nuova viabilità ciclopedonale zona raccordo Y
NR05	Pregnana	Adeguamento via Vanzago da km 1950 a km 2285
NR06	Nerviano	Viabilità strada agricola
NR16	Vanzago	Intervento di viabilità ciclopedonale
NR21A	Castellanza	Sistemazione incrocio tra via San Giovanni e via Kennedy

*Tabella - Elenco viabilità in progetto, già presenti in CDS*

WBS	Comune	Descrizione
NRK3	Vanzago	Collegamento carrabile via Vittorio Veneto e Isola Maddalena
NRK4	Pogliano	Nuova viabilità via Allende-via Don Corti
NRX1	Nerviano	Ricollocazione stradale tra sottopasso via Olona e via Lombardia
NRX2	Parabiago	Sistemazione incrocio tra via Resegone e via Legnano
NRX3	Parabiago	Sistemazione incrocio tra via Resegone e via Galilei
NRX4	Vanzago, Pregnana, Rho	Pista ciclabile villa del Castellazzo
NRX7	Vanzago	Collegamento tra via I Maggio e rotonda
NRX8	Parabiago	Pista ciclabile lungo canale Villoresi
NRX9	Parabiago	Collegamento ciclopedonale tra via Matteotti e via Zanella
NRP1	Pregnana - Rho	Pista ciclabile
NRP2	Pregnana	Pista ciclabile via dell'Industria
NRZ1	Pregnana	Viabilità di ingresso e interna al comparto produttivo
NRZ2	Pregnana	Rampa di ingresso al comparto produttivo da SP172

*Tabella - Elenco viabilità in progetto, nuovi rispetto a CDS*

Oltre alle suddette sistemazioni sono previsti adeguamenti e modifiche di diversi accessi a residenze private che, a causa dell'ampliamento della sede viaria, risulterebbero impediti.

Le sistemazioni individuate, riportate nelle planimetrie di progetto e negli elaborati specifici delle demolizioni ed accessi, prevedono il ripristino degli accessi mediante la realizzazione di viabilità ad uso specifico, prevedendo, laddove necessario, il rifacimento dei cancelli e degli accessi interessati dai lavori.

Si riporta di seguito una breve descrizione delle principali sistemazioni viarie previste.



## 9.1 Nuove viabilità e adeguamento di viabilità esistenti

### 9.1.1 NR30 - Nuova viabilità ciclopedonale zona raccordo Y

La pista ciclopedonale collegherà la viabilità di progetto del IV01 collegandola all'esistente sottovia già realizzato a cura del comune di Busto Arsizio.

Il progetto prevede che l'inizio intervento della pista coincida con il sottovia esistente posto ad una prog. 16+750.3 del tracciato ferroviario ed abbia termine sulla viabilità di progetto in prossimità dello scatolare di sottoattraversamento viario del raccordo a Y. Il sottovia esistente già realizzato dal comune di Busto prevedeva lo sviluppo di una viabilità di collegamento tra nord e sud in corrispondenza della linea ferroviaria. Con l'introduzione del raccordo "Y" di collegamento tra il triplicamento della linea RFI e le linea FNM verso Malpensa è venuta meno la possibilità dell'introduzione di tale viabilità. In accordo con il comune di Busto si è deciso di utilizzare comunque il sottovia sviluppando una pista ciclopedonale di collegamento tra l'area a Nord e quella a Sud della linea. Tale pista necessita di caratteristiche plano altimetriche meno restrittive di un asse viario e si inserisce più facilmente inseribile nel territorio e nel contesto.

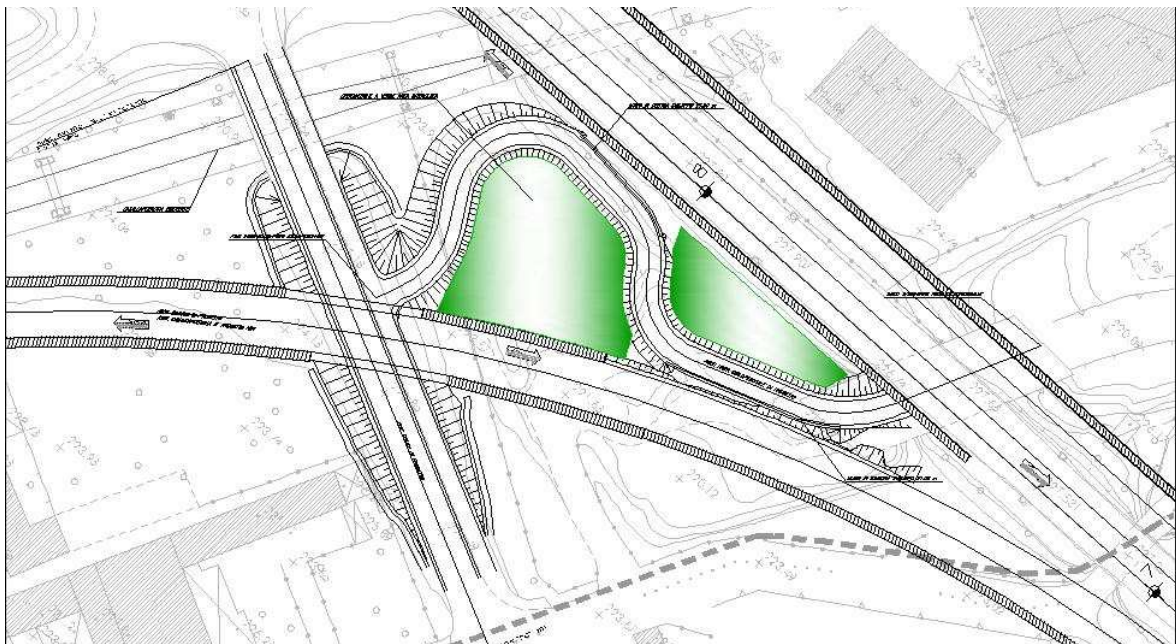


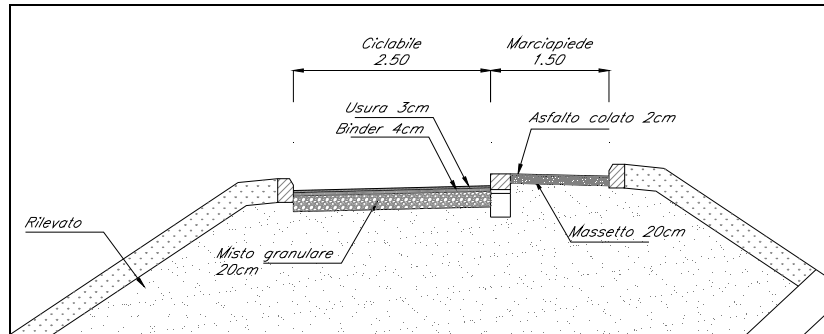
Figura 9-1 Planimetria di progetto

Visto il carattere carrabile di concepimento del sottovia esistente, la sua altezza interna netta è pari a circa 5,50 m. Tale altezza è ritenuta eccessiva per il nuovo utilizzo dell'opera e per questo e per poter contenere la pendenza massima della pista entro il 5% (DM 30/11/99 n°557) si provvederà ad un riempimento con materiale inerte dell'interno del sottovia tale da raggiungere un'altezza utile pari a 4.00 m.

Per consentire l'inserimento del primo raccordo circolare in uscita dallo scatolare esistente, senza accostarsi eccessivamente alla linea ferroviaria del raccordo Y è necessario demolire un piccolo tratto di manufatto scatolare.

Nelle zona interclusa tra la pista ed il tracciato ferroviario di progetto e la zona compresa tra il raccordo Y e la pista, sono previsti riempimenti con terreno di riporto ed una successiva sistemazione a verde delle aree che hanno rispettivamente una superficie di 300 mq la prima ed 690 mq la seconda. L'esatta conformazione delle sistemazioni verrà definita in fase esecutiva una volta terminati i lavori in corso per la realizzazione del sottopasso.

La sezione prevede una larghezza complessiva di 4.00 m con una pista ciclabile di 2.50 m ed un marciapiede di 1.50 m.



*Figura 9-2 Sezione trasversale*

### 9.1.2 NR05 - Adeguamento via Vanzago - Pregnana Milanese

Il tratto di strada di "Via Vanzago" interessato dai lavori di adeguamento ricade interamente nel comune di Pregnana Milanese; l'intervento si rende necessario per dar posto alla nuova sede ferroviaria di progetto che nella tratta in esame presenta un sensibile allargamento lato nord.

Nella figura che segue, si riporta uno stralcio planimetrico con l'individuazione della viabilità in oggetto.

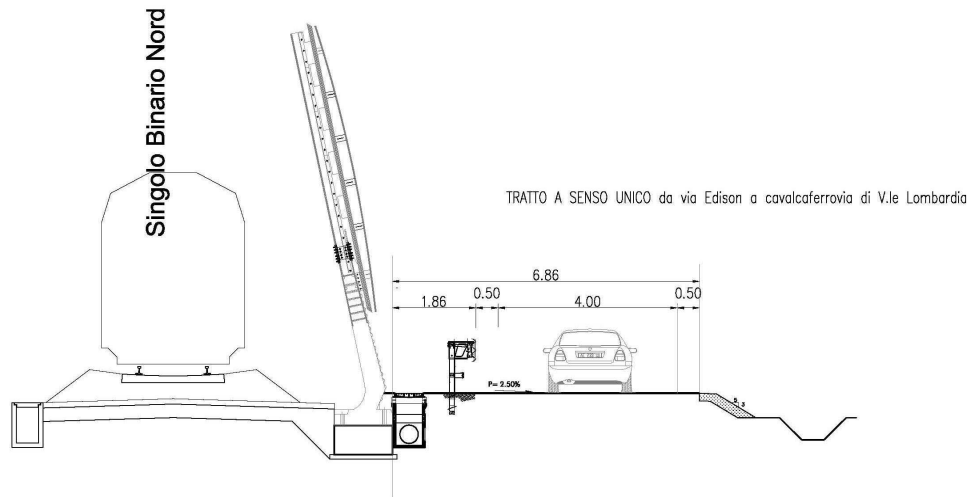


*Figura 9-3 Stralcio foto aerea*

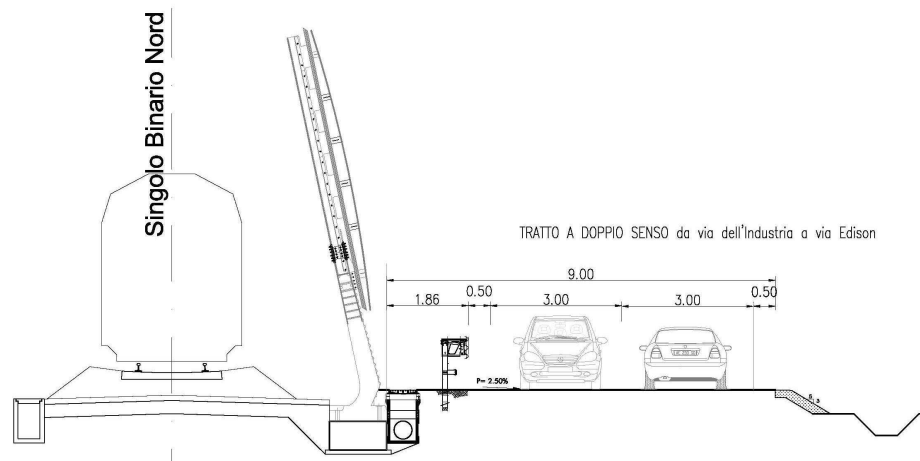
L'intervento in oggetto ha inizio alla pk 1+300 circa ; per un primo tratto di circa 430 m (fino all'incrocio di via Edison si prevede lo spostamento del piano viabile esistente parallelamente alla linea e la formazione di una sede stradale a senso unico composta da una corsia di 4,0 metri e da due

banchine laterali di 0.50 m. La sezione stradale si completa con gli elementi marginali quali cordoli e cunette per lo smaltimento delle acque piovane.

Dall'intersezione con via Edison e fino a via dell' Industria, per un tratto lungo all'incirca 200 metri, si prevede sempre uno spostamento della sede stradale verso nord ma con una sezione a doppio senso di marcia; in particolare la sezione avrà un pavimentato complessivo di 7,00 m suddiviso in due corsie da 3,00 m. e due banchine laterali di 0,50 m l'una.



*Figura 9-4 – Sezione nel tratto a senso unico*



*Figura 9-5 Sezione nel tratto a doppio senso di marcia*

Da via dell' Industria fino alla fine dell'intervento, in corrispondenza della rotatoria di viale Europa Unita, la strada prosegue con la sezione a doppio senso di marcia, ma con in affiancamento una pista ciclabile di 2,50 m. con interposta aiuola spartitraffico da 1,00 metro di larghezza.



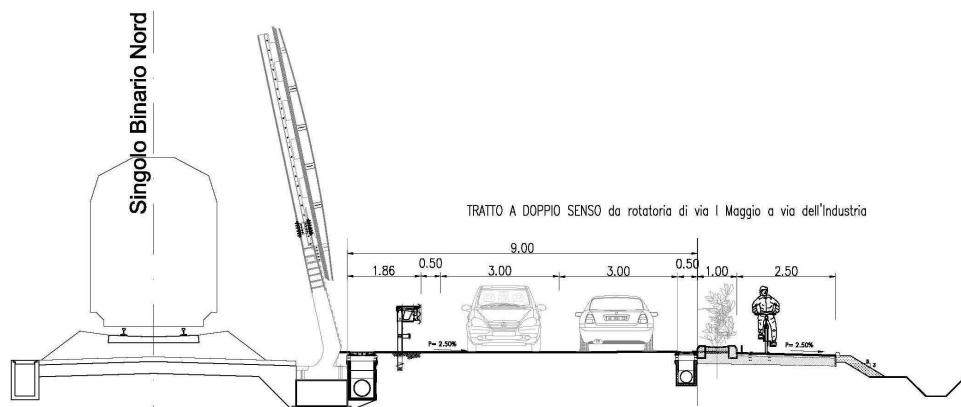


Figura 9-6 Sezione nel tratto a doppio senso di marcia con pista ciclabile

### 9.1.3 NR06 - Viabilità strada agricola km 5+580,16 - Nerviano

Nell'ambito delle opere di riqualifica della stazione di Nerviano, il progetto prevede la realizzazione di una nuova viabilità agricola che connetta il sottopasso SL06 alla viabilità esistente adiacente all'accesso al parcheggio.



L'area di intervento è compresa tra il sottopasso agricolo sottostante ai binari ferroviari e Via Primo Maggio. Il tracciato si sviluppa per circa 132 m.

La nuova viabilità agricola corre in affiancamento al marciapiede in calcestruzzo architettonico posto dal lato di accesso al parcheggio di Nerviano. Tale tracciato si raccorda con la sezione del sottopasso agricolo sottostante l'asse ferroviario per poi ricongiungersi sulla viabilità esistente adiacente ai fabbricati industriali, in prossimità dell'imbocco all'area di parcheggio.

Come si evidenzia dallo stralcio planimetrico allegato, la viabilità in questione si sviluppa per circa 132 m, evidenziando nella parte iniziale la necessità di predisporre un muro di sostegno da ambo i lati della carreggiata per poi adeguarsi alle quote esistenti fino a raccordarsi con la viabilità esistente.

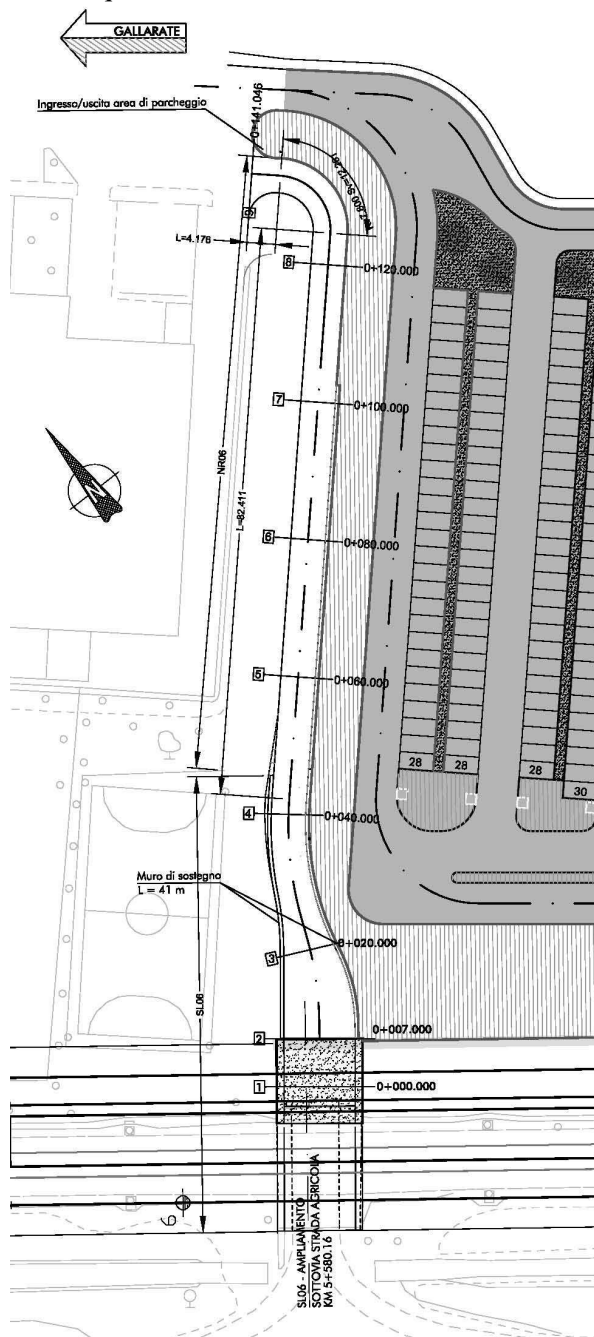


Figura 9-7 Stralcio planimetrico della nuova viabilità agricola



### 9.1.4 NRK3 - Collegamento carrabile Via V. Veneto e Isola Maddalena - Vanzago

L'intervento prevede la realizzazione di un ramo di viabilità per ripristinare il collegamento tra Isola Maddalena e via Veneto che viene meno con il prolungamento del sottopasso di Viale Europa.

Tale collegamento avviene sopra al prolungamento del sottopasso viale Europa Unità al km 2+433.48 (SL02) e della relativa viabilità.

La nuova viabilità collega via Pregnana con via Trento, che attualmente è un strada chiusa, ed ha uno sviluppo complessivo di 107 m c.a.

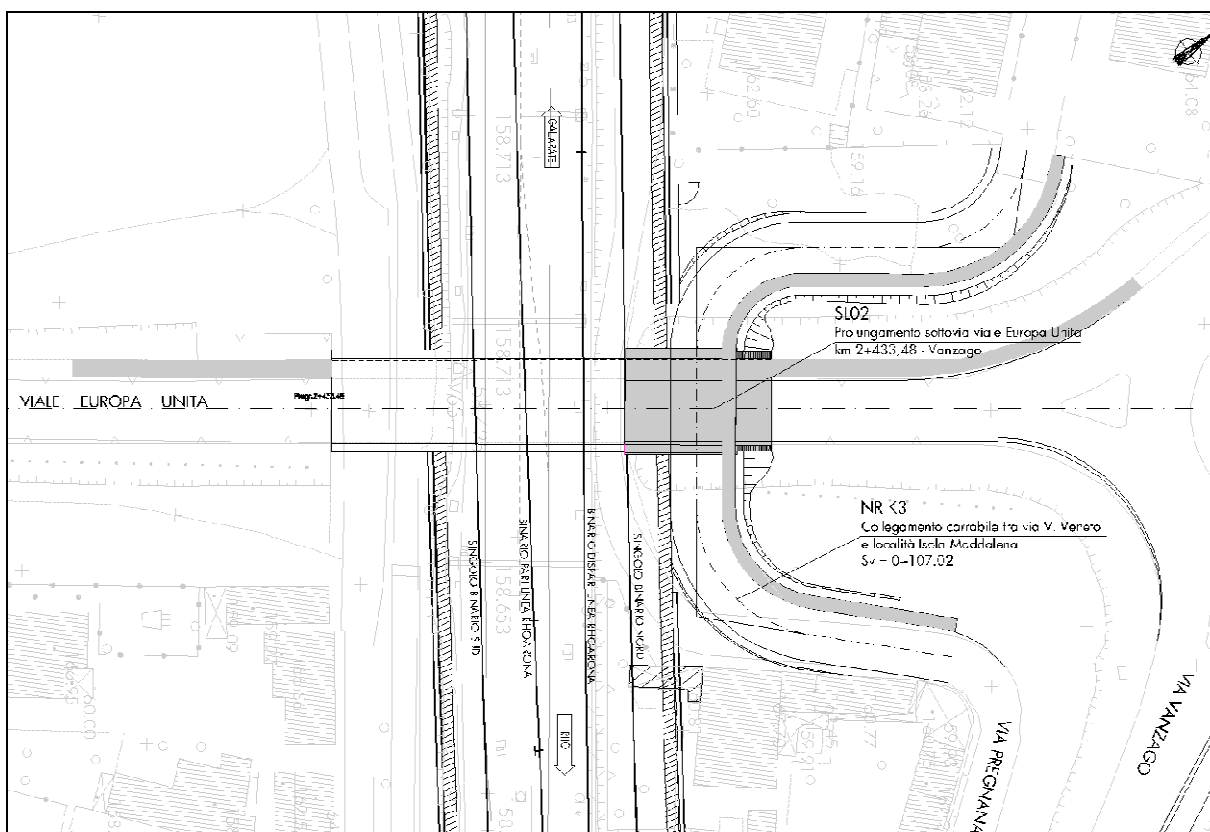


Figura 9-8 Planimetria di progetto

La sezione prevede una larghezza complessiva di 6.00 m, con due corsie da 2.50 m, banchine da 0.50 m ed un marciapiede da 1.50 m.

La pendenza trasversale varia da un minimo di -2.50% ad un max di 3.50%

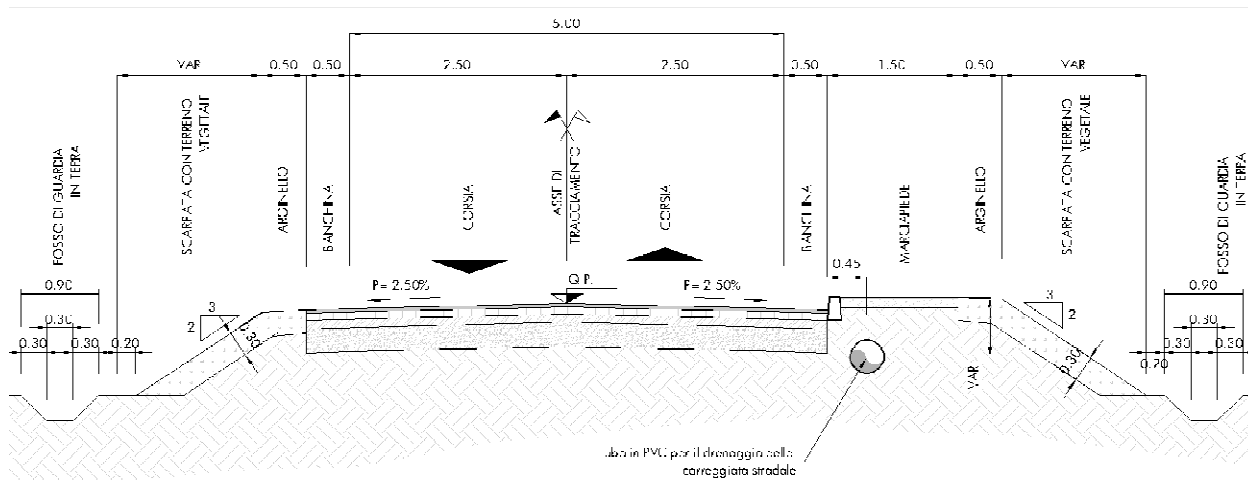
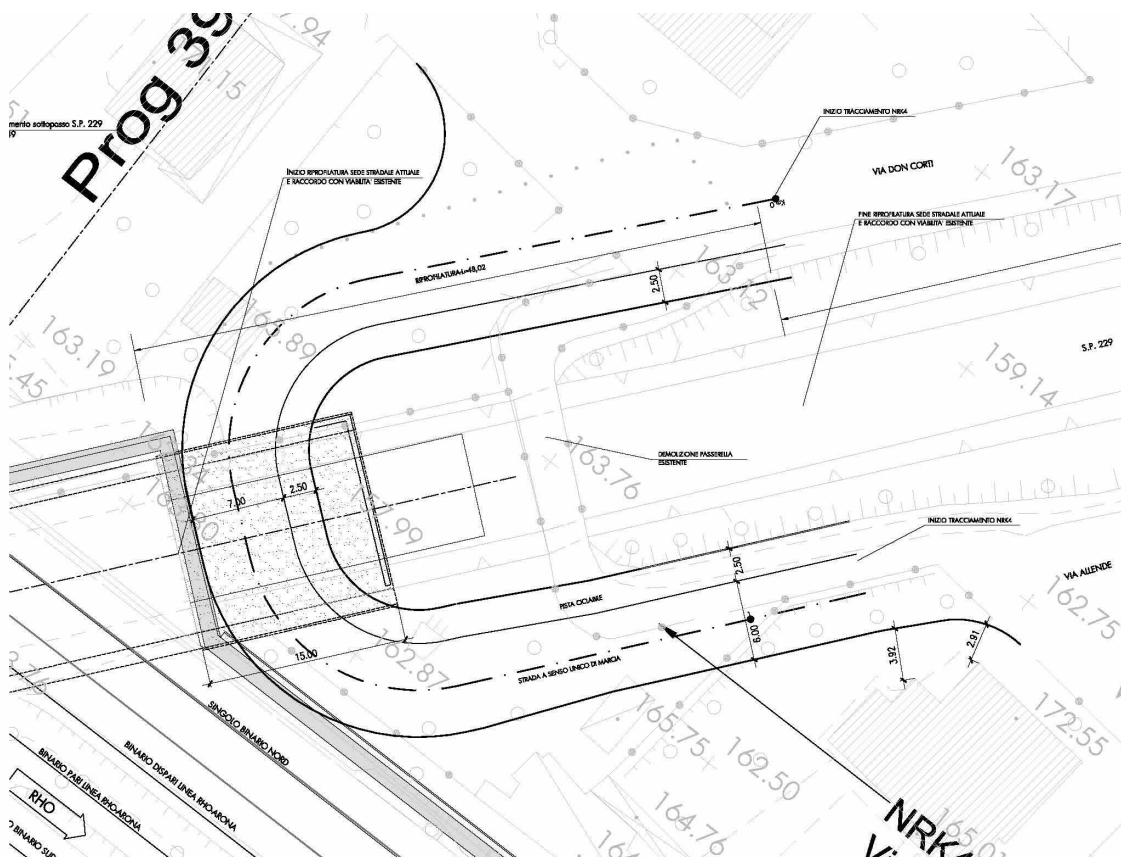


Figura 9-9 Sezione trasversale tipo

### 9.1.5 NRK4 - Nuova viabilità Via Allende - Via Don Corti - Pogliano Milanese

L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo ramo di viabilità per il collegamento tra via Don Corti e via Allende.

Tale collegamento avviene sopra al prolungamento, di 15m, del sottopasso SP 229 km 3+918.49 (SL05) lato b.



La sede stradale della viabilità è costituita da :

- da due corsie pari a 3.50 m;

- banchine laterali pari a 0.50 m;
  - pista ciclabile di 2.00 m;
  - pendenza trasversale  $i=0.025$ ;
- come è possibile osservare in figura:

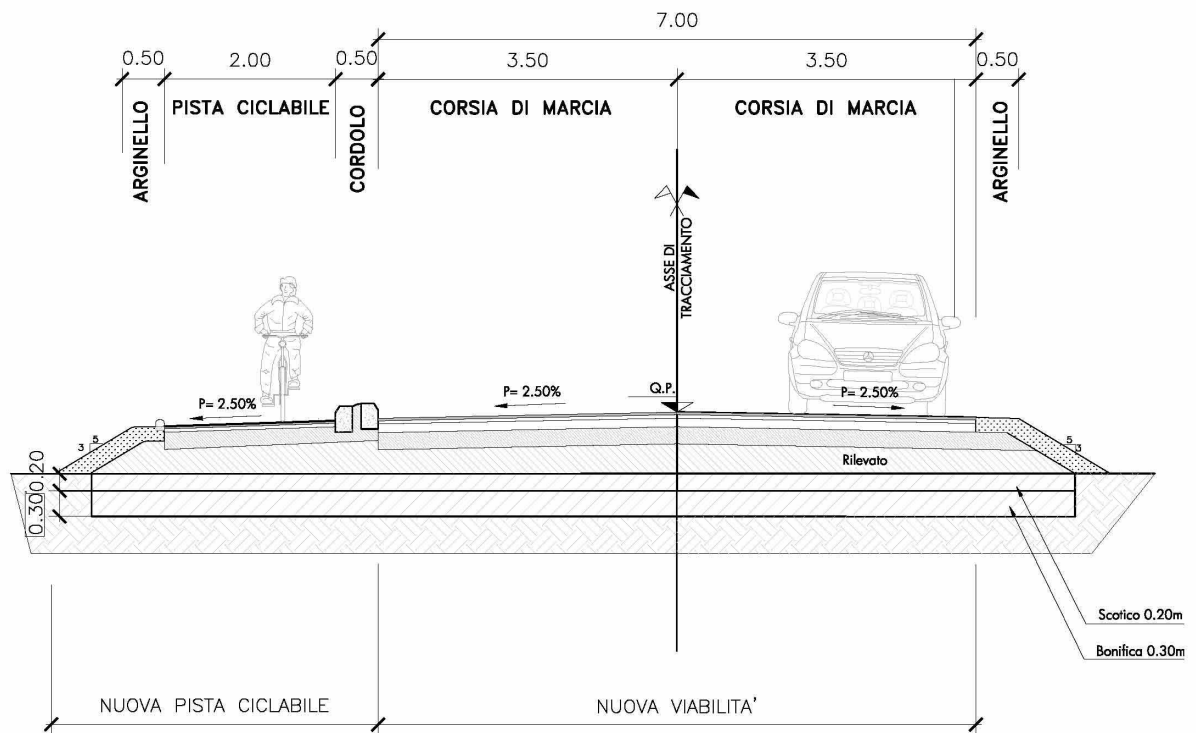


Figura 9-11 Sezione tipo

### 9.1.6 NRX1 - Ricollocazione collegamento stradale tra sottopasso via Olona e via Lombardia - Nerviano

Il nuovo ramo di viabilità si sviluppa per 583.1 m secondo il tracciato riportato nell'immagine successiva.

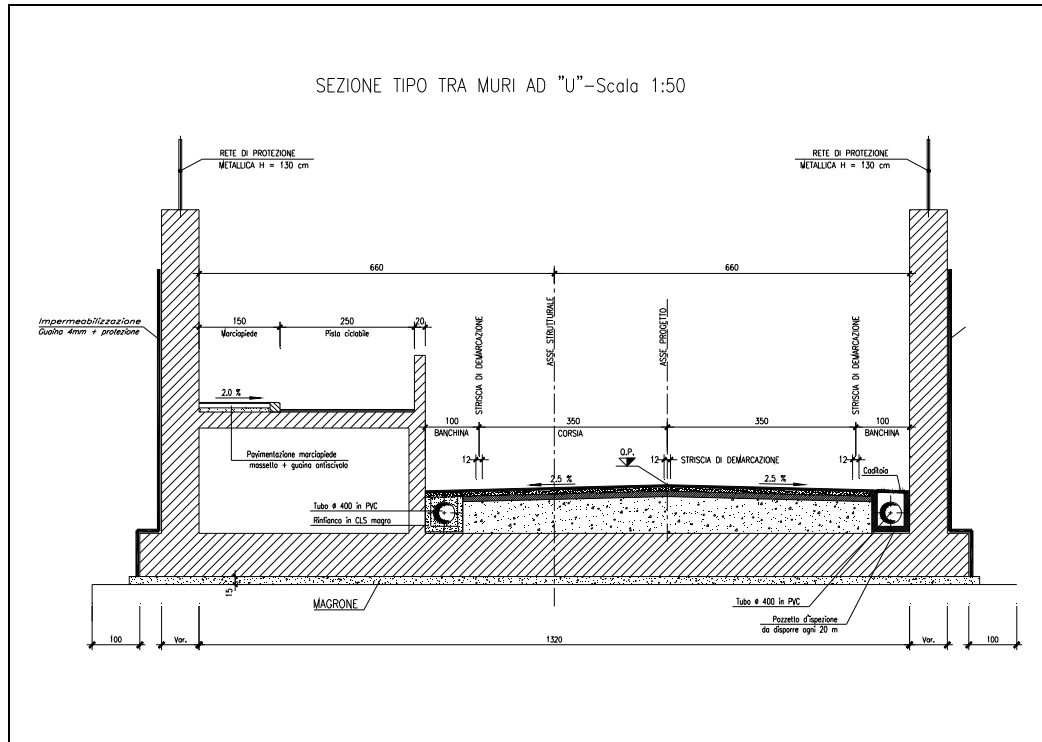


Figura 9-12 Planimetria generale dell'intervento

La nuova viabilità ha inizio in corrispondenza dell'attuale rotatoria disposta a sud della linea all'incrocio della SP171 con la SP109; l'attraversamento della linea avviene alla pk 6+308.25; il termine dell'intervento è in corrispondenza di via Olona lato nord della linea.

Per la realizzazione dell'attraversamento si rende necessaria l'adozione di uno scatolare a spinta sotto la linea attuale e di muri a U per le rampe di discesa e risalita

L'andamento planimetrico è composto da un breve rettilineo iniziale avente origine sulla rotatoria esistente, successivamente il tracciato piega dapprima verso est con una curva di raggio 100 m; al termine della curva è disposto un rettilineo di circa 100m di lunghezza seguito a sua volta da una curva destrorsa di raggio pari sempre a 100m. Successivamente è presente il rettilineo finale di lunghezza pari a circa 190m sul quale è posizionata l'opera di attraversamento della linea.



*Figura 9-13 Sezione tra muri ad U*

è stata adottata una sezione costituita da due corsie di marcia da 3.50, due banchine da 1.0m; la sezione tipo si completa con l'inserimento di una pista ciclopedonale di larghezza complessiva pari a 4.0 di cui 1.5m destinati al marciapiedi. La larghezza complessiva della sezione è pertanto pari a 13.20m tenuto conto del muretto di separazione tra pista ciclopedonale e carreggiata viabile.



### 9.1.7 NRX7 - Compatibilizzazione viabilità collegamento Via I° Maggio e rotonda a provinciale – Vanzago

L'intervento prevede un collegamento tra via I° Maggio e la rotonda esistente tra Via Pregnana, via Vanzago e via Europa Unità.

Il tracciato stradale di collegamento si sviluppa prevalentemente con sezioni in rilevato e in trincea.

La sezione stradale proposta è di tipo C2 - extraurbana secondaria- caratterizzata da due corsie di marcia da 3.50m, e banchina laterale da 1.25m.

Gli elementi marginali sono caratterizzati da:

un arginello in terra da 1.50m per i tratti in rilevato;

una scarpata in rilevato o in trincea con pendenza 3su2;

fossi in terra 50x50x50, con pendenza laterale 1su1, per i tratti in trincea ed in rilevato.

Nel tratto terminale dell'intervento la sezione stradale si adagia sull'esistente via di I° Maggio, caratterizzata in sinistra da un parcheggio a raso di larghezza 2.50m circa ed un marciapiede di larghezza 1.50m. Sempre sul lato sinistro sono presenti alcuni accessi privati, dei quali è garantito il ripristino tramite passi carrabili come previsto dalla normativa.

In affiancamento alla strada di progetto, in destra, è prevista una pista ciclopedonale. Nel tratto iniziale la pista si allaccia con quella esistente di via Pregnana e con la nuova pista oggetto dell'intervento NR05 e viaggia in adiacenza alla piattaforma stradale, separata e protetta da essa tramite un cordolo di 1,00m di larghezza; nel tratto finale la pista prosegue nell'intervento NVX4 o termina con un attraversamento ciclabile, sul lato interno di Via I°Maggio, viaggiando in sede propria, esclusivamente in rilevato.

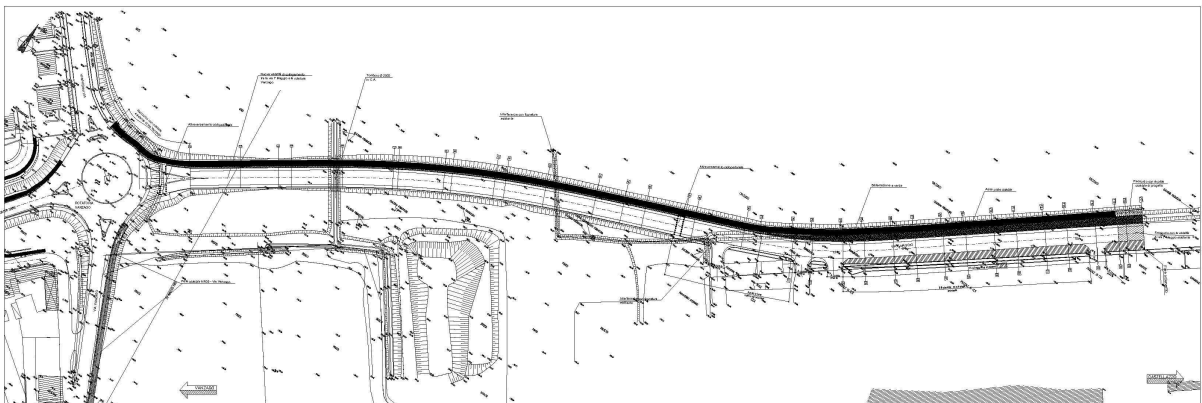
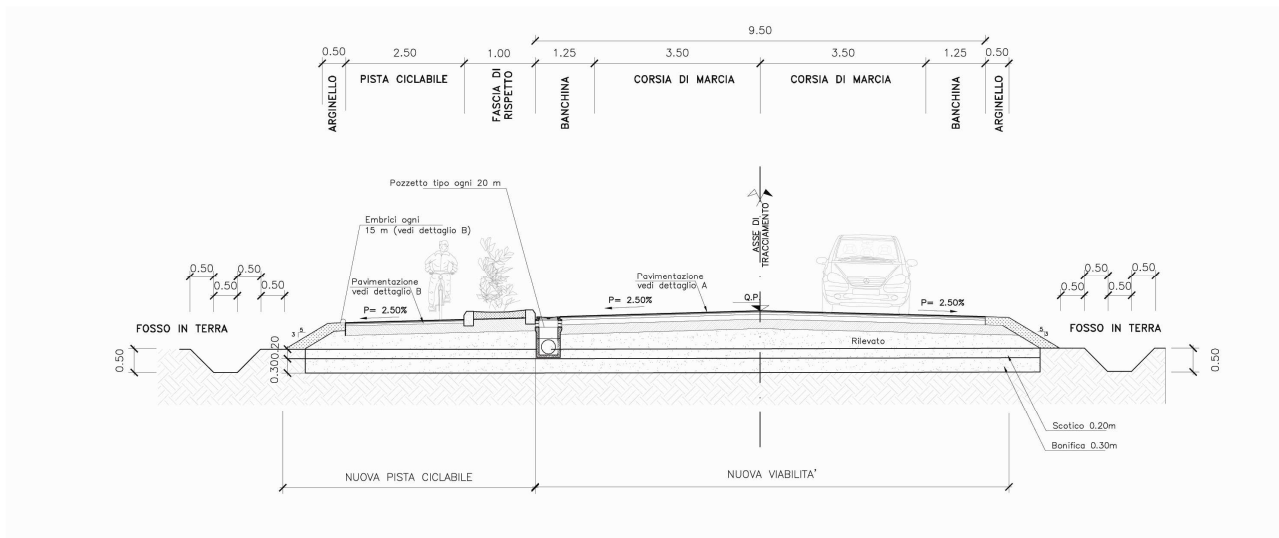


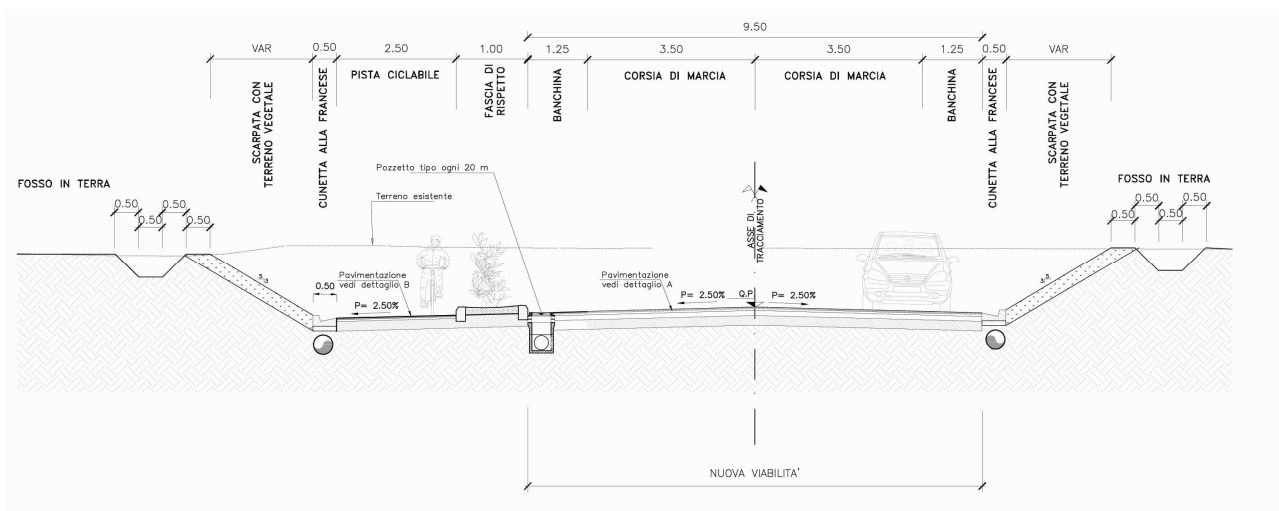
Figura 9-14 Planimetria di progetto

La sezione prevede inoltre una pista ciclabile, a sinistra della carreggiata, in direzione via I° Maggio. La larghezza della pista ciclabile è di 2.50 m, separata dal sedime stradale da una fascia di rispetto larga 1.00 m e rialzata da cordoli di 0.15m rispetto al ciglio stradale.

La pendenza trasversale è del 2.50% a singola falda.



*Figura 9-15 Sezioni tipo rilevato*



*Figura 9-16 Sezione tipo in trincea*

### 9.1.8 NRZI - Rampa sud sottovia di innesto su V.le Lombardia e rampa di ingresso da Comparto Produttivo

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova viabilità di accesso (ramo 1) al compartimento produttivo e una rampa di accesso (rampa 1) al futuro ramo sud di progetto dell'SLZ1.

Il ramo 1 ha lo scopo di mantenere l'accesso al compartimento produttivo da via Campana, attualmente tale accesso è raggiungibile direttamente da via dei Rovedi.

La rampa 1 ha lo scopo di connettere via Campana con il futuro ramo sud dell'SLZ1 ovvero con la futura deviazione di via Lombardia.

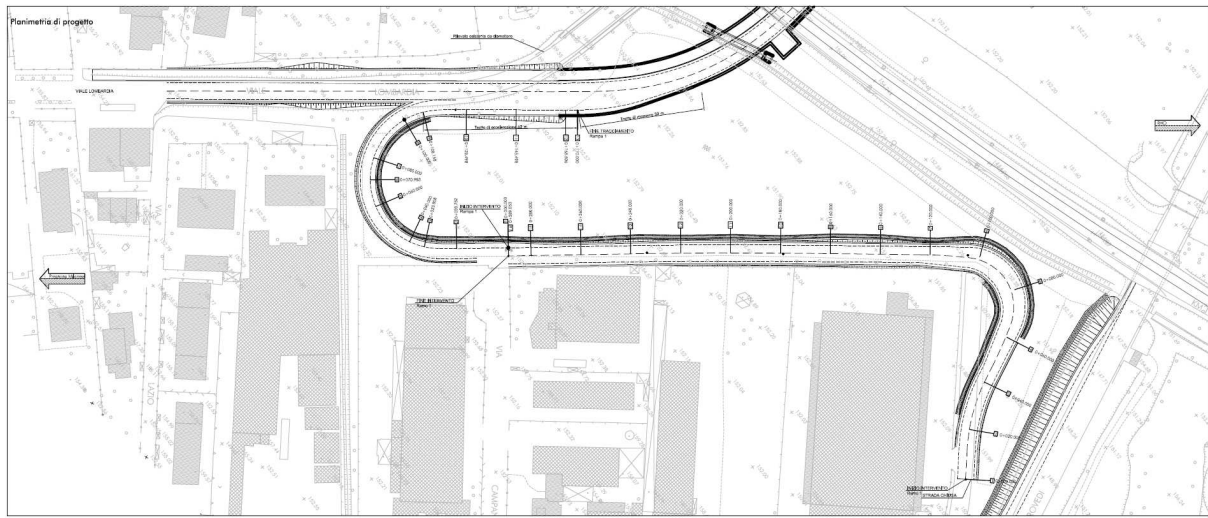


Figura 9-17 Planimetria di progetto

Il ramo 1 presenta uno sviluppo di 289.053 m ed è composto da due corsie da 3.25 m e banchine da 1 m. E' stato considerato un allargamento massimo di 3.00 m (distribuito a metà tra le due corsie) in prossimità della curva di raggio 20 m.

La rampa 1 presenta uno sviluppo complessivo di 170 m ed è composta da una corsia di 4.00 m banchina interna di 2.00 m ed esterna di 1.00 m

Ulteriori 50 m rappresentano il tratto di manovra finale

La sezione relativa alla rampa 1 prevede una corsia di 4.00 m una banchina interna (in destra) di 2.00 m ed una esterna (in sinistra) di 1.00 m

La sezione relativa al ramo 1 prevede due corsie da 3.25 m e banchine da 1.00 m

Gli elementi marginali sono caratterizzati da:

un arginello in terra da 0.56m per i tratti in rilevato;

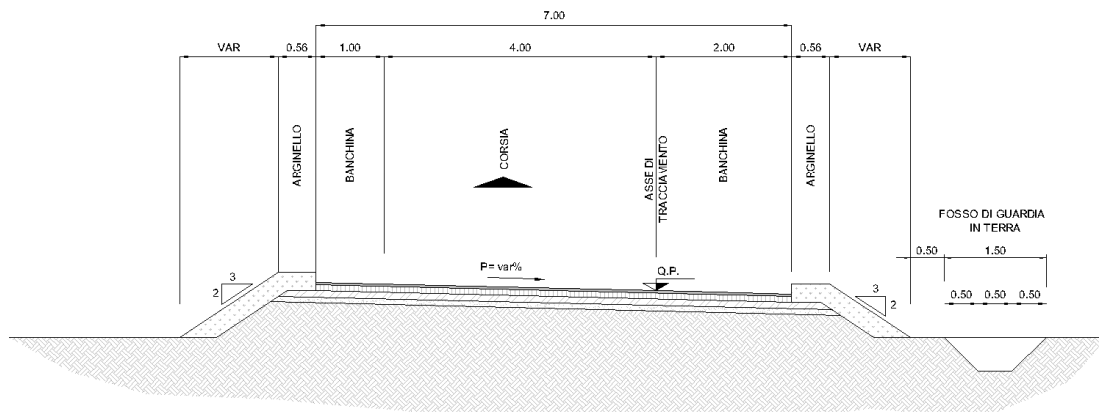
una cunetta alla francese da 0.56m per i tratti in trincea;

un fosso in terra a sezione trapezia 50x50x50 per i tratti in rilevato/trincea;

La pendenza trasversale è variabile dal 2.50% al 3.50% a singola falda per la rampa 1 e doppia per il ramo 1

**SEZIONE TIPO "Rampa 1 "**

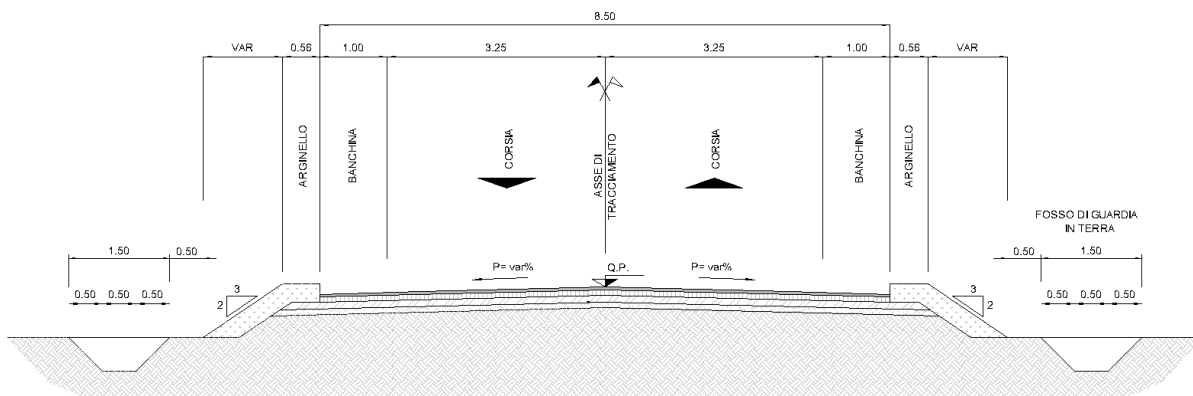
SCALA 1:50



*Figura 9-18 Sezione tipo rampa 1*

**SEZIONE TIPO "Ramo 1 "**

SCALA 1:50



*Figura 9-19 Sezione tipo ramo 1*



### 9.1.9 NRZ2 - Rampa di ingresso al Comparto Produttivo da SP172

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova rampa di accesso (rampa 2) dalla provinciale S.P. 172 a via dei Rovedi e la sistemazione di via dei Rovedi (ramo 2) per l'ingresso della nuova rampa .

Il ramo 2 ha lo scopo di mantenere l'accesso al centro ecologico.

La rampa 2 ha lo scopo di connettere direttamente la provinciale con il compartimento produttivo.

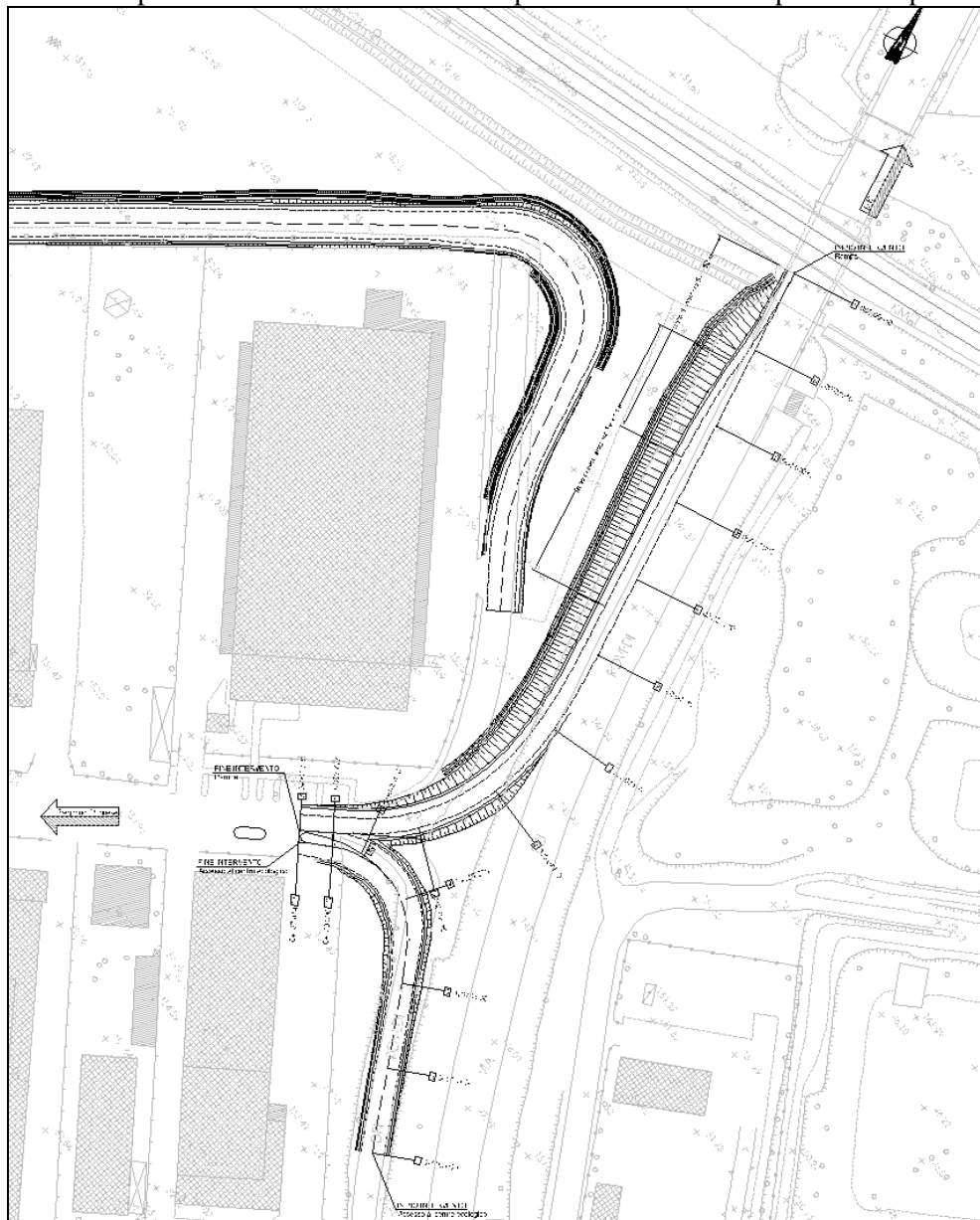


Figura 9-20 Planimetria di progetto

Il ramo 2 presenta uno sviluppo di 90.53 m ed è composto da due corsie da 2.75 m e banchine da 0.50 m. E' stato considerato un allargamento massimo di 2.40 m (distribuito a metà tra le due corsie) in prossimità della curva di raggio 19 m.

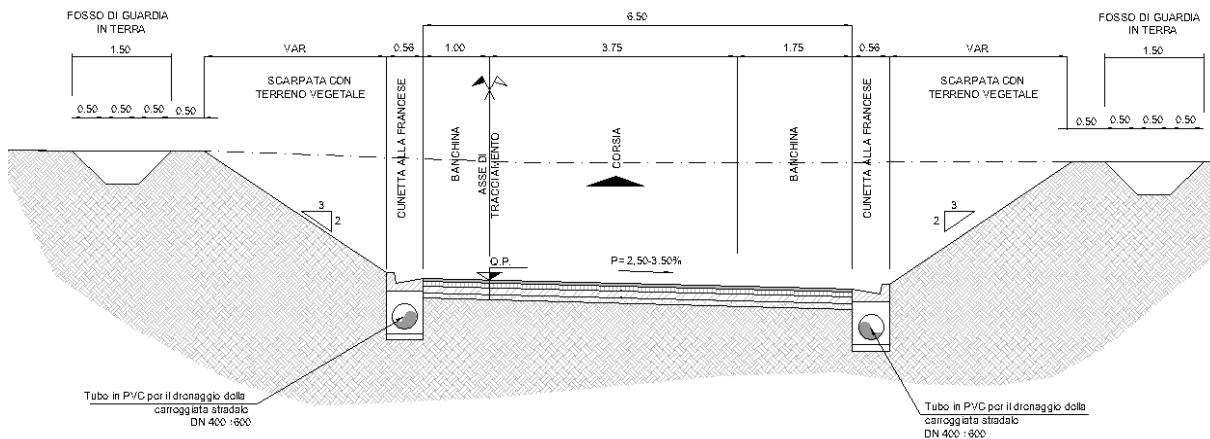
La rampa 1 presenta uno sviluppo complessivo di 187.81 m ed è composta da una corsia di 3.75 m banchina interna di 1.75 m ed esterna di 1.00 m

La sezione relativa alla rampa 2 prevede una corsia di 3.75 m una banchina interna (in destra) di 1.75 m ed una esterna (in sinistra) di 1.00 m

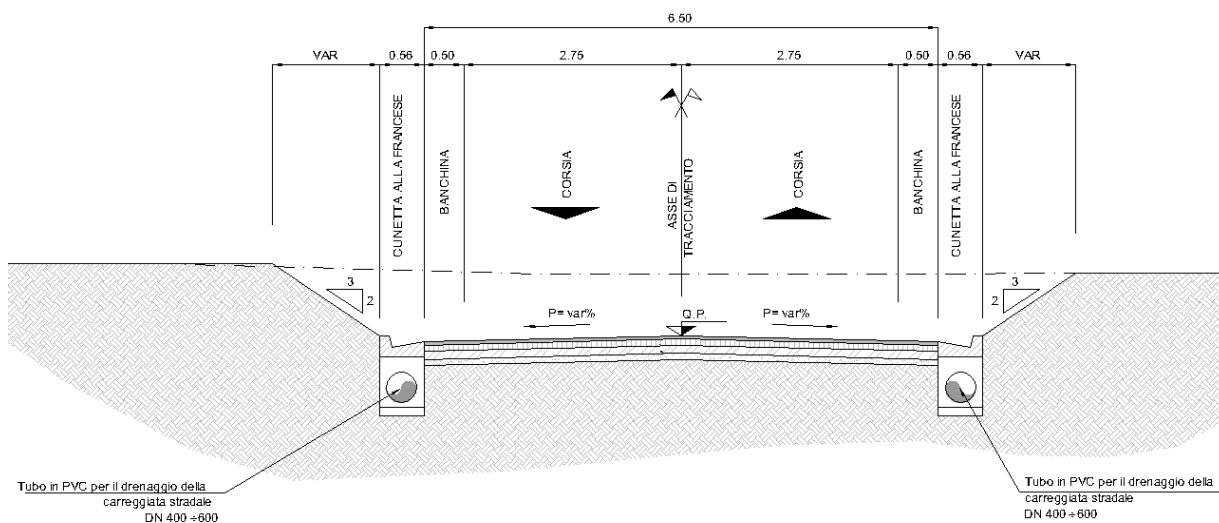
La sezione relativa al ramo 2 prevede due corsie da 2.75 m e banchine da 0.50 m

Gli elementi marginali sono caratterizzati da:  
 un arginello in terra da 0.56m per i tratti in rilevato;  
 una cunetta alla francese da 0.56m per i tratti in trincea;  
 un fosso in terra a sezione trapezia 50x50x50 per i tratti in rilevato/trincea;

La pendenza trasversale è variabile dal 2.50% al 3.50% a singola falda per la rampa 2 e doppia per il ramo 2



*Figura 9-21 Sezione tipo rampa 2*



*Figura 9-22 Sezione tipo ramo 2*

## 9.2 Nuovi percorsi ciclopedonali

### 9.2.1 NR16 - Intervento viabilità ciclo-pedonale da km 3+184.93 a km 3+559.89 - Vanzago

L'intervento prevede il ripristino della pista ciclopedonale esistente di collegamento tra via Gattinoni e via Cantoniera a Vanzago.

La pista ciclopedonale è in corrispondenza della deviazione del canale secondario Villorosi IN17; che nel primo tratto, verso via Gattinoni, è tombato e nel secondo tratto, verso via Cantoniera, è a cielo aperto. Di conseguenza il primo tratto della pista corre al di sopra del canale mentre poi prosegue in affiancamento.

Sia nel tratto iniziale che finale la pista viene a raccordarsi con la viabilità esistente e l'intervento si interrompe in corrispondenza della piazza centrale.

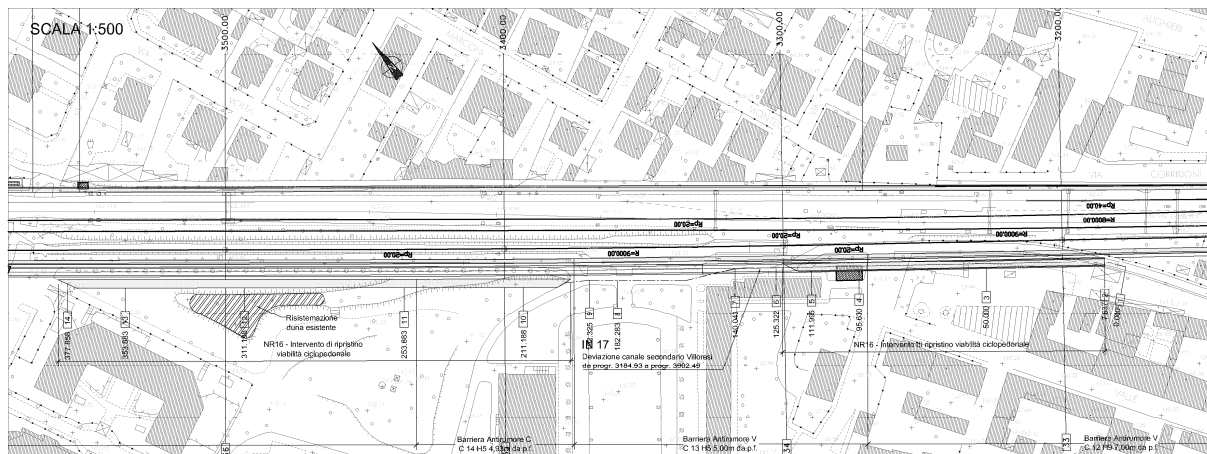


Figura 9-23 Planimetria dell'intervento

La sezione prevede una larghezza della pista ciclabile di 2.50 m , e in affiancamento al canale è previsto un parapetto metallico di protezione.

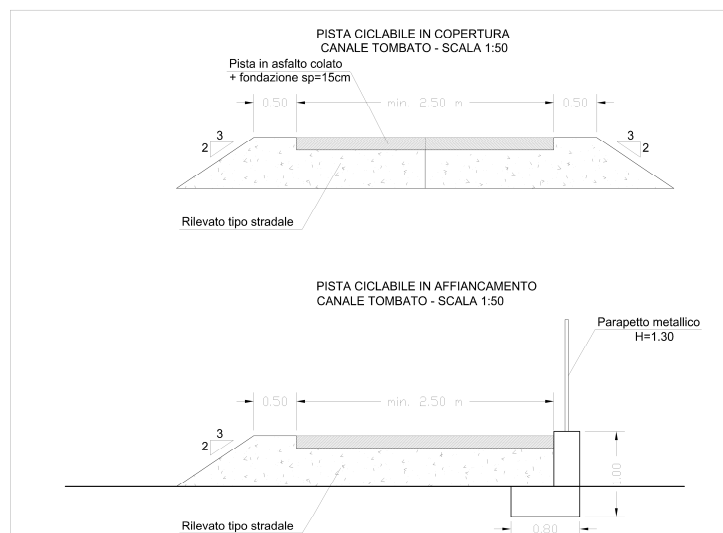


Figura 9-24 Sezioni tipo

### 9.2.2 NRX8 - Pista ciclabile lungo canale Villoresi – Parabiago

La Pista ciclabile lungo canale Villoresi – Parabiago, che partendo dal sottopasso ciclopedonale SL26 si estende per una lunghezza di 600m circa (compreso il sottopasso e le rampa d'approccio).

L'intervento accoglie la richiesta del comune di Parabiago di realizzare un coordinamento con il tracciato della viabilità prevista nell'ambito di un PII. Viene richiesto che la pista si attesti al limite del PII, che costeggia l'ultima parte dell'intervento, dalla progressiva 0+400.00.

Nell'andamento planimetrico riportato nella figura sottostante si nota che la pista costeggia il canale Villoresi per tutto il tratto iniziale dal quale si distacca per attraversare a raso tre viabilità locali per tornare poi di nuovo lungo il canale a fine intervento.

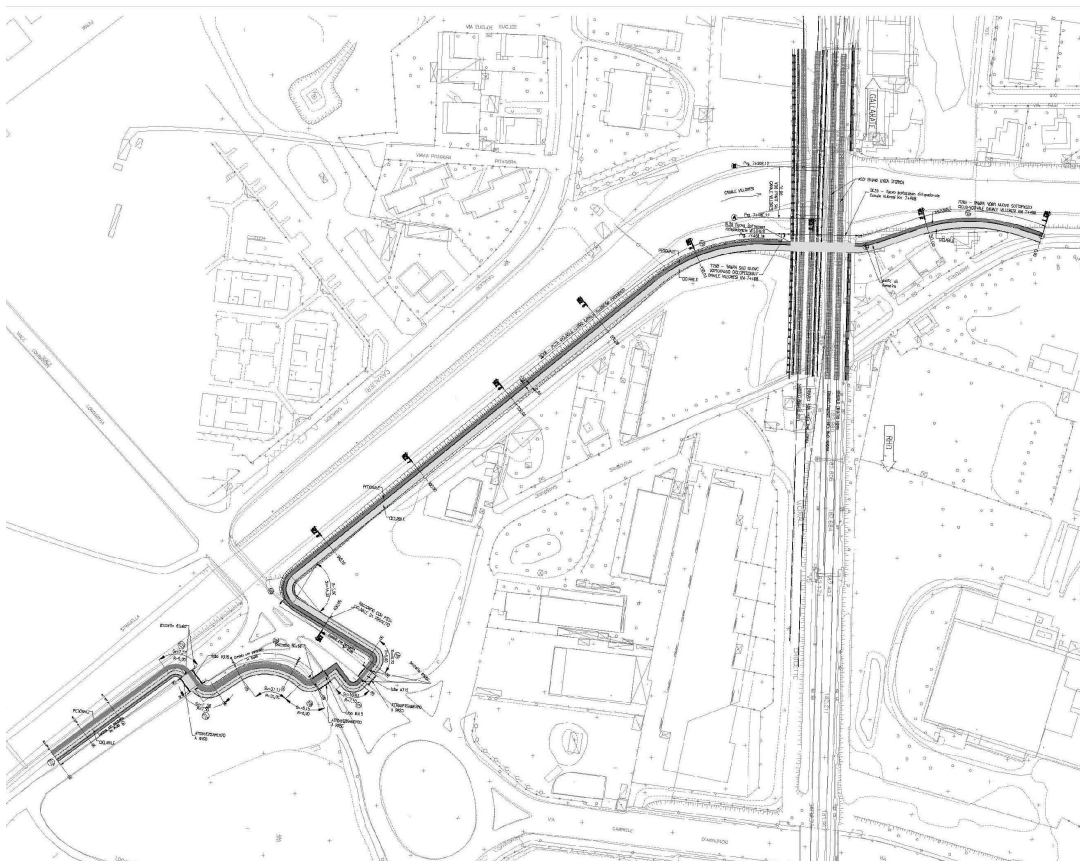


Figura 9-25 Planimetria generale dell'intervento

La pista ciclopedonale ha una larghezza di 4m per ospitare una pista ciclabile da 2.50m ed un marciapiede, rialzato di 15cm per garantire la sicurezza dei pedoni, largo 1.50m.

Occasionalmente la larghezza della pista potrà essere eccezionalmente ridotta, per tratti limitati per superare ostacoli o adattarsi a limiti di proprietà. Tale circostanza dovrà essere opportunamente segnalata.

Il tracciato planimetrico della pista è stato progettato tenendo conto che i ciclisti in pianura procedono in genere ad una velocità di 20-25 km/h, e che in discesa, per una pendenza del 5%, possono raggiungere anche velocità superiori a 40km/h.

Il raggio minimo di curvatura, misurato dal ciglio interno della pista, dovrà essere superiore a 5,00m. Eccezionalmente, nelle aree di intersezione, ed in punti vincolanti, può essere ridotto a 3,00m, purchè sia garantita la visuale libera e la curva sia opportunamente segnalata.

All'interno del collegamento non sono presenti intersezioni, ma soltanto l'attraversamento a raso di viale Lombardia.



### 9.2.3 NRX9 - Collegamento ciclopedonale tra via Matteotti e via Zanella – Parabiago

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova pista ciclopedonale di collegamento tra via Zanella e via Matteotti.

Il tracciato è stato interposto in una fascia compresa tra la recinzione ferroviaria e un muretto perimetrale di un capannone industriale. La lunghezza dell'intervento è di circa 245m.

Il tracciato termina sul camminamento ciclopedonale, a cielo aperto e in quota, di via Matteotti, in prossimità del sottopasso ferroviario.

Lungo il tracciato non sono previste opere onerose o interferenze significative.

Tuttavia, al fine di salvaguardare il muretto perimetrale del capannone, si prevede in affiancamento alla pista, la posa in opera di una cordona di sostegno per la pavimentazione, (lo sviluppo è di circa 125m).

Inoltre, nel tratto finale il tracciato nel raccordarsi con il camminamento, v'ad interferire con un muretto di sostegno esistente. Pertanto si prevede la parziale demolizione per consentirne il varco e l'eventuale ripristino dell'opera.

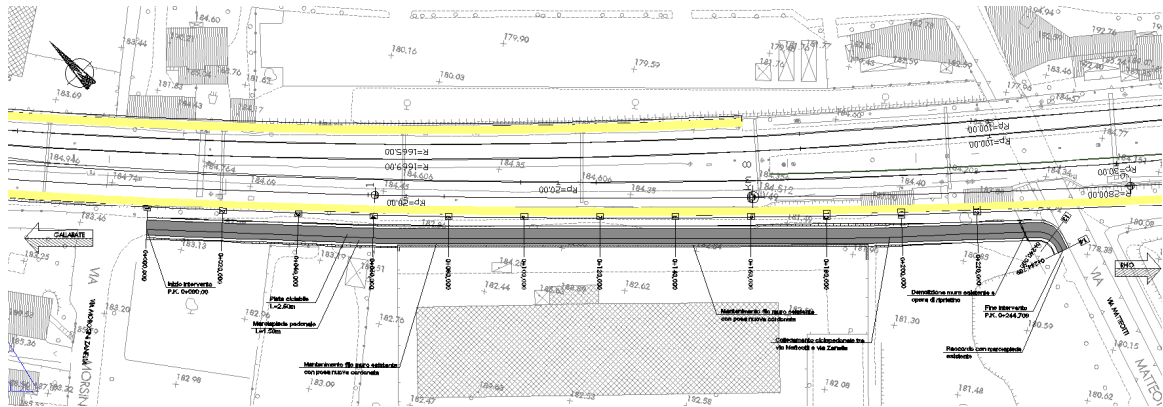


Figura 9-26 Planimetria di progetto

La sezione prevede una larghezza della pista ciclabile di 2.50 m e un marciapiede pedonale di 1.50m  
La pendenza trasversale è del 2.00% a singola falda.

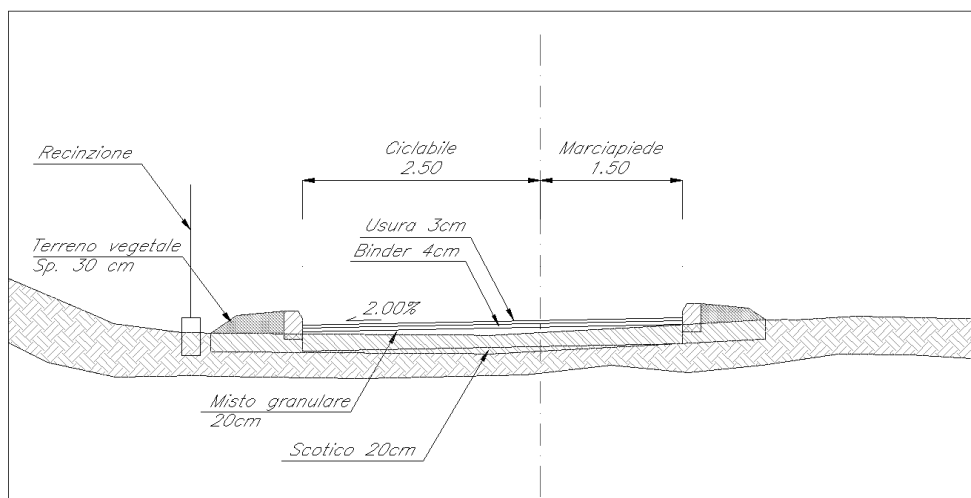


Figura 9-27 Sezione tipo in affiancamento alla carreggiata esistente

#### 9.2.4 NRX4 – Pista ciclabile Villa del Castellazzo - Vanzago, Pregnana, Rho

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova pista ciclabile in affiancamento alla viabilità esistente, (via I° Maggio, Via del Castellazzo e via G. Leopardi), per una lunghezza complessiva di di 1 + 425m, separata dalla sede viaria da una fascia di rispetto di larghezza variabile tra 0.50m e 1.00m. E' previsto nei tratti in affiancamento alla carreggiata esistente, un ammorsamento a gradoni e la realizzazione di una banchina pavimata di 0.75m e relativi pozzetti per la raccolta delle acque di piattaforma.

Nel primo tratto, lungo via I° Maggio, la pista è separata fisicamente dalla sede viaria ed interposta in affiancamento e sul lato sinistro del ricoprimento vegetale di una condotta fognaria esistente, in parallelo alla fascia esterna della carreggiata stradale. Questo tratto di pista si estende per circa 480m e risulta in quota rispetto al ciglio stradale di un'altezza di circa 0.70m.

Sono previste diverse opere idrauliche di ripristino, a causa delle interferenze individuate lungo il tracciato. In particolare, verranno ripristinati i tre chiusini in sommità alla condotta fognaria, poiché interferenti con la realizzazione della fascia a verde della pista ciclabile.

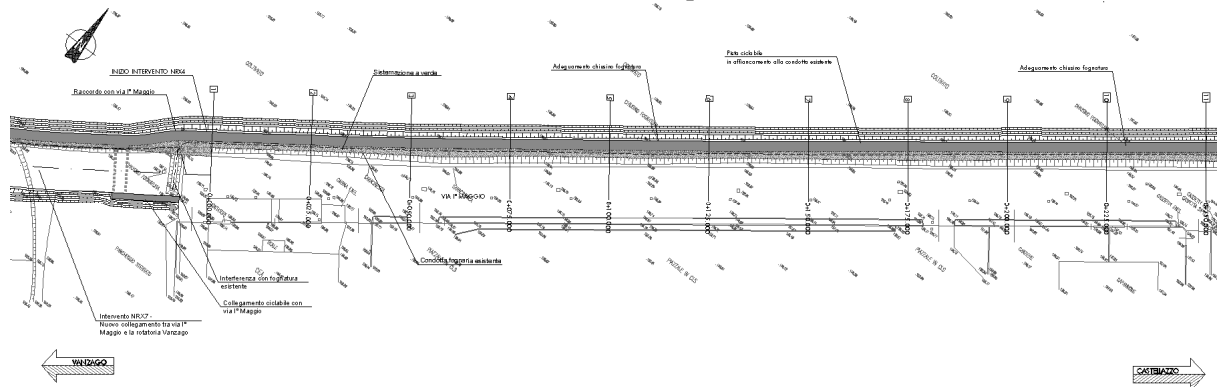


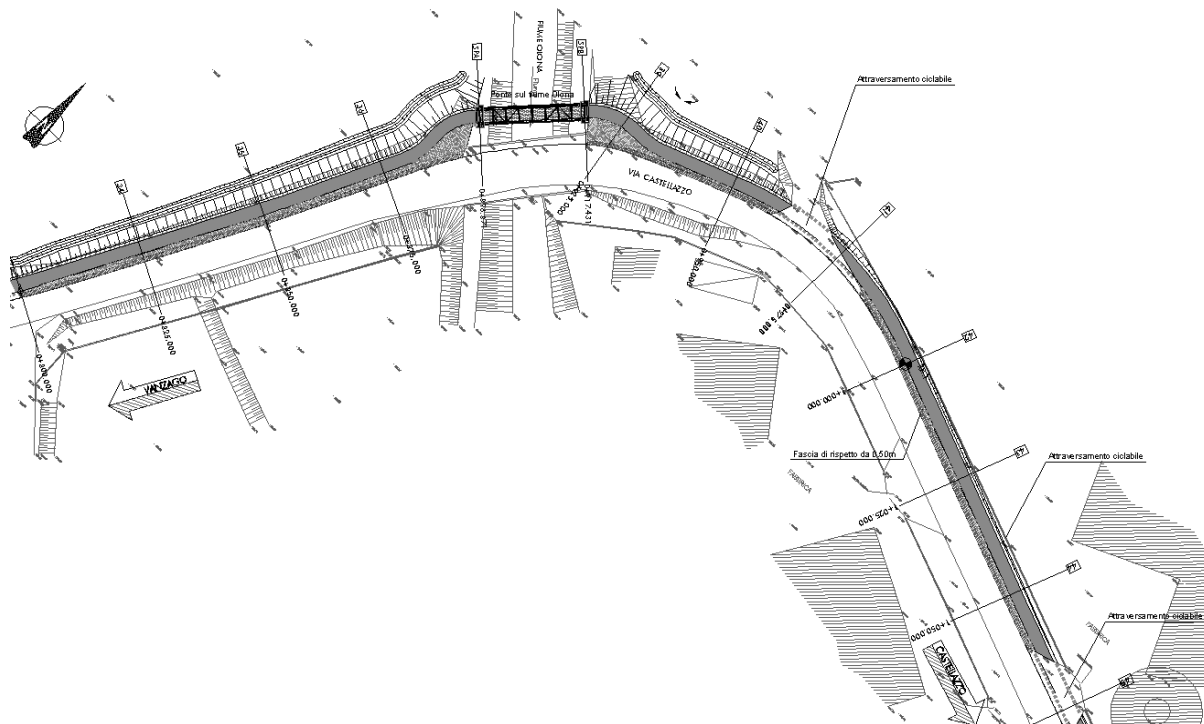
Figura 9-28 Stralcio planimetrico – tratto in affiancamento a via I° Maggio

Nel secondo tratto, la pista si sviluppa in parallelo a via Castellazzo, mantenendo la stessa quota del piano stradale, ad eccezione della zona di attraversamento sul fiume Olona.

La nuova opera di attraversamento prevede un ponte in acciaio, ad unica campata (di luce 20.56m), interposto tra le due sponde arginali a quota progetto 159.60m.

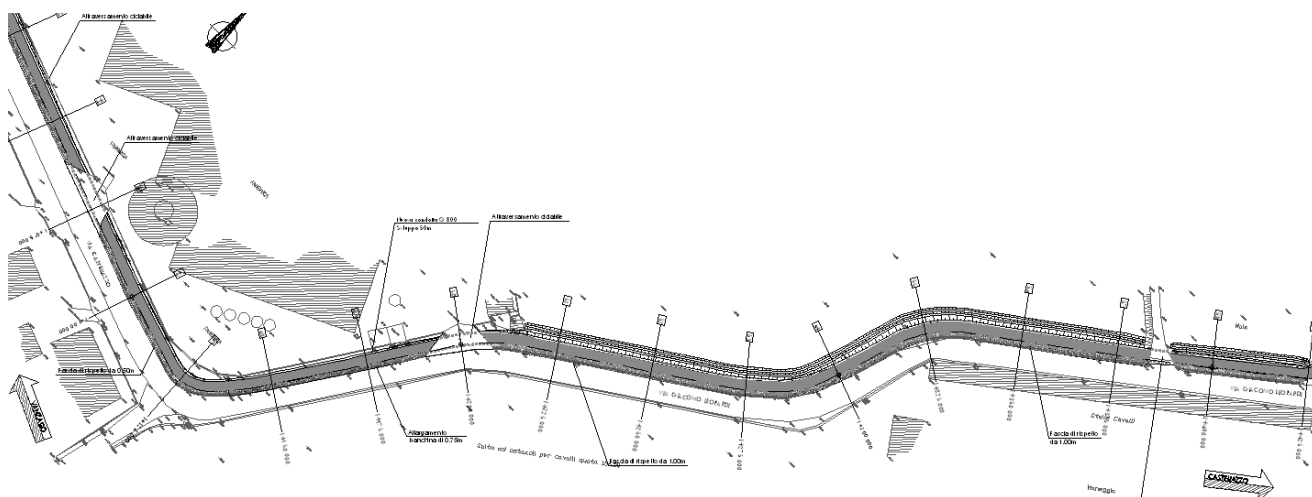
Lungo il tracciato, alla progressiva 1+000m per uno sviluppo di circa 200m, la fascia di rispetto è ridotta a 0.50m a causa della vicinanza con il limite perimetrale di una fabbrica.

Inoltre, su questo ultimo tratto della via Castellazzo, è presente una interferenza idraulica, tra il fosso esistente a margine della carreggiata e la sede della ciclabile di progetto. Un'altra criticità, si è riscontrata in corrispondenza della progressiva 1+150m e risolta con la realizzazione di un nuovo collettore DN800, di sviluppo 50m, e relativo allaccio con i recapiti esistenti.



*Figura 9-29 Stralcio planimetrico – tratto in affiancamento a via Castellazzo*

Infine, nel terzo tratto, la pista è in affiancamento alla via Giacomo Leopardi e termina in prossimità dell'ingresso della villa del Castellazzo.



*Figura 9-30 Stralcio planimetrico – tratto finale, in affiancamento a via Giacomo Leopardi in prossimità della Villa di Cortellazzo*

Percorrendo il tracciato sono stati previsti sei attraversamenti ciclabili in corrispondenza di ogni intersezione con gli accessi secondari. In particolare, quattro lungo via Castellazzo e due lungo la via Giacomo Leopardi.

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

### 9.2.5 NRPI - Pista ciclabile Pregnana-Rho

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova pista ciclabile, in adiacenza all'esistente Viale Lombardia dell'Industria, per un'estensione di circa 1235m.

Il tracciato parte raccordandosi con la pista ciclabile di progetto su IVP1. Nel primo tratto, fino alla progressiva 0+140.00 circa, la pista corre sulla sinistra di una rotatoria esistente, con un attraversamento a raso di circa 12 metri dalla progressiva 0+030.00, tale attraversamento sarà opportunamente segnalato tramite opportuna segnaletica orizzontale (strisce pedonali su manto color rosso), e verticale (segnale d'indicazione attraversamento ciclopedonale).

Dall'attraversamento, fino alla progressiva 0+480.00, la pista viaggia sulla sinistra di Viale Lombardia, sempre protetta da cordolo invalicabile di 1 metro di larghezza.

L'andamento planimetrico, da questo punto in poi è sì adatta il più possibile al marciapiede ed alle recinzioni esistenti.

Gli unici punti singolari sono alcuni attraversamenti a raso, necessari per garantire la continuità degli accessi privati presenti su Viale Lombardia.

Esso sono posizionati alle seguenti progressive:

0+220.00

0+260.00

0+280.00

E saranno tutti opportunamente indicati con segnaletica orizzontale (strisce pedonali su manto color rosso)

Alla progressiva 0+460.00 la pista procede in adiacenza sulla destra ad una fermata autobus esistente, alla quale si garantisce l'accesso a raso, interrompendo il cordolo.

Subito dopo l'asse svolta verso sinistra con una curva di circa 6.00m di raggio, lasciando Viale Lombardia per proseguire in adiacenza sulla sinistra ad una strada secondaria. Per tutto questo tratto, della lunghezza di circa 160 metri, non sono presenti accessi privati, e la pista corre su sede propria, protetta dalla strada dall'usuale cordolo da 1 metro.

Alla progressiva 0+640.00 è presente un ultimo attraversamento a raso, opportunamente segnalato tramite opportuna segnaletica orizzontale (strisce pedonali su manto color rosso), e verticale (segnale d'indicazione attraversamento ciclopedonale).

Da qui, per circa 80 metri la pista segue in destra una strada di accesso ad alcuni edifici, sempre protetta dal cordolo. Dalla progressiva 0+740.00 e sino alla fine dell'intervento la pista procede invece su sede propria, senza quindi più la necessità di specifiche protezioni.

Alla progressiva 1+020.00 una curva a sinistra di raggio 16 metri avvicina il tracciato al corso del fiume Olona, che viene attraversato con una passerella in metallo alla progressiva 1+140.00.

Completato l'attraversamento la pista conclude il suo percorso raccordandosi con la viabilità esistente. Altimetricamente la pista si adagia quanto più possibile al marciapiede esistente, cercando di rispettare le pendenze esistenti, che sono comunque molto contenute, garantendo il rispetto dei minimi da normativa.

Le principali opere d'arte lungo tracciato sono passerelle per l'attraversamento di due corsi d'acqua esistenti.

Alla progressiva 0+268.60 la pista supera un canale scolmatore. L'attraversamento sarà realizzato adeguando ed allargando un'opera esistente.

Alla progressiva 1+140.00 invece la pista supera con una passerella metallica il fiume Olona.

Di seguito sono sinteticamente indicate le caratteristiche planimetriche delle due opere.

Attraversamento su canale scolmatore:

Da prog. 0+268.60 a prog. 0+278.90; lunghezza: 10.30m

Attraversamento sul fiume Olona:

Da prog. 1+138.35 a prog. 1+148.65; lunghezza: 10.30m

Per maggiori dettagli su queste opere d'arte si rimanda agli elaborati strutturali specifici.

Di seguito è riportata la planimetria di progetto





*Figura 9-31 Planimetria di progetto*

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000.001	REV. A

### 9.2.6 *NRP2 - Pista ciclabile via dell'Industria - Pregnana Milanese*

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova pista ciclabile, su sede propria, in adiacenza all'esistente Via dell'Industria, per un'estensione di circa 713m.

Nel primo tratto, fino alla progressiva 0+065.00 circa, la pista corre sulla sinistra di Via dell'Industria, raccordandosi con la pista ciclabile proveniente da via Vanzago, della quale costituirà il prolungamento, in accordo con la richiesta del comune di eliminare il successivo tratto di pista lungo via Vanzago stessa. In questo primo tratto, comunque molto breve, non è previsto il cordolo invalicabile da 1 metro, per mancanza di spazio utile alla sua realizzazione.

Alla progressiva 0+065.00 è previsto l'attraversamento a raso di via dell'Industria, che sarà opportunamente segnalato tramite opportuna segnaletica orizzontale (strisce pedonali su manto color rosso), e verticale (segnale d'indicazione attraversamento ciclopedonale).

Dall'attraversamento, fino alla fine dell'intervento, la pista viaggia sulla destra di Via dell'Industria, protetta dal cordolo per tutto il suo successivo sviluppo.

L'andamento planimetrico, da questo punto in poi è praticamente rettilineo, adattandosi al marciapiede ed alle recinzioni esistenti.

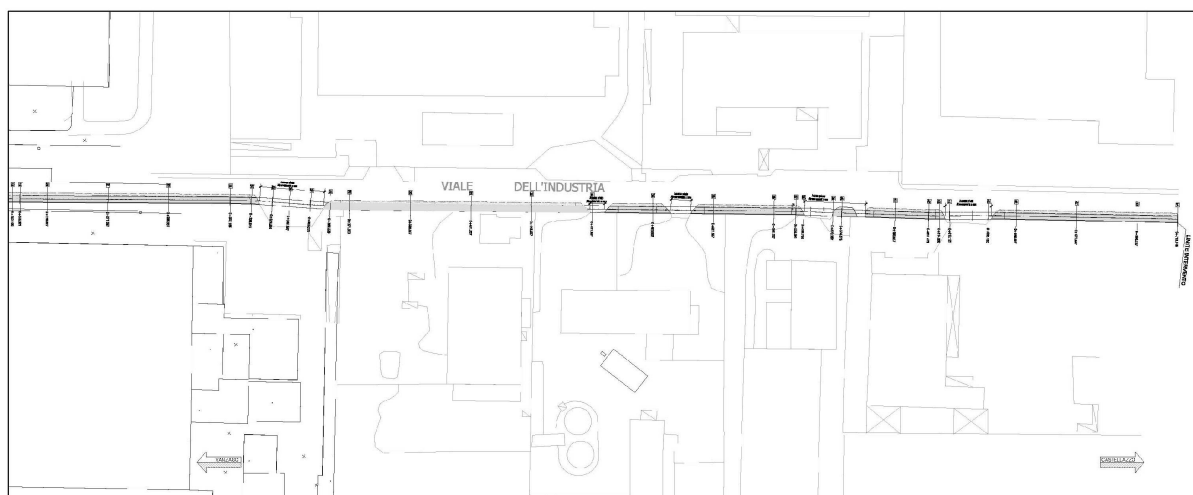
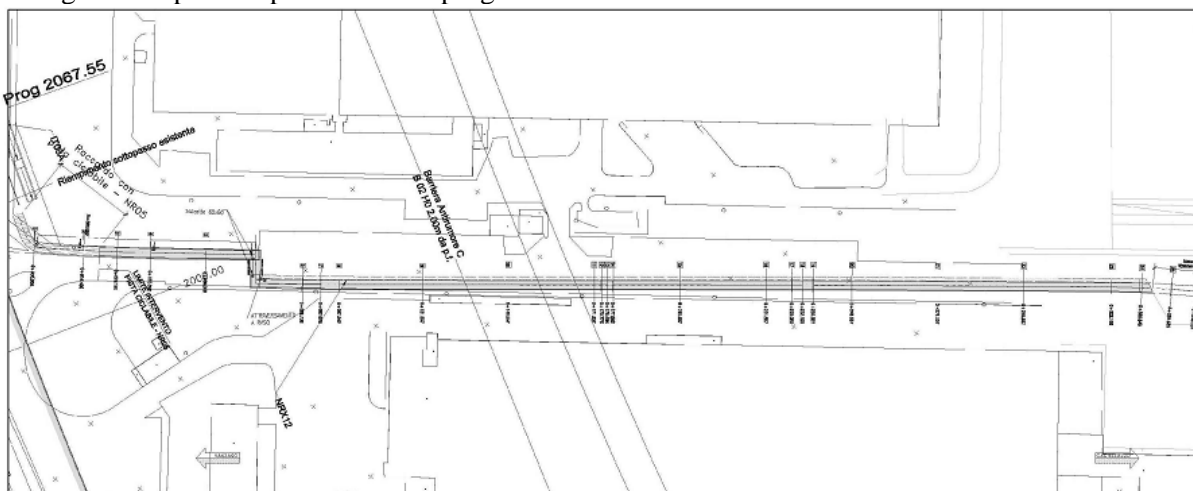
Gli unici punti singolari sono alcuni attraversamenti a raso, necessari per garantire la continuità degli accessi privati presenti su Via dell'Industria.

Esso sono posizionati alle seguenti progressive:

- 0+330.845
- 0+471.557
- 0+496.557
- 0+558.736
- 0+580.573
- 0+619.121

E saranno tutti opportunamente indicati con segnaletica orizzontale (strisce pedonali su manto color rosso)

Di seguito si riporta la planimetria di progetto



*Figura 9-32 Planimetria di progetto*

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

### 9.3 Piazzali di parcheggio

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di piazzali di parcheggio, antistanti le fermate che si realizzeranno lungo la tratta.

WBS	Comune	Descrizione
NRX5	Vanzago	Fermata Vanzago - Piazzale di parcheggio nord
FVY1	Vanzago	Fermata Vanzago - Piazzale di parcheggio sud
FVY2	Parabiago	Fermata Parabiago - Piazzale di parcheggio sud
FVY3	Parabiago	Fermata Parabiago - accesso parcheggio S.Anna (prolungamento via Matteotti con passerella pedonale)
FVY4	Nerviano	Fermata Nerviano - Piazzale di parcheggio e viabilità di accesso

In tale ambito rientrano anche interventi esterni all'area dei piazzali quali il riadeguamento delle viabilità di accesso in relazione alla viabilità esistente.

#### 9.3.1 NRX5 – Fermata Vanzago – Piazzale di parcheggio Nord

Nell'ambito delle opere di riqualifica della stazione di Vanzago, il progetto prevede la realizzazione di un nuovo piazzale di parcheggio e una nuova sistemazione della viabilità di accesso al piazzale della stazione e al parcheggio e un nuovo tratto di pista ciclopedonale.



Figura 9-33 Stralcio foto aerea

L'intervento della sistemazione stradale inizia da via Castelli e termina in via Greppi per uno sviluppo complessivo di 505m. L'ubicazione del parcheggio è un'area di 8000mq circa, interposta tra la nuova viabilità di accesso, via Greppi e via Pregana.

Il piazzale della stazione è raggiungibile, provenendo da viale Umberto I percorrendo via Castelli. L'accessibilità al parcheggio è praticabile da via Pregana e da via Greppi.







### 9.3.2 FVY1 - Fermata Vanzago – Piazzale di parcheggio Sud

Nell'ambito delle opere di riqualifica della stazione di Vanzago, il progetto prevede la realizzazione dell'ampliamento del piazzale di parcheggio esistente.



Figura 9-36 Stralcio foto aerea

Il piazzale della stazione è raggiungibile, provenendo da via Milano percorrendo via Castelli.

Il parcheggio ha una capacità totale di 224 posti auto di cui 107 esistenti e 117 nuovi; sono stati previsti inoltre 20 posti auto riservati a disabili.

È prevista la riprofilatura delle isole esistenti tra gli stalli, adeguata secondo il progetto dell'ampliamento e pavimentata con calcestruzzo architettonico.

Gli stalli sono disposti su cinque file longitudinali e ciascuno stallo è perpendicolare alla viabilità interna all'area di parcheggio. Ogni fila è costituita a sua volta da due file di stalli separate da aiuola. I posti auto hanno dimensioni 5.00 m per 2.50 m mentre gli stalli per disabili hanno dimensioni 5.00m per 3.20m.

La viabilità interna al parcheggio presenta una sezione di 6.00 m, atta a consentire delle agevoli manovre di ingresso ed uscita dagli stalli e percorribile ad una direzione.

Sono previsti dei bici park nelle vicinanze dell'ingresso al sottopasso di stazione

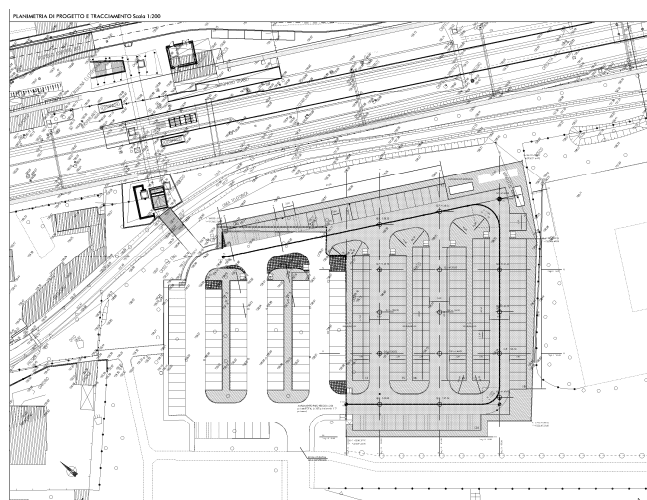


Figura 9-37 Planimetria di intervento

#### 9.4 FVY2 - Fermata Parabiago– Piazzale di parcheggio Sud

Nell'ambito delle opere di riqualifica della stazione di Parabiago, il progetto prevede la realizzazione di un nuovo piazzale di parcheggio e una nuova sistemazione della viabilità di accesso al piazzale della stazione.

Il piazzale della stazione è raggiungibile, provenendo da via Brescia, via Butti o Via Matteotti e percorrendo via Cavalieri. Il parcheggio è stato reso compatibile con la soluzione progettuale, a cura di altro ente, per l'accesso del TPL al parcheggio esistente.

L'ampliamento del parcheggio ha una capacità totale di 110 posti auto di cui 20 posti riservati a disabili, si sono inoltre previsti 10 posti moto.

È prevista la riprofilatura delle isole esistenti tra gli stalli, adeguata secondo il progetto dell'ampliamento e pavimentata con calcestruzzo architettonico.

Gli stalli sono disposti su cinque file longitudinali e ciascuno stallo è perpendicolare alla viabilità interna all'area di parcheggio. Ogni fila è costituita a sua volta da due file di stalli separate da aiuola. I posti auto hanno dimensioni 5.00 m per 2.50 m mentre gli stalli per disabili hanno dimensioni 5.00m per 3.20m.

La viabilità interna al parcheggio presenta una sezione di 6.00 m, atta a consentire delle agevoli manovre di ingresso ed uscita dagli stalli e percorribile ad una direzione.

Sono previsti dei bici park nelle vicinanze dell'ingresso al sottopasso di stazione, collegati da una pista ciclabile in progetto che si collegherà con una pista esistente in via Cavalieri.

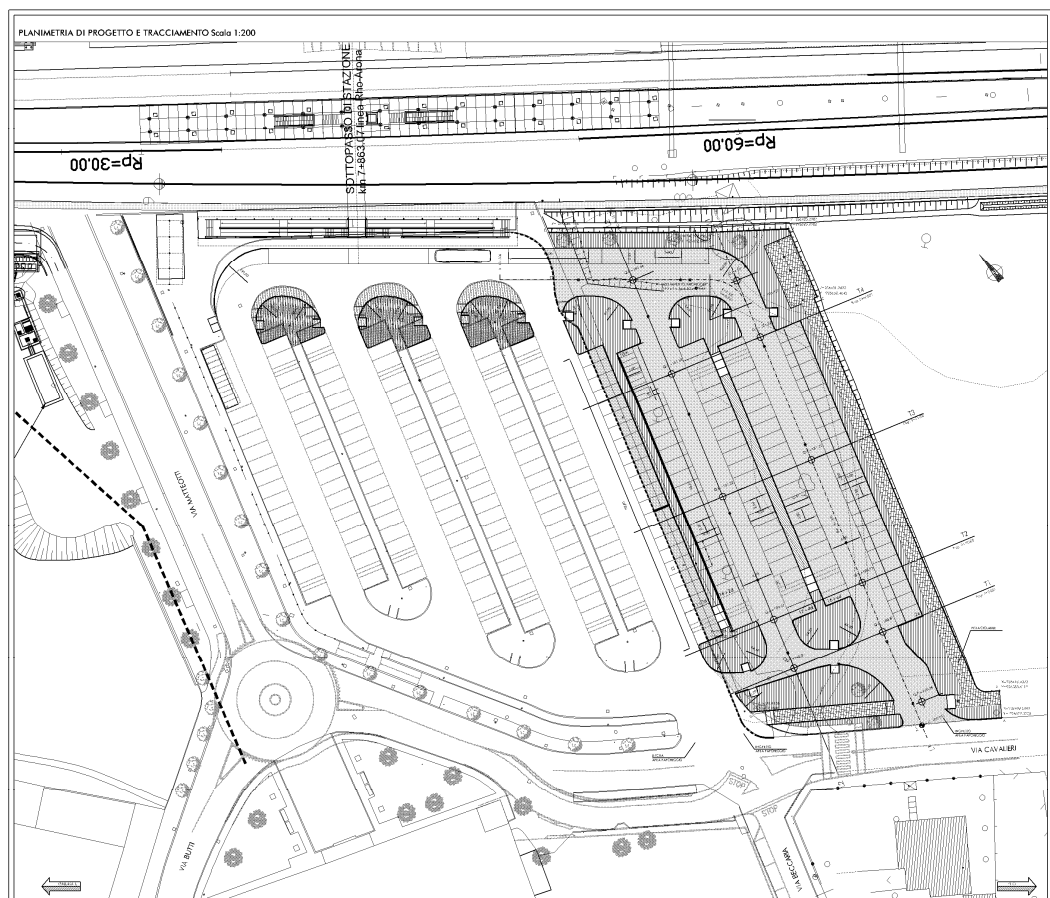


Figura 9-38 Planimetria di intervento



## 9.5 FVY3- Fermata Parabiago – Accesso parcheggio S.Anna

Nell'ambito della fermata di Parabiago, è prevista la realizzazione di una scala di collegamento dal parcheggio esistente a nord, in prossimità di Via S. Anna, al primo marciapiede di stazione.



Figura 9-39 Stralcio foto aerea

Nel parcheggio a nord è prevista la realizzazione di un parcheggio per le biciclette con l'utilizzo di pensiline metalliche di protezione, previa demolizione di un fabbricato fatiscente e la ripavimentazione in asfalto dell'area interessata.

Il primo marciapiede di stazione verrà allargato costruendo una passerella in c.a. affiancata allo scatolare ferroviario esistente di via Matteotti (SL10).

La scala si compone di una soletta in c.a su terreno contenuta da muri e di una paratia di pali a sostegno di barriere antirumore.

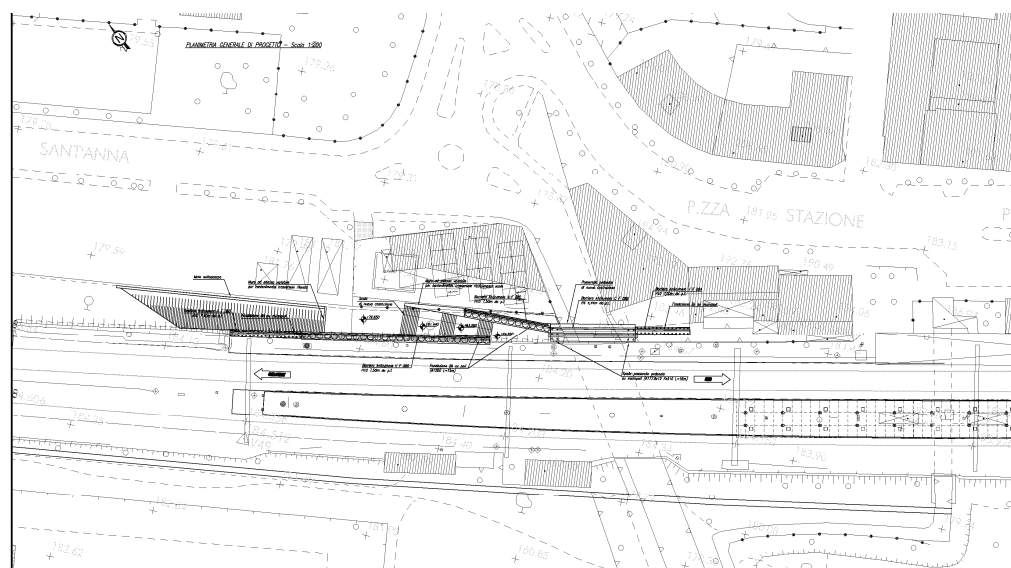


Figura 9-40 Planimetria di intervento

Le strutture in c.a. della passerella sono costituite da una piastra dello spessore pari a 120 cm e lunga circa 15,6 metri per una luce netta di circa 13 metri fondata alle sue estremità su micropali di lunghezza pari a 15 metri.

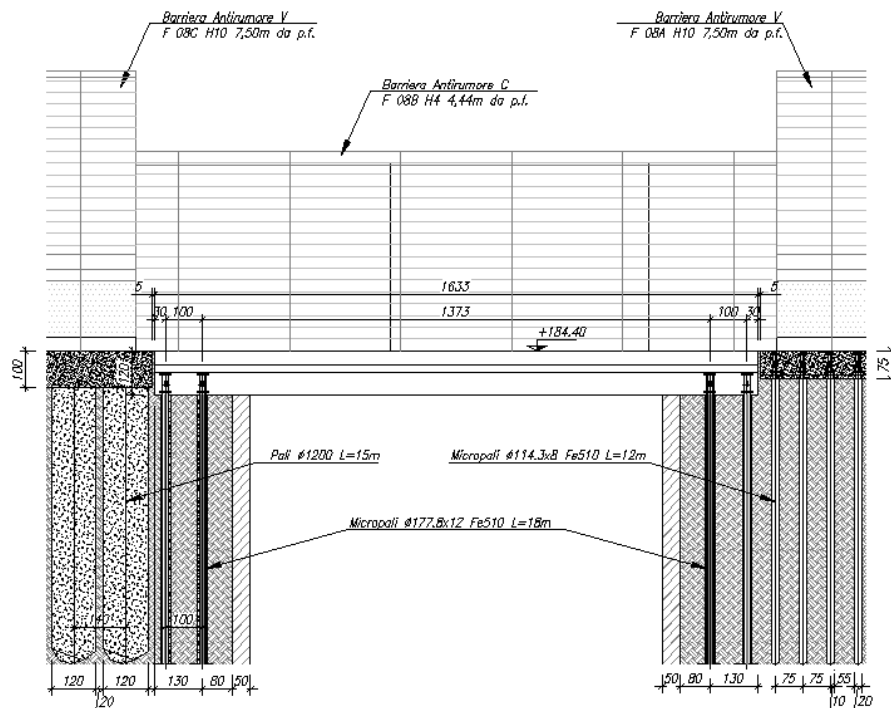


Figura 9-41 Vista passerella

Le strutture in c.a. della paratia sono costituite da pali aventi il diametro del 1200 e lunghezza totale di 12 metri con cordolo di dimensioni 140x100 su cui vengono fissate le barriere antirumore. Il muro a contenimento della scala ha altezza e spessore variabili, mentre quello trasversale a contenimento del rilevato a geometria costante.

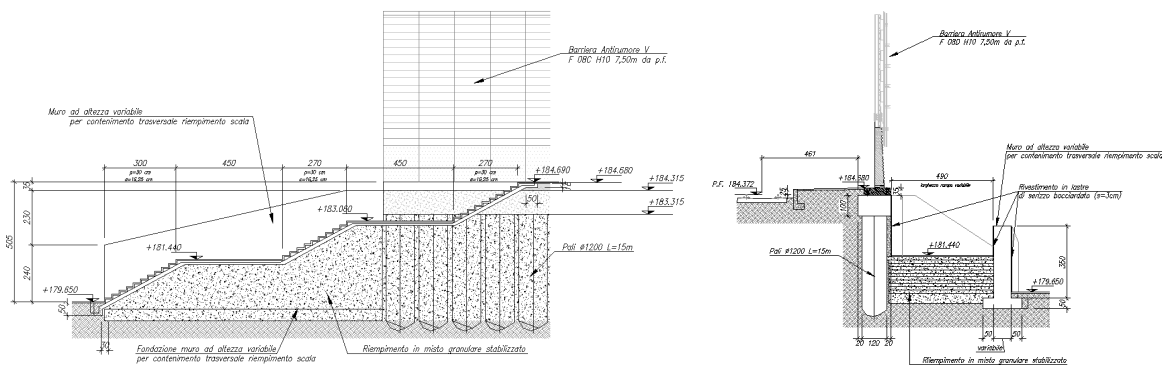


Figura 9-42 Vista scala

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

## 9.6 FVY4- Fermata Nerviano – Piazzale di parcheggio e viabilità di accesso

L'area di intervento, a pianta pressoché quadrata, è racchiusa tra Via Primo Maggio, Via Grigna, l'asse ferroviario e il sottopasso agricolo esistente. Il parcheggio ha un'area complessiva di quasi 12000 mq. Il piazzale della stazione è raggiungibile, provenendo da Viale Monsignor Luigi Piazza e confluendo su Via Primo Maggio. L'intervento prevede all'inizio l'innesto sulla viabilità esistente antistante ai fabbricati industriali di Via Primo Maggio, la sede stradale di accesso all'area di parcheggio si sviluppa per circa 30 m. La viabilità di accesso prevede una corsia per senso di marcia con sezione complessiva di 6 m. All'interno del piazzale di parcheggio la configurazione della viabilità interna prevede corsie monosenso di 6 m ciascuna, intervallate da stalli separati da aiuole rialzate come illustrato in seguito più in dettaglio.

Nella zona antistante alla stazione di Nerviano è prevista un'area "Kiss and Ride" dedicata alla sosta breve da cui è possibile accedere al fabbricato della stazione.

La viabilità interna al parcheggio si estende per uno sviluppo complessivo di circa 500 m.



Figura 9-43 Stralcio foto aerea

L'intervento prevede, in prossimità della stazione di Nerviano, un parcheggio con una capacità di 404 posti auto di cui 10 riservati a disabili.

Gli stalli sono disposti su sette file longitudinali e ciascuno stallo è perpendicolare alla viabilità interna all'area di parcheggio. Ogni fila è costituita a sua volta da due file di stalli separate da aiuola. I posti auto hanno dimensioni 5.00 m per 2.50 m mentre gli stalli per disabili hanno dimensioni 5.00m per 3.20m.

La viabilità interna al parcheggio presenta una sezione di 6.00 m, atta a consentire delle agevoli manovre di ingresso ed uscita dagli stalli e percorribile ad una direzione.

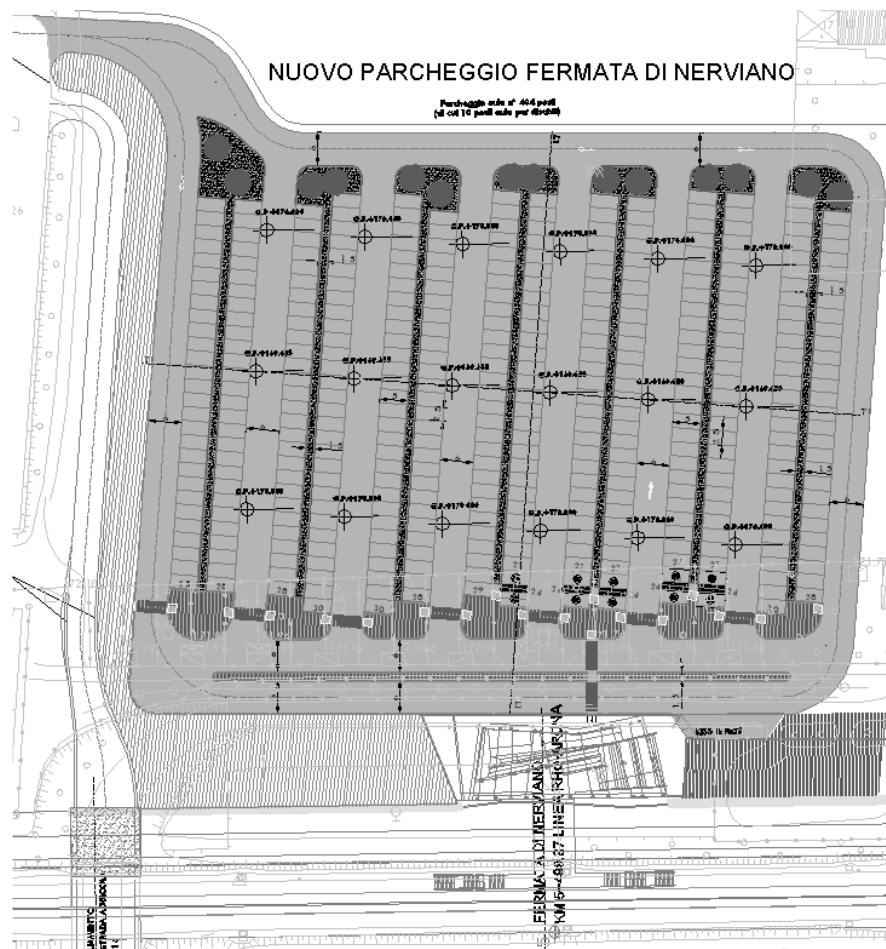


Figura 9-44 Planimetria di intervento

Il parcheggio è completato da un'opportuna viabilità pedonale caratterizzata da marciapiedi in cls fibrorinforzato, dotati di pedana atta a garantire la salita e la discesa dei disabili, e da sette attraversamenti pedonali trasversali ed uno longitudinale che consente di raggiungere facilmente il fabbricato della stazione antistante. Per rendere le operazioni di attraversamento agevoli anche ai disabili i posti auto ad essi riservati sono concentrati proprio in prossimità dell'attraversamento pedonale longitudinale di cui prima.



## 10. Fabbricati tecnologici

Nell'ambito dell'intervento è prevista la realizzazione di una serie di fabbricati tecnologici necessari al funzionamento dell'impianto.

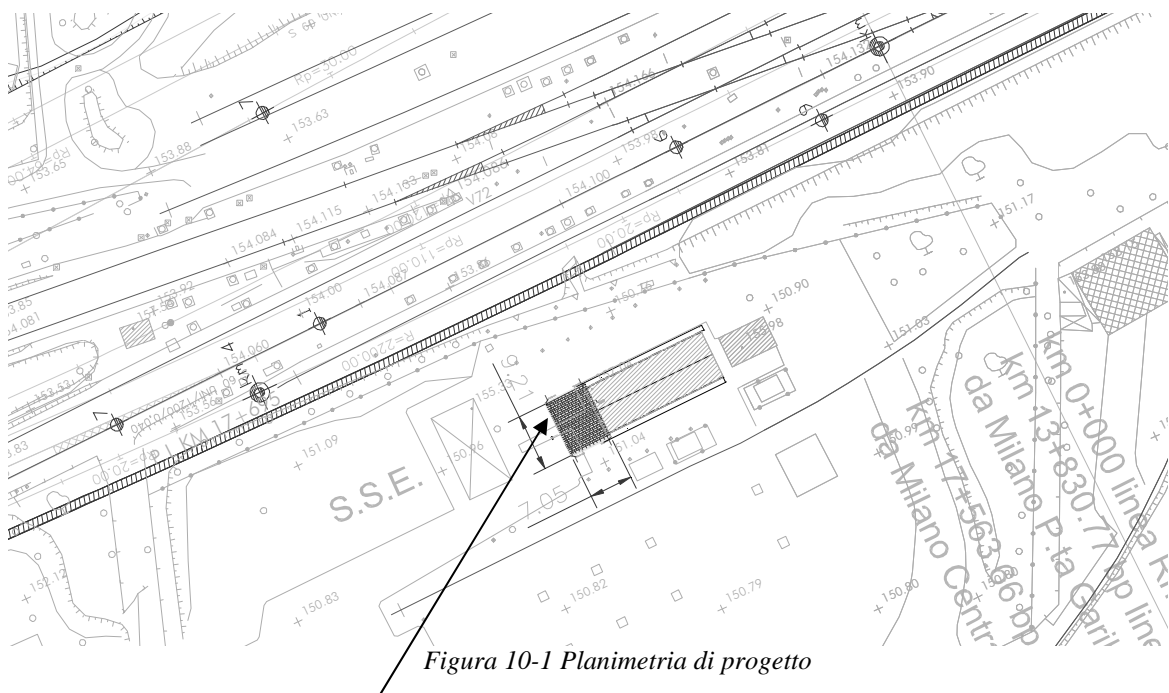
A livello di memoria si riporta, nella tabella seguente, la tipologia e l'ubicazione dei fabbricati tecnologici previsti, mentre si rimanda agli elaborati specifici per un maggior dettaglio progettuale.

WBS	Comune	Descrizione
FA01	Rho	Ampliamento SSE esistente
FA02	Legnano	Nuova SSE di Legnano
FA03	Busto Arsizio	Nuova Cabina TE raccordo Y
FA05	Rho	Rho bivio Novara
FA06	Parabiago	Parabiago
FA07	Busto Arsizio	Bivio Y

Tabella - Fabbricati tecnologici

### 10.1 FA01- Ampliamento della SSE esistente

L'ampliamento della SSE di RHO posta alla progressiva km. 3+956.33 del binario pari della linea per Novara, nel Comune di RHO evidenziato nella planimetria seguente.



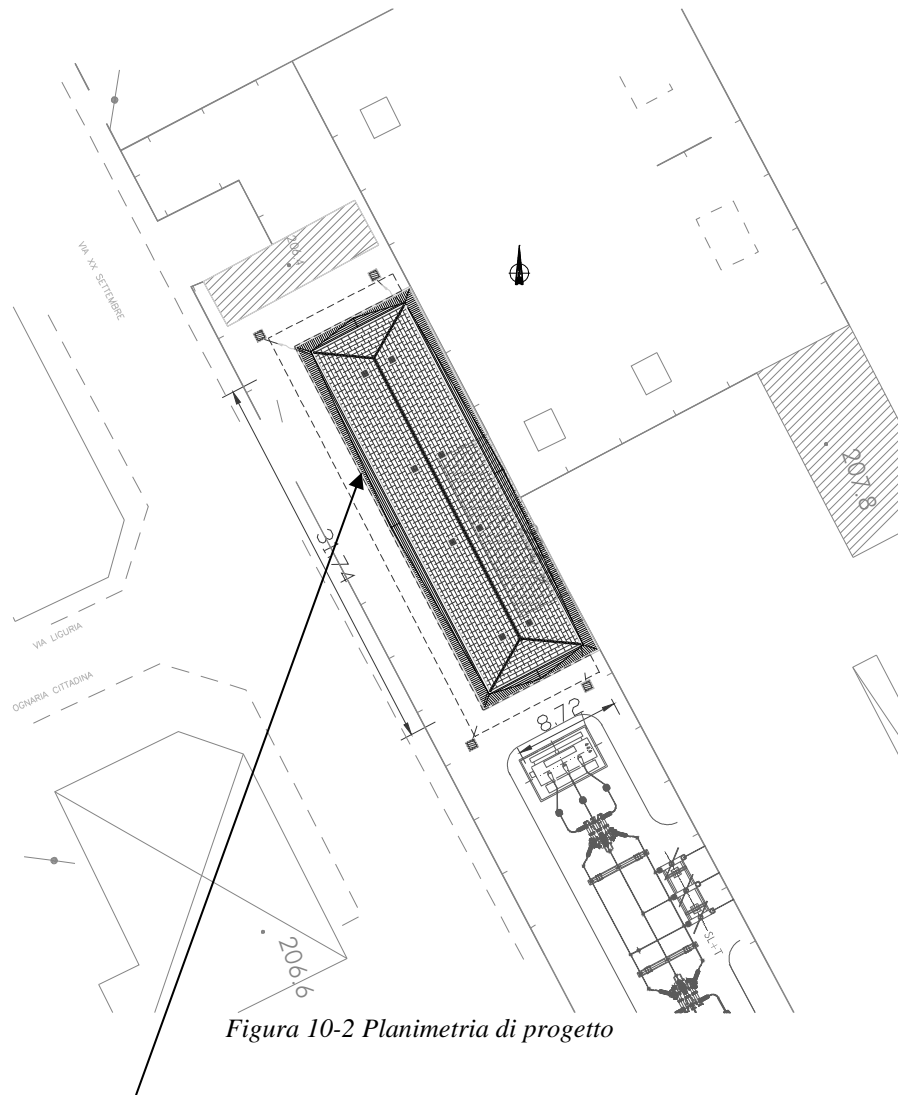
Ampliamento SSE RHO

L'edificio ha una struttura in c.a. a telaio con solaio di copertura in latero-cemento sostenuto da due capriate anch'esse in c.a. ed ha dimensioni in pianta 7.46 x 8.36.

Le strutture portanti verticali sono costituite da 4 pilastri in c.a. di sezione 30x30cm di altezza h= 5.70m collegati in testa da un sistema di travi in c.a. Le fondazioni sono del tipo a trave rovescia. LA quota di posa della fondazione è stata posta alla medesima quota dell'esistente, alla quale su di un lato si affianca.

## 10.2 FA02- Nuova SSE di Legnano

Il nuovo edificio da destinare a SSE Legnano è evidenziato nella planimetria seguente.



Nuova SSE Legnano

L'edificio ha una struttura in c.a. a telaio con solaio di copertura in latero cemento sostenuto da una serie di capriate anch'esse in c.a. ed ha dimensioni in pianta 31.74x8.72.

Le strutture portanti verticali sono costituite da 8x2 pilastri in c.a. di sezione 30x30cm di altezza h=5.25m posti ad interasse di 4.4m collegati in testa da un sistema di travi in c.a. Le fondazioni sono del tipo a trave rovescia. La quota di posa della fondazione è stata posta a -1.10 da piano campagna. Per un maggior dettaglio sulla conformazione dell'edificio si rimanda agli elaborati grafici allegati.

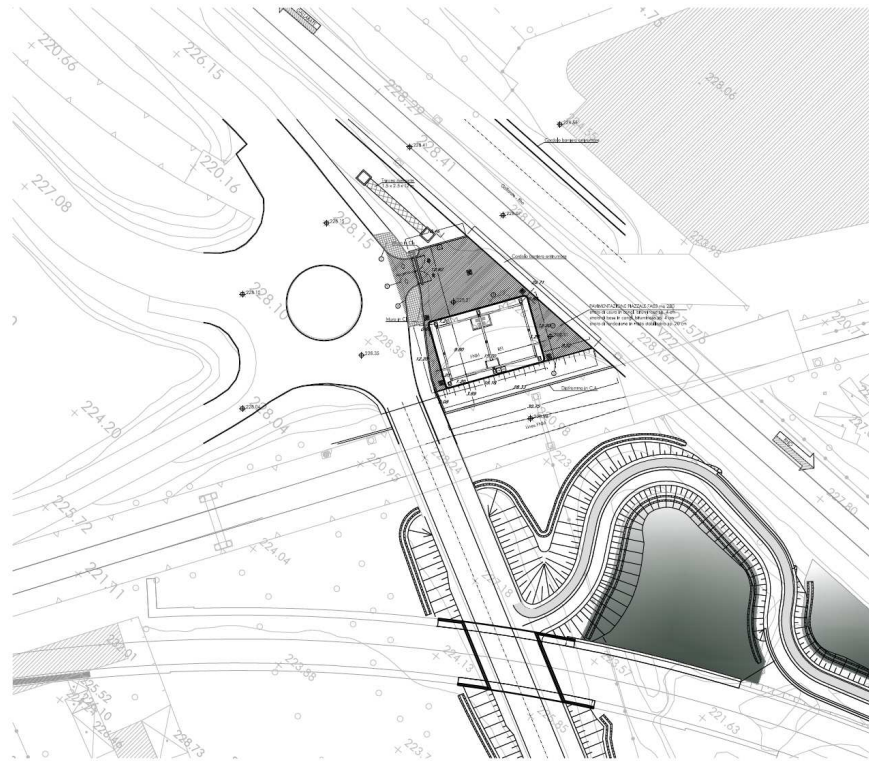
### 10.3 FA03 - Nuova cabine TE raccordo Y

Il fabbricato di cabina TE è posizionato in prossimità del raccordo Y. L'edificio ha forma rettangolare di larghezza pari a 9.80m e lunghezza 15.7m, con copertura piana.

Le strutture di fondazione saranno realizzate mediante plinti con dimensioni in pianta di 100x100cm ed altezza 40cm, collegati tra loro tramite cordoli di fondazione con sezione 40x40cm.

Le strutture in elevazione saranno di tipo intelaiato con pilastri a sezione quadrata di lato 30cm e travi 30x60.

Il solaio di copertura sarà realizzato con lastre prefabbricate tralicciate alleggerite con pannetti di polistirolo, poste in opera con moduli di larghezza pari a 120cm ed 80cm, di altezza 22+4cm e soletta di completamento gettata in opera (spessore di 4cm) armata con rete elettrosaldata Ø6mm maglia 15x15cm.



*Figura 10-3 Planimetria di progetto*

## 10.4 FA05 – Fabbricato Rho Bivio Novara

Il fabbricato FA05 Rho Bivio Novara è ubicato al km 0+133.71 della linea Rho – Arona, all'interno di un'area ferroviaria già recintata.

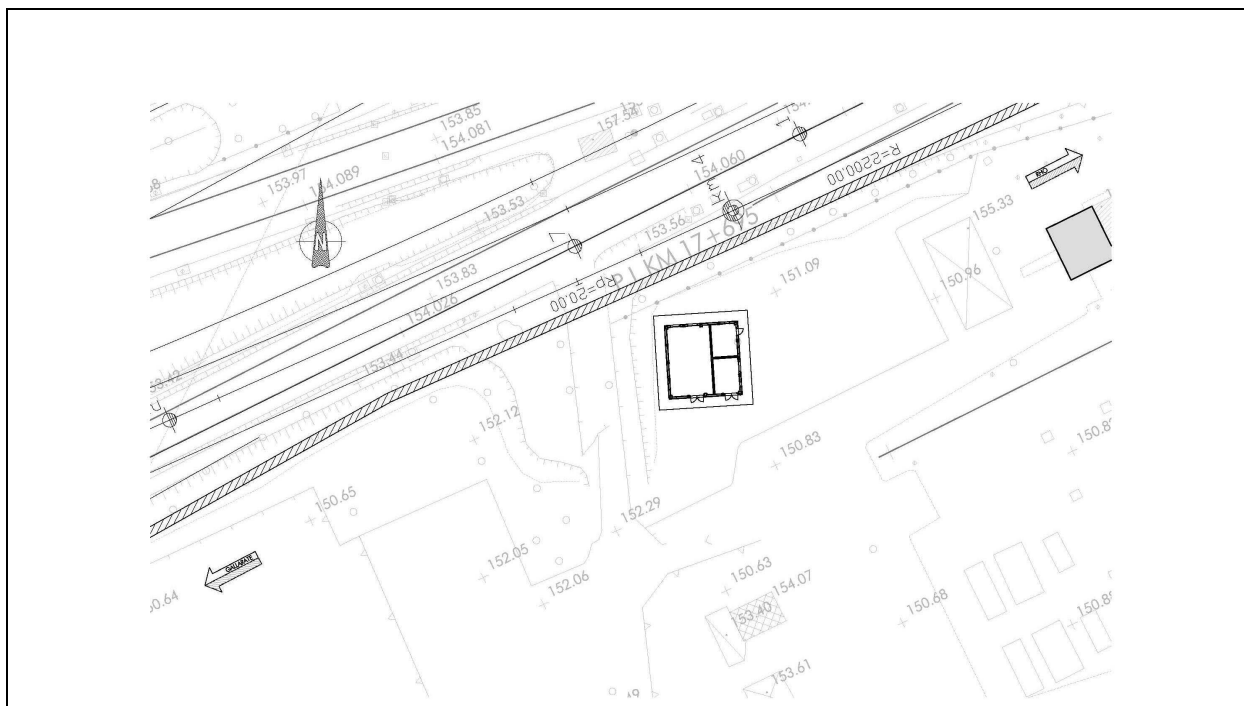


Figura 10-4 Planimetria di progetto

L'edificio è realizzato con sistema prefabbricato a pannelli in c.a.v. e getto integrativo in c.a. ed è dimensionato secondo il modulo dei pannelli stessi di m. 2,50. E' caratterizzato da un solo piano fuori terra e da copertura a falda. La larghezza del corpo di fabbrica è pari a 4 moduli costruttivi, che corrispondono ad una larghezza interna utile di m.10.06 ed esterna di m. 10,58. La lunghezza è determinata in relazione al tipo ed alla quantità dei locali previsti: per il fabbricato denominato Rho Bivio Novara i moduli in lunghezza sono 4, le dimensioni m. 10,58x10,58; la superficie utile lorda risulta di mq. 111,95.

L'edificio ha pertanto una forma quadrata e presenta all'esterno un marciapiede avente una larghezza di m. 1,50, rialzato di 10 cm rispetto al piazzale.

La quantità e la dimensione delle aperture sono relazionate alla metratura dei locali interessati.

La consistenza dei locali previsti e la loro destinazione è indicata nella tabella che segue, nella quale sono riportate anche le superfici illuminanti e ventilanti ed i rapporti tra le stesse e le superfici utili nette.

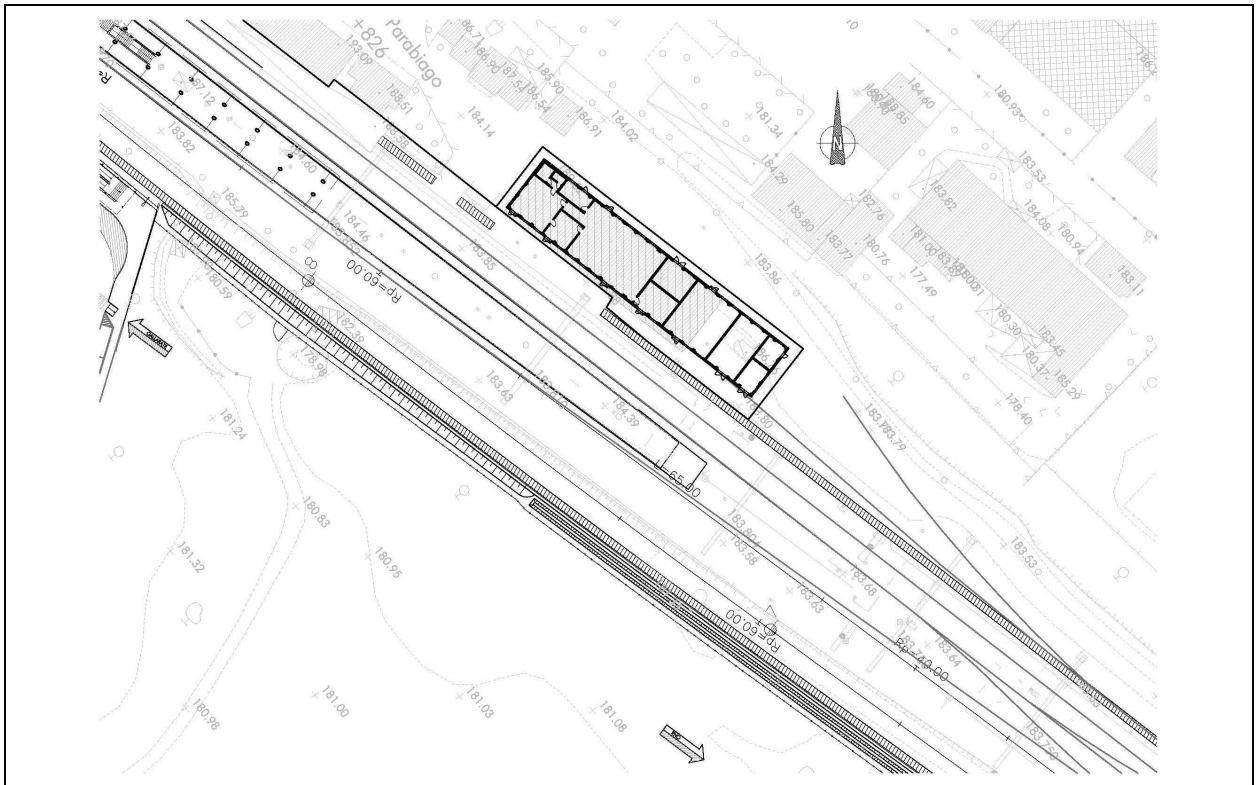
Destinazione	SU Sup. utile netta mq
Cabina MT/BT	62.00
Locale Misure	17.30
Locale ENEL	18.78

Il rapporto di aeroilluminazione pari ad 1/8 è rispettato in tutti i locali



## 10.5 FA06 – Fabbricato Parabiago

Il fabbricato FA06 Parabiago è ubicato al km 7+753.54 della linea Rho – Arona, in prossimità della stazione di Parabiago, all'interno di un'area ferroviaria già recintata.



*Figura 10-5 Planimetria di progetto*

L'edificio è realizzato con sistema prefabbricato a pannelli in c.a.v. e getto integrativo in c.a. ed è dimensionato secondo il modulo dei pannelli stessi di m. 2,50. E' caratterizzato da un solo piano fuori terra e da copertura a falda. La larghezza del corpo di fabbrica è pari a 4 moduli costruttivi, che corrispondono ad una larghezza interna utile di m.10.06 ed esterna di m. 10,58.

La lunghezza è determinata in relazione al tipo ed alla quantità dei locali previsti: per il fabbricato denominato Parabiago i moduli in lunghezza sono 21, le dimensioni m. 53,43x 10,58; la superficie utile lorda risulta di mq. 565,30; l'edificio ha pertanto una forma rettangolare allungata, presenta all'esterno un marciapiede avente una larghezza di m. 1,50 su tre lati, rialzato di 10 cm rispetto al piazzale.

La quantità e la dimensione delle aperture sono relazionate alla metratura dei locali interessati.

La consistenza dei locali previsti e la loro destinazione è indicata nella tabella che segue, nella quale sono riportate anche le superfici illuminanti e ventilanti ed i rapporti tra le stesse e le superfici utili nette.

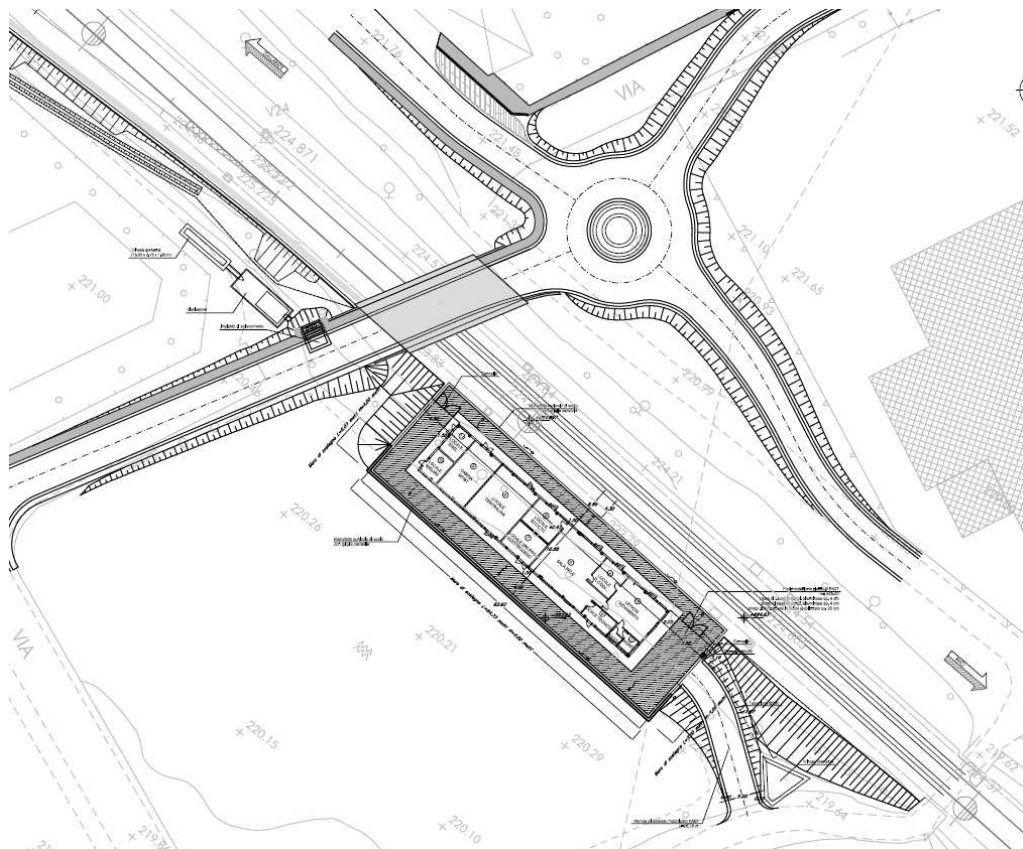
Destinazione	SU Sup. utile netta mq
Ufficio Movimento	51.83
Bagno+Antibagno+Doccia	5.97+2.73+3.00
Locale Tecnico	15.85

Locale SCC/CTC	31.00
Locale TLC/DS	25.00
Sala Relè	158.00
Gruppo elettrogeno	31.00
Centraline/Armadi BA	92.70
Cabina MT/BT	59.98
Locale Misure	17.22
Locale ENEL	18.70

Il rapporto di aeroilluminazione pari ad 1/8 è rispettato in tutti i locali

## 10.6 FA07 – Fabbricato Bivio Y

Il fabbricato FA07 Bivio Y è ubicato al km 16+282 della linea Rho – Arona, in prossimità delle vie Benedetto Croce e Filippo Turati.



*Figura 10-6 Planimetria di progetto*

Il fabbricato è posto al di sopra di un rilevato alto all'incirca 3 metri in maniera tale che la quota di ingresso sia più bassa di circa 1 metro rispetto a quella in corrispondenza del piano ferro della linea ferroviaria.

Al piazzale di accesso si arriva percorrendo una rampa che, partendo in prossimità della rotatoria prevista su via Filippo Turati, sale fino alla sommità del rilevato.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

L'edificio è realizzato con sistema prefabbricato a pannelli in c.a.v. e getto integrativo in c.a. ed è dimensionato secondo il modulo dei pannelli stessi di m. 2,50. E' caratterizzato da un solo piano fuori terra e da copertura a falda. La larghezza del corpo di fabbrica è pari a 4 moduli costruttivi, che corrispondono ad una larghezza interna utile di m.10.06 ed esterna di m. 10,58. La lunghezza è determinata in relazione al tipo ed alla quantità dei locali previsti: per il fabbricato denominato Bivio Y i moduli in lunghezza sono 19, le dimensioni m. 48,43 x 10,58; la superficie utile lorda risulta di mq. 512,40; l'edificio ha pertanto una forma rettangolare allungata, presenta all'esterno un marciapiede avente una larghezza di m. 1,50 su tre lati, rialzato di 10 cm rispetto al piazzale.

La quantità e la dimensione delle aperture sono relazionate alla metratura dei locali interessati. La consistenza dei locali previsti e la loro destinazione è indicata nella tabella che segue, nella quale sono riportate anche le superfici illuminanti e ventilanti ed i rapporti tra le stesse e le superfici utili nette.

Destinazione	SU Sup. utile netta mq
Ufficio Movimento	61.37
Bagno+Antibagno+Doccia	6.00+2.94+2.84
Locale Tecnico	15.75
Locale SCC/CTC	30.50
Locale TLC/DS	24.50
Sala Relè	104.60
Gruppo elettrogeno	30.74
Centraline/Armadi BA	83.42
Cabina MT/BT	59.32
Locale misure	16.83
Locale Enel	18.15

Il rapporto di aeroilluminazione pari ad 1/8 è rispettato in tutti i locali

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA</b> <b>TRATTA RHO-GALLARATE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI</b>	PROGETTO MDLI	LOTTO 12 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO OC 0000 001	REV. A

## **11. Accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle opere**

### **11.1 Opere per la vigilanza e la manutenzione**

#### **11.1.1 Rilevati**

Al piede dei rilevati, e nella proprietà ferroviaria, sono previsti camminamenti pedonali di servizio, come indicato nelle sezioni tipo, di 1 metro di larghezza, per consentire la manutenzione e pulizia dei fossi, canalette e Barriere Antirumore.

Data l'elevata urbanizzazione del contesto, non è stato possibile prevedere la continuità di tale camminamento per tutta la lunghezza dell'intervento; in alcune tratte le barriere A.R. risultano essere direttamente confine della proprietà ferroviaria.

I camminamenti saranno accessibili da cancelli pedonali ubicati in aree prevalentemente pubbliche (viabilità, giardini pubblici) ed in alcuni casi in aree agricole.

#### **11.1.2 Trincee**

Per la configurazione in trincea è previsto, per motivi di sicurezza, il solo ingresso pedonale nella proprietà ferroviaria. Questo deve essere permesso da cancelli pedonali raggiungibili dalla viabilità esterna secondo i criteri di distanziamento e chiusura indicati nel relativo capitolo sui cancelli.

#### **11.1.3 Cancelli pedonali e carrabili**

La proprietà ferroviaria sarà accessibile da cancelli pedonali nella recinzione, posti come riportato sugli elaborati di progetto in modo tale da non avere dei tratti di linea senza la possibilità di ingresso nella proprietà ferroviaria.

Le chiusure dei cancelli sarà prevista con catena e lucchetto anticesoia.

### **11.2 Opere accessorie**

#### **11.2.1 Cunetta di piattaforma a fianco del sentiero pedonale**

Ai fini della sicurezza del personale lungo linea le cunette di piattaforma a fianco del sentiero pedonale di profondità maggiore od uguale a 50 cm saranno coperte con griglie o plotte che permettano comunque il recapito delle acque nella stessa.

#### **11.2.2 Pozzetti**

Per i pozzetti di profondità maggiore di 1,20 m sarà prevista la scaletta d'ispezione. Tutte le coperture rimovibili di cunette o pozzetti dovranno avere peso tale che ciascuno degli addetti alla manutenzione sollevi un massimo di 25 Kg. Pertanto sarà previsto un adeguato numero di maniglie per addetto in relazione al peso della copertura (ad esempio per copertura di 100 Kg saranno previste 4 maniglie). In tal caso le maniglie saranno a scomparsa.

#### **11.2.3 Parapetto di sicurezza per il rischio di caduta dall'alto**

Il parapetto di sicurezza deve essere previsto per altezze con rischio di caduta dall'alto maggiori od uguali a 2 metri. Pertanto, oltre che sugli impalcati dei viadotti, dei sottovia e dei muri andatori in genere, sarà inserito anche sui muri d'ala di spalle dei viadotti, sottovia, tombini, muri di sottoscarpa in rilevato, muri di controripa in trincea e sugli imbocchi delle gallerie naturali ed artificiali.

#### **11.2.4 Ostacoli per il rischio di folgorazione**

Per il rischio di folgorazione del personale preposto alle visite lungo linea in relazione alle distanze dai conduttori in tensione, saranno previste opportune protezioni (ostacoli) determinate in accordo con la norma CEI.